

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

ANA CAROLINE VIEIRA CORREIA

**APROXIMAÇÃO ENTRE ESCOLA E CIENTISTAS EM ATIVIDADES DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: quais aspectos da Natureza da Ciência
emergem nesse contexto?**

Itajubá
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

ANA CAROLINE VIEIRA CORREIA

**APROXIMAÇÃO ENTRE ESCOLA E CIENTISTAS EM ATIVIDADES DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: quais aspectos da Natureza da Ciência
emergem nesse contexto?**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Área de Concentração: Ensino e Aprendizagem

Orientadora: Profa. Dra. Jane Raquel Silva de Oliveira

Itajubá
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

ANA CAROLINE VIEIRA CORREIA

**APROXIMAÇÃO ENTRE ESCOLA E CIENTISTAS EM ATIVIDADES DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: quais aspectos da Natureza da Ciência
emergem nesse contexto?**

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Stefannie de Sá Ibraim
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Prof. Dr. Evandro Fortes Rozentalski
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Profa. Dra. Jane Raquel Silva de Oliveira (Orientadora)
Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI

Itajubá
2023

À minha família,

A todos que estiveram presentes para compartilhar este momento e àqueles que, mesmo ausentes, continuam vivos no meu coração e memória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Dilene e Lourenço, e aos meus irmãos, Gabriel e Igor, por todo suporte para eu me dedicar aos estudos, pela compreensão com minha ausência e pelo apoio incondicional. É difícil expressar em palavras o quanto o incentivo que vocês me deram foi primordial para cada realização da minha trajetória. Não posso deixar de mencionar minha cachorra, Raika, por encher meu coração de felicidade todos os dias.

À minha orientadora, Profa. Dra. Jane Raquel Silva de Oliveira, por ter se disposto a me orientar mais uma vez, por todo auxílio na organização das atividades da pesquisa e pelo aprendizado que ser sua orientanda me proporcionou. Obrigada por acreditar nesse trabalho, por me guiar e me inspirar ao longo desse percurso.

Agradeço aos membros da banca, Profa. Dra. Stefannie de Sá Ibraim, e ao Prof. Dr. Evandro Fortes Rozentalski, pelo tempo dedicado à leitura, avaliação e sugestões deste trabalho. Agradeço também ao Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior pelas ponderações no texto da qualificação.

Aos professores Evandro Rozentalski e Juliana Furlani por terem permitido que eu realizasse estágio de docência nas disciplinas do curso de Licenciatura em Química. Foi uma honra aprender com profissionais como vocês.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências por todo conhecimento e pela colaboração com meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço aos colegas do mestrado, em especial às minhas amigas Isabella Balducci e Isabella Contarini, por terem me permitido compartilhar as delícias e as angústias dessa jornada. Também agradeço às veteranas Daniele e Cíntia, que me auxiliaram desde o processo seletivo. A amizade e companhia de vocês foram muito importantes para mim durante esses anos.

Ao Elias, pelo amor, pela amizade e pelo apoio ao opinar sobre meu texto. Obrigada pelo companheirismo e incentivo em relação aos meus sonhos, e por viver essa experiência comigo. Sua presença torna tudo menos caótico.

Expresso minha enorme gratidão ao professor da escola pela colaboração com a pesquisa, e pelo esforço e cooperação de todos os alunos da turma. A

participação ativa de vocês possibilitou que esse projeto se tornasse realidade, e suas contribuições inspiraram minha jornada para me tornar uma professora que acredita no futuro da educação.

Esse trabalho também não seria possível sem a participação dos seis pesquisadores, na qual não nomearei por questões de sigilo ético. Obrigada por aceitarem e se comprometerem a tornar o conhecimento científico acessível e por contribuírem para a compreensão dos alunos sobre a prática científica.

Meu agradecimento ao financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por ter impulsionado o desenvolvimento desta pesquisa.

*“Tu és meu Brasil em toda parte
Quer na ciência ou na arte
Portentoso e altaneiro”*

Gilberto Gil – Ciência e Arte

RESUMO

CORREIA, Ana Caroline Vieira. **APROXIMAÇÃO ENTRE ESCOLA E CIENTISTAS EM ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**: quais aspectos da Natureza da Ciência emergem nesse contexto? 2023. 176p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Itajubá/MG, 2023.

Esta pesquisa teve como objetivo investigar as implicações de uma sequência didática, pautada em recursos e ações de divulgação científica que têm como foco aproximar estudantes da educação básica de pesquisadores da universidade e de seus contextos reais de trabalho, para a abordagem de aspectos da natureza da ciência (NdC). Esse trabalho é uma pesquisa de campo de caráter qualitativa, desenvolvida em uma escola pública, com estudantes do 1º ano do ensino médio. Através de uma abordagem explícita da NdC, as atividades foram promovidas em etapas, que consistiram em uma aplicação de um questionário prévio; leitura e discussão de um Texto de Divulgação Científica (TDC); visita aos laboratórios de pesquisa de cientistas de uma universidade local (ação realizada no contexto do projeto de extensão Hoje Vi um Cientista); e aplicação de questionário final. Os dados foram coletados por meio de questionários e gravações em áudio, e foram analisados por meio de Análise Textual Discursiva, buscando construir categorias relativas à NdC. Nesse sentido, as categorias foram apresentadas e discutidas em 2 tópicos, sendo elas: Aspectos da NdC que se evidenciaram na sequência didática e concepções sobre a sequência didática expressas no questionário final. Assim, a partir do questionário inicial, os resultados indicam noções que se aproximam e que se afastam de concepções adequadas. O TDC permitiu que os alunos conhecessem e refletissem sobre aspectos como a economia da ciência, produtividade e comunidade científica. Durante a visita com os cientistas foi possível discutir questões como as influências sociais da ciência, colaboração, ética na ciência, papel da falibilidade e produtividade científica. Por fim, por meio do questionário final, foi notório que os alunos passaram a refletir mais sobre determinadas questões, como características físicas e psicológicas dos cientistas.

Palavras-chave: Natureza da Ciência, Ações de Divulgação Científica, Cientistas, Educação Básica.

ABSTRACT

CORREIA, Ana Caroline Vieira. **APPROXIMATION BETWEEN SCHOOLS AND SCIENTISTS IN SCIENTIFIC DISSEMINATION ACTIVITIES**: which aspects of the Nature of Science emerge in this context? 2023. 176p. Dissertation (Master in Science Education) – Federal University of Itajubá/MG, 2023.

This research aimed to investigate the implications of a didactic sequence, based on scientific dissemination resources and actions that focus on bringing basic education students closer to university researchers and their real work contexts, to approach aspects of the nature of science. science (NOS). This work is a qualitative field research, developed in a public school, with students of the 1st year of high school. Through an explicit NOS approach, the activities were promoted in stages, which consisted of an application of a previous questionnaire; reading and discussion of a Scientific Dissemination Text (SDT); visit to the research laboratories of scientists at a local university (action carried out in the context of the extension project “*Hoje Vi um Cientista*”); and application of final questionnaire. Data were collected through questionnaires and audio recordings, and were analyzed through a Discursive Textual Analysis, seeking to build categories related to the NOS. In this sense, the categories were presented and discussed in 2 topics, namely: Aspects of the NOS that were evident in the didactic sequence and conceptions about the didactic sequence expressed in the final questionnaire. Thus, through the initial questionnaire, the results indicate notions that approach and depart from adequate conceptions. The SDT allowed students to know and reflect on aspects such as the economy of science, productivity and scientific community. During the visit with the scientists it was possible to discuss issues such as the social influences of science, collaboration, ethics in science, the role of fallibility and scientific productivity. Finally, through the final questionnaire, it was clear that the students began to reflect more on certain issues, such as the physical and psychological characteristics of the scientists.

Keywords: Nature of Science, Science Dissemination Actions, Scientists, Basic Education.

SUMÁRIO

PRÓLOGO	13
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo geral	21
2.2 Objetivos específicos.....	21
3. NATUREZA DA CIÊNCIA	22
3.1 Definições de Natureza da Ciência.....	22
3.2 Aspectos consensuais da Natureza da Ciência: abordagens e críticas ..	26
3.3 Abordagem da Natureza da Ciência no ensino de ciências	35
3.4 Compreensões de estudantes e professores sobre a Natureza da Ciência	40
3.5 A NdC em atividades didáticas na educação básica: uma revisão	44
3.5.1 Evolução temporal das publicações	50
3.5.2 Nível de ensino e disciplinas em que foram aplicadas.....	51
3.5.3 Estratégias didáticas adotadas.....	53
3.5.4 Recursos didáticos utilizados nas atividades.....	57
3.5.5 Aspectos relativos à NdC foram abordados nas atividades	61
3.5.6 Contribuições das atividades.....	66
3.5.7 Limitações ou dificuldades para aplicação das atividades.....	70
3.6 NdC no contexto da Divulgação Científica.....	74
4. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	76
4.1 Compreensões gerais sobre a Divulgação Científica	76
4.2 A Divulgação Científica no Ensino de Ciências	80
4.3 Texto de Divulgação Científica	82
5. METODOLOGIA	84
5.1 Caracterização da pesquisa.....	84

5.2 Ferramentas de DC adotadas na pesquisa	86
5.3 Desenvolvimento da pesquisa	88
5.3 Análise dos dados	93
5.4 Detalhamento das atividades da pesquisa	94
5.4.1 Aplicação do questionário inicial	95
5.4.2 Leitura e discussão de um TDC	95
5.4.3 Projeto Hoje vi um cientista.....	96
5.4.4 Questionário final	100
5.4.5 Codificação dos resultados	100
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	102
6.1 Mapeamento das concepções prévias dos estudantes	102
6.1.1 Ambiente de trabalho de um cientista	105
6.1.2 Influências sobre a ciência.....	107
6.1.3 Papel da imaginação e criatividade	109
6.1.4 Método científico	110
6.1.5 Provisoriedade da ciência.....	112
6.1.6 Estereótipo de cientista.....	113
6.1.7 Aspectos diversos da NdC	115
6.1.8 Considerações gerais a respeito das concepções prévias.....	117
6.2 Aspectos da NdC que se evidenciaram na sequência didática.....	118
6.2.1 Estereótipo de cientista.....	118
6.2.2 Ambiente de trabalho e instrumentos de pesquisa	121
6.2.3 Caráter colaborativo da ciência	123
6.2.4 Financiamento da ciência.....	126
6.2.5 Publicação de artigos e revisão por pares	128
6.2.6 Complexidade do trabalho científico.....	131
6.2.7 Relação entre a ciência e a sociedade.....	132

6.2.8 Questões éticas na ciência.....	134
6.2.9 Falibilidade da ciência.....	135
6.2.10 Métodos científicos.....	137
6.3 Concepções no questionário final.....	138
6.3.1 Impactos da ação do HVC nos estudantes	138
6.3.2 Despertamento de curiosidade e interesse nos estudantes quanto às pesquisas que conheceram	140
6.3.3 Importância de conhecer o que os cientistas da região pesquisam	140
6.3.4 O que é necessário para se tornar um cientista	142
6.3.5 Concepções após as atividades.....	143
6.3.6 Compreensão do papel do erro na ciência.....	144
6.3.7 Compreensão da colaboração na ciência.....	144
6.3.8 Compreensão dos processos envolvidos na realização de pesquisas	145
6.3.9 Compreensão das influências da ciência.....	146
6.3.10 Método científico.....	147
6.3.11 Interesse em se tornar cientista	148
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	149
REFERÊNCIAS.....	155
APÊNDICES	164
Apêndices A – Registro de Assentimento Livre e Esclarecido (RALE)	164
Apêndices B - Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE)	166
Apêndices C – Questionário inicial	169
Apêndices D – Recorte do Texto de Divulgação Científica	173
Apêndice E – Orientação do trabalho final	176
Apêndice F: Questionário final.....	177

PRÓLOGO

Meu vislumbre pela ciência começou na infância, assistindo desenhos e filmes nas quais a mídia representava a imagem de um cientista como um ser extraordinário, capaz de fazer coisas incríveis em busca do que acreditava, além de estar sempre salvando a humanidade em virtude da sua genialidade. A magia da ciência apresentada nas animações, filmes de ação, drama, ficção científica e outros gêneros dos muitos que eu assistia me encantava, e, apesar de não saber nem especular qual o caminho para se tornar um cientista, me via fascinada pela profissão, principalmente no que se dizia respeito a estar em um laboratório manuseando vidrarias e soluções químicas.

Assim, a química foi uma das profissões em que mais me interessei na minha trajetória escolar, pois me admirava a forma em que ela se fazia presente em tudo no mundo. No entanto, a falta de afeição pela matemática na época me desmotivou por inúmeras vezes de me sentir apta a ingressar um curso de ciências da natureza. Quase desistindo de me inserir nessa área, em 2015 no meu 3º ano do ensino médio, assisti uma peça de teatro científico de um grupo da UNESP que se apresentavam na UNIFEI. A peça nomeada “A Escola Aperiódica” foi um divisor de águas para mim naquele momento, o espetáculo fez novamente meu olho brilhar para a química e querer dar uma chance para esse sonho rodeado de inseguranças.

Em 2016 fui tomada pela felicidade de poder ingressar no curso de química licenciatura da UNIFEI. Lembro muito bem da tão sonhada primeira aula de laboratório, que foi um mix de desespero e realização, já que não estava acostumada com práticas experimentais e não sabia o nome de quase nenhuma vidraria.

Aos poucos na graduação fui me envolvendo com atividades de extensão que foram primordiais para despertar meu interesse pela área da educação. Quando ingressei no Programa de Residência Pedagógica, tive meu primeiro contato com a docência de uma forma mais intensificada, visto que passei 2 anos na mesma escola pública lecionando aulas de química e desenvolvendo projetos disciplinares e interdisciplinares com os estudantes.

Dos momentos que mais me marcaram, me lembro das frequentes perguntas que alguns alunos faziam sobre a faculdade. Questionamentos como

“Quanto tem que pagar para estudar lá?” ou “Qualquer um pode entrar lá?” revelavam o distanciamento entre a escola e a universidade. Com esses questionamentos, ficava perceptível que alguns alunos sequer sabiam que a universidade pública é gratuita e que qualquer pessoa pode usufruir desse espaço público mesmo não possuindo vínculo. Ali, pude perceber que a distância existente entre universidade e escola não era somente física, mas que há muito desconhecimento e desinformação sobre esse espaço que pode gerar até mesmo uma negação da importância do que se produz nesse local.

Dessa forma, acredito que seja muito importante que os estudantes da educação básica, em especial os de escolas públicas, possam se ver ocupando tais espaços. É necessário que a democratização do acesso às universidades públicas vá além de aderir e ampliar as políticas de acesso, é preciso também estímulo, incentivo e informação para que desperte nos jovens a vontade de se tornarem futuros cientistas. E mesmo aqueles que escolham não fazer parte dela, é de extrema importância que reconheçam a universidade pública como um espaço que promove conhecimento por meio das pesquisas. Portanto, uma boa compreensão do fazer científico pode acarretar em cidadãos que defendam as universidades públicas do país, como também que entendam os benefícios e fragilidades da ciência.

Nesse sentido, também é importante apontar que os cientistas precisam buscar comunicar seus trabalhos para outros que não são seus pares. A popularização da ciência que é produzida na universidade é uma atividade primordial para uma sociedade cientificamente alfabetizada, e tais contatos com estudantes da educação básica privilegiariam um bom desenvolvimento do pensamento crítico desses alunos que estão em processo de formação e desenvolvimento.

Voltando ao ensino superior, em meu trabalho final de graduação realizei uma pesquisa bibliográfica que buscava levantar artigos publicados nos últimos 10 anos que abordavam atividades para discutir a Natureza da Ciência na educação básica. Como parte dos resultados, pude notar que as atividades de divulgação científica eram pouco implementadas com esse objetivo, porém, a divulgação científica tem grande potencialidade para colaborar com a compreensão dos aspectos do desenvolvimento da ciência e da imagem do

cientista, além de aproximar a universidade e a escola por meio do ensino não formal.

Nesse cenário, essa dissertação de mestrado surge da necessidade de aproximar discentes da educação básica dos contextos reais de trabalhos dos pesquisadores, buscando promover atividades de divulgação científica que possam oportunizar a interação entre estudantes e cientistas da mesma região, buscando a valorização do conhecimento que se produz nesse espaço e uma compreensão mais apropriada de alguns aspectos da natureza da ciência, como a imagem do cientista, caráter colaborativo da ciência, suas influências e outros.

Diante do exposto, essa pesquisa está organizada em sete capítulos.

No primeiro e segundo capítulo busca-se fundamentar a justificativa e o objetivo da realização deste trabalho.

No terceiro capítulo apresentamos um o referencial teórico sobre Natureza da Ciência, dividido nos seguintes tópicos: definições de Natureza da Ciência; aspectos consensuais da Natureza da Ciência: abordagens e críticas; abordagem da natureza da ciência no ensino de ciências; compreensões de estudantes e professores sobre a Natureza da Ciência; e NdC em atividades didáticas na educação básica: uma revisão.

No quarto capítulo buscamos abordar questões relativas à Divulgação Científica, apresentando em sessões sobre: Compreensões gerais sobre a Divulgação Científica; A Divulgação Científica no Ensino de Ciências; Texto de Divulgação Científica.

No quinto capítulo trazemos os aspectos metodológicos adotados na dissertação, apresentando uma caracterização do tipo de pesquisa, detalhamento do seu contexto e desenvolvimento e método de análise dos dados.

No sexto capítulo são apresentados os resultados e discussão desse trabalho.

Por fim, nas considerações finais buscamos apontar as contribuições e caminhos para futuras pesquisas.

1. INTRODUÇÃO

A ciência e tecnologia atravessam inúmeras questões da sociedade, influenciando e impactando a vida cotidiana, tornando indispensável que a população venha a ser cientificamente alfabetizada, isto é, que os cidadãos sejam aptos a pensarem criticamente, refletir e tomar decisões a respeito de temas científicos.

Visando uma sociedade que compreenda tais questões, têm sido cada vez mais necessárias iniciativas de popularização da ciência, buscando promover uma percepção da ciência como uma prática social não neutra e que não surge ao acaso. Nesse sentido, Espíndola e Praça (2018) apontam a escola como um espaço indispensável para a formação de cidadãos críticos, com o dever de proporcionar a educação científica baseada em dois princípios importantes: ensinar ciência e sobre a ciência.

No entanto, existe um notório distanciamento da ciência escolar e da ciência dos cientistas, uma vez que a ciência escolar habitualmente é ensinada de forma abstrata e distante de seu contexto de origem, na qual muitos processos são omitidos e o acesso ao pesquisador é praticamente inexistente (ESPÍDOLA; PRAÇA, 2018; MUNFORD; LIMA, 2007). Munford e Lima (2007) ainda apontam que aprender ciências deve ser considerado um exercício tão importante quanto aprender sobre ciências, dessa forma, os autores julgam inadequado dissociar a aprendizagem de conceitos científicos das práticas exercidas pelos cientistas.

Em contrapartida da importância de uma boa compreensão dos aspectos científicos, Silva e Videira (2020) indagam a respeito de uma notável preocupação contemporânea: o crescimento do número de pessoas que não confiam na ciência ou não sabem dizer por que o conhecimento científico é relevante. Nos últimos anos a ciência e os cientistas vêm sofrendo ataques frequentes direcionados por variados grupos, que, segundo os autores, “expressam não somente a falta de formação e informação de uma parcela da população, como também a atitude estratégica e planejada, de outra parcela” (SILVA; VIDEIRA, 2020, p.1043-1044).

À vista disso, emerge a importância de reconhecer a ciência como uma prática social que não deve ser desvinculada dos sujeitos e das ideologias que o constituem (CUNHA; GIORDAN, 2009), além de compreender que a ciência é dotada de valores culturais e possui dimensões variadas como institucional, social, política e histórica, lógica e epistemológica, se caracterizando como um conjunto de práticas plurais com conhecimentos pertencentes a sociedade (SILVA; VIDEIRA, 2020).

Nesse sentido, a Divulgação Científica (DC) pode surgir como uma forma de popularizar os conhecimentos científicos produzidos nos espaços acadêmicos, aproximando a sociedade dos pesquisadores, da ciência e dos valores e influências de suas práticas. Para Candotti (2002), a circulação das ideias e dos resultados de pesquisas dos cientistas é fundamental para avaliar o seu impacto social e cultural, como também permitir, por meio do livre debate e confronto de ideias, os vínculos e valores culturais na qual a descoberta do novo, por muitas vezes, rompe ou fere. De acordo com o autor:

A responsabilidade maior que temos, acadêmicos e cientistas, é a de educar. Para entender e transformar o mundo. Para torná-lo mais justo e igualitário. Se procuramos o novo, é para contá-lo aos nossos alunos, próximos ou distantes, e ensinar aos jovens como conservar viva a chama da curiosidade (CANDOTTI, 2002, p. 20-21).

Dessa forma, compreende-se a importância do comprometimento dos cientistas com a DC, visto que é comum que a circulação de ideias das pesquisas executadas permaneça apenas entre a própria comunidade científica, impedindo que o público leigo também seja contemplado com tais conhecimentos. Assim, para alcançar uma sociedade cientificamente alfabetizada, é indispensável que o conhecimento científico seja comunicado aos indivíduos.

Um dos pontos mais importantes do trabalho de difusão do conhecimento científico está associado a um bom funcionamento da democracia, uma vez que diversos setores da sociedade são permeados por informações científicas e tecnológicas, como os debates políticos, questões éticas, questões ambientais, econômicas e outros. À vista disso, os cidadãos participam nas tomadas de decisões de forma indireta ou direta com suas escolhas como consumidores, eleitores, educadores, participantes de protestos, greves e referendos, tomando decisões sobre temas variados e significativos (CASTELFRANCHI, 2010).

Para Pivaro e Giroto (2020), a educação e o estímulo do desenvolvimento de um pensamento crítico é a melhor forma de enfrentar o negacionismo científico. De acordo com Pereira e Gurgel (2020), o ensino de ciências é marcado por uma crise em atingir sucesso quanto aos seus objetivos educacionais, visto que diversos professores e pesquisadores relatam a persistência de um ensino pouco significativo e vazio, indicando a necessidade de mudanças nas práticas educacionais.

Diante dessa questão, a história, filosofia e sociologia da ciência têm sido utilizada em sala de aula como uma estratégia capaz de reformar esse cenário do ensino de ciências. Embora não seja a solução de todas adversidades da educação, a educação vem buscando um ensino de ciências mais contextualizado e proporcionando uma aprendizagem mais crítica, reflexiva, humanizada (PEREIRA; GURGEL, 2020).

Segundo Pereira e Gurgel (2020) com o consenso das vantagens do ensino de ciências utilizando abordagens históricas, filosóficas e sociológicas, se consolidou também a defesa de um ensino sobre a ciência, chamado pelos pesquisadores de Natureza da Ciência (NdC), que se refere aos estudos voltados para os conhecimentos epistemológicos científicos (MENDONÇA; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2021).

Assim, Pietrocola, Forato e Martins (2012) destacam a importância de se discutir com estudantes do ensino básico os aspectos que tratam da NdC, buscando atribuir melhores significados nas concepções dos estudantes sobre a ciência e a imagem dos cientistas, posto que em sala de aula diversos desses aspectos são omitidos, promovendo, conseqüentemente, uma visão inadequada sobre o conhecimento científico. Diante disso, ao ensinar a ciência omitindo os aspectos da NdC, ela pode ser retratada de forma simplista e carente de significados.

Arrigo e colaboradores (2018) sugerem que não há uma lista de elementos que podem definir precisamente os aspectos que caracterizam a NdC, no entanto, há alguns consensos entre os pesquisadores dessa área que são capazes de orientar os professores a abordar tais questões em suas práticas. Alguns desses aspectos são elencados por McComas, Clough e Almazroa (1998), conforme discutiremos mais adiante no capítulo 3.2.

Logo, se torna necessário empregar estratégias de ensino que buscam uma compreensão mais adequada da NdC, como apresentar seus riscos e benefícios, além de proporcionar uma imagem mais conveniente do cientista. Para Silva e Videira (2020):

Se não ensinarmos as ciências a partir de uma perspectiva plural, como práticas sociais com dimensões filosóficas, históricas e culturais, em um espaço escolar compromissado com ideais e valores que superam interesses utilitários e produtivistas, formaremos cidadãos oficialmente alfabetizados, formalmente escolarizados, mas sem intimidade com o conhecimento científico, sem real apreço pela pesquisa científica como uma forma de vida, que não cultivam a ciência como parte fundamental da vida cultural (SILVA; VIDEIRA, 2020, p.1063).

A mídia também tem um papel indispensável na imagem que é construída da ciência, na qual até mesmo o espaço escolar traz para sala de aula materiais proveniente de tais meios, como reportagens e vídeos. Porto, Brotas e Bortoliero (2011) discorrem que a imprensa em geral tem grande responsabilidade na formação de opinião pública, porém, a maioria das notícias sobre ciência não explicam sobre o processo da produção científica, suas origens, consequências e seus agentes financiadores, assim, tais informações científicas são apropriadas pela opinião pública e reproduzidas nas escolas, gerando uma compreensão acrítica, de uma ciência e tecnologia neutra e atemporal.

Nesse cenário, considerando que a ciência é uma atividade humana que não é destituída de seu contexto histórico e social, a mídia, os jornalistas e os cientistas tem como responsabilidade a formação de uma cultura científica cidadã, na qual pessoas de diferentes classes sociais devem participar ativamente na formulação e nas decisões da política científica, e para isso, a DC se apresenta como uma estratégia significativa para a construção coletiva do conhecimento (PORTO; BROTAS; BORTOLIERO, 2011).

Conforme Videira e Silva (2020) precisamos continuamente redobrar nossos esforços em DC, buscando aproximar a ciência da sociedade, tornar o conhecimento científico acessível, gerar nos jovens interesse para a cultura científica e criar um canal efetivo entre os cientistas e o público mais amplo.

Dos diversos ataques direcionados às universidades públicas, em 2019, o termo “balbúrdia” recebeu um destaque ao ser expresso pelo ministro da educação para justificar os cortes financeiros das universidades públicas (RAIC; CARDOSO; PEREIRA, 2020). A partir desse acontecimento e de outros ataques

de grupos neoliberais que colocavam em constatação a importância das universidades públicas, tanto em produzir conhecimento, tanto em formar profissionais qualificados, uma série de protestos foram realizados no país, buscando combater esse discurso que menospreza a produção científica e o trabalho de alunos e pesquisadores.

Procurando combater os ataques dos neoliberais, pesquisadores e alunos de todo Brasil buscaram promover ações no espaço público, como ruas e praças, para a popularização da ciência, afim de atingir diferentes públicos da sociedade levando debates sobre a importância e impactos do desenvolvimento científico, produzido na maioria das vezes no âmbito das universidades públicas. Dessa forma, cientistas se viram na responsabilidade de defrontar tais discursos aproximando da sociedade, comunicando seus trabalhos para a comunidade por meio de ações de DC.

Dado que as universidades públicas produzem o maior número das pesquisas do país, e a importância de reconhecer esse local como um indispensável produtor de conhecimento, buscamos promover, por meio de um projeto de extensão, a aproximação de estudantes da educação básica com cientistas de uma universidade pública, no intuito de contribuir com uma compreensão mais significativa do trabalho científico e da imagem dos cientistas, além de buscar proporcionar uma valorização desse espaço nas produções de pesquisas.

É importante compreender as universidades como um espaço articulador entre o ensino, pesquisa e extensão, na qual esses três aspectos devem coexistir, buscando uma formação íntegra do futuro profissional (ASSIS; BONIFÁCIO, 2011; PAIVA; TAFFAREL, 2001).

De acordo com Pivetta e colaboradores (2010) a tríade ensino, pesquisa e extensão precisa ser encarada como atividades complementares e interdependentes, e serem valorizadas no âmbito universitário buscando a difusão, criação, sistematização e transformação do conhecimento através da relação de teoria e prática, para os autores:

[...] forma-se um ciclo dinâmico e interativo em que a pesquisa aprimora e produz novos conhecimentos, os quais são difundidos por meio do ensino e da extensão, fazendo com que esses três pilares balizadores da formação universitária tornem-se complementares e interdependentes, atuando de forma sistêmica (PIVETTA, 2010, p. 367).

Assim, na perspectiva de atrelar pesquisa, ensino e extensão, essa pesquisa foi desenvolvida no âmbito de um projeto de extensão nomeado “Conhecendo o fazer ciência por meio de atividades de divulgação científica”, que buscou promover atividades de DC para a comunidade local. Nesse projeto foram desenvolvidos outros eixos de projetos de DC, no entanto, este trabalho foi realizado somente no envolvimento do projeto “Hoje Vi um Cientista – visitas programadas de grupos de estudantes da educação básica a laboratórios de pesquisadores e pesquisadoras”. Esse eixo buscou promover maior compreensão de estudantes da educação básica sobre os processos de desenvolvimento do conhecimento científico, aproximar os estudantes do trabalho realizado nas universidades públicas, reconhecendo-a como produtora de conhecimento e espaço público e também auxiliar na desconstrução de imagens equivocadas sobre o trabalho da na ciência e perfil dos cientistas.

Partindo do pressuposto da necessidade de promover uma DC que aproxime o público leigo da ciência e promova uma compreensão dos aspectos filosóficos e sociológicos da ciência, desenvolvemos, junto a uma turma de estudantes da educação básica, uma sequência didática pautada em recursos e atividades de DC, no intuito de abordar aspectos da NdC e promover a aproximação entre estudantes e pesquisadores da universidade pública da mesma região.

Portanto, no bojo dessas atividades, elaboramos a seguinte questão de pesquisa: Quais aspectos da NdC emergem em atividades de DC que buscam aproximar estudantes da educação básica e cientistas em seus contextos reais de pesquisa? Quais as potencialidades e limitações do uso do TDC e da interação com cientistas para promover discussões de aspectos da NdC?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Investigar as concepções de estudantes sobre aspectos da NdC através do desenvolvimento de ações e recursos de DC, que têm como foco aproximar estudantes da educação básica de pesquisadores da universidade e de seus contextos reais de trabalho.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar que conhecimentos e concepções os estudantes têm sobre a NdC.
- Discutir o potencial de textos de DC que reportam aspectos do fazer ciência com base em pesquisas desenvolvidas por cientistas brasileiros, buscando evidenciar aspectos da NdC.
- Investigar quais compreensões sobre a NdC são evidenciadas através da interação entre estudantes e cientistas de uma universidade pública.
- Analisar as compreensões acerca do cientista e do desenvolvimento do conhecimento científico após o desenvolvimento das ações propostas.

3. NATUREZA DA CIÊNCIA

3.1 Definições de Natureza da Ciência

De acordo com Videira (2005), a filosofia da ciência surgiu como uma área de investigação intelectual procurando responder à questão “o que é ciência?”, como também legitimá-la e apontar que tipo de conhecimento pode ser considerado científico, buscando assim, permitir que o conhecimento científico seja diferenciado de outros tipos de conhecimento da sociedade, como o religioso, filosófico e senso comum. Nesse sentido, o autor aponta:

Nunca foi pretensão da filosofia da ciência questionar a existência da ciência ou, depois desta última ter mostrado a sua relevância prática, colocar em xeque a sua possibilidade enquanto conhecimento. Ao contrário, a sua tarefa era mostrar que a ciência era uma atividade real e importante. Isso porque, com a ciência, a espécie humana teria conseguido, pela primeira vez em sua história, formular um tipo de conhecimento que não apenas diria verdadeiramente como é o mundo externo, mas por que, com a ciência, a humanidade teria conseguido criar um tipo de conhecimento que tornaria possível o domínio desse mesmo mundo externo, de onde resultariam benefícios materiais e positivos para a espécie humana (VIDEIRA, 2005, p.70-71).

McGuire e Tuchanska (2013) indicam que há duas maneiras em que a filosofia e a história buscam abordar a ciência. A primeira, epistemológica, se preocupa em compreender o que é a ciência, a segunda se preocupa em entender como a ciência funciona. Dessa forma, a primeira abordagem descontextualiza a ciência, separando do contexto sociohistórico que ela é desenvolvida “Essa perspectiva sobre a ciência é objetivista, primordialmente sincrônica, e se concentra nos produtos da prática científica (MCGUIRE; TUCHANSKA, 2013, p.152)”. Por outro lado, a segunda abordagem busca observar a ciência a partir de seu contexto sociohistórico, uma vez que vivemos em mundos culturais, em que não há verdades atemporais e nem um método científico que permita soluções para todas as questões das ciências dos diversos campos de investigação científica (MCGUIRE; TUCHANSKA, 2013).

Tais autores também se posicionam quanto às ponderações que trouxeram a respeito do que é a filosofia e história da ciência:

A oposição que estamos descrevendo é, sem dúvida, uma simplificação exagerada, que não apenas desconsidera as diferenças internas e as transformações históricas de ambas as perspectivas, mas também deixa de notar que, nos dois lados, existem concepções

filosóficas, sociológicas, antropológicas e históricas (MCGUIRE; TUCHANSKA, 2013, p. 152).

Nesse sentido, para compreender o que é a NdC é fundamental entender as diferenças com a filosofia e história da ciência, uma vez que embora ambas estejam relacionadas, não se referem à mesma coisa (ROZENTALSKI, 2018).

Moura (2014) aponta que a história e filosofia da ciência formam um caminho que possibilita discussões acerca da NdC, uma vez que evidenciam aspectos da construção do conhecimento científico. No entanto, hoje é possível compreender a NdC em uma perspectiva mais abrangente que engloba outras áreas do conhecimento, como a sociologia da ciência, psicologia da ciência, antropologia da ciência e economia da ciência (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020).

À vista disso, compreende-se que o termo NdC é amplamente conhecido entre os pesquisadores dessas áreas, na qual nos últimos anos vem ganhando destaque em publicações acadêmicas que evidenciam sua relevância e contribuições para um ensino de ciências mais eficaz, tanto na educação básica como no ensino superior. Ainda que as pesquisas sobre a NdC sejam pertinentes na atualidade, investigando temas como currículos, formação de professores, materiais didáticos e propostas para sala de aula, as suas discussões não são recentes.

Para Martins (2015), a ciência é um empreendimento social complexo, e nesse sentido, inúmeros autores vem buscando compreender a epistemologia científica, estabelecendo diversas concepções. Para Barbosa e Aires (2019) quando os filósofos, historiadores e sociólogos da ciência discutem sobre aspectos da NdC, os diferentes pontos de vista tornam complexo uma única definição do que ela é. Por conseguinte, trazemos um panorama de como a concepção de ciência foi se modificando no decorrer dos anos e como alguns autores atribuem significados para esse termo.

No século XVII “O método científico” tinha se tornado uma das principais preocupações dos filósofos, tais investigações foram conduzidas principalmente por Francis Bacon. Algumas concepções do método baconiano sobre a ciência, que foi aceita principalmente entre os cientistas são que:

a) *a ciência começa por observações*, na qual Bacon propôs que as investigações científicas deveriam ser realizadas com base em um extenso catálogo de observações neutras dos mais variados fenômenos;

b) *observações são neutras*, na qual as pesquisas deveriam ser feitas sem antecipações especulativas e sem diretriz teórica, e os cientistas deveriam limpar suas mentes de qualquer outra influência, pois a observação deveria ser pura;

c) *Indução*, em que as leis científicas são extraídas do conjunto de observações a partir de um processo seguro e objetivo, “que consiste na obtenção de proposições gerais (como as leis científicas) a partir de proposições particulares (como os relatos observacionais)” (CHIBENI, 2004, p. 2).

No século XX mais filósofos buscaram compreender o que é a ciência, principalmente com produções críticas sobre a atividade científica, vindo de autores como Kuhn, Bunge, Feyerabend, Bachelard, Lakatos e Popper, evidenciando que a atividade científica é mais complexa do que os empiristas e indutivistas propunham (ARTHURY, 2021). No início do século XX o empirismo lógico defendia que a ciência era um conhecimento construído com base na empiria e no formalismo lógico, desconsiderando questões relativas às crenças e valores dos cientistas, pois não era considerado um elemento importante e “os enunciados científicos deveriam ser lógicos e formais, sendo a matemática a linguagem universal, por excelência, da ciência” (MOURA; GUERRA, 2016, p. 736).

No entanto, filósofos como Imre Lakatos e Thomas Kuhn estabeleceram críticas a esse empirismo lógico, uma vez que os conhecimentos sobre a ciência não deveriam ser desvinculados do contexto social em que é produzido, construindo análises gerais sobre a ciência, que consideravam explicações estruturais de como o conhecimento científico é construído (MOURA; GUERRA, 2016).

Contudo, os filósofos não foram os únicos que conduziram estudos sobre a ciência, diversos pesquisadores de diferentes épocas e países que desenvolveram pesquisas na área de educação em ciências, em especial os das áreas de história, filosofia e sociologia do ensino de ciências, conduziram estudos buscando compreender os aspectos envolvidos no desenvolvimento científico guiados pelas mudanças nas concepções filosóficas, para assim, guiar o exercício de professores em suas propostas para sala de aula. Muitos desses pesquisadores nos apontam suas definições sobre o que consideram ser a NdC.

Os pesquisadores estadunidenses Abd-El-Khalick e Lederman (2000) trazem um panorama de como a concepção do que é NdC foi se modificando em alguns períodos, indicando o caráter provisório do conhecimento científico. Nos anos 1900 a compreensão de NdC se voltava para entender questões em torno do método científico no desenvolvimento da ciência. Na década de 1960 algumas concepções haviam mudado, assim, questões como as habilidades de investigação e processo científico de observar, formular hipóteses, inferir, interpretar dados e projetar experimentos passaram a ser consideradas. Na década de 1970 o conhecimento científico passou a ser caracterizado como provisório, público, replicável, probabilístico, humanístico e desenvolvido em contexto histórico. Nos anos de 1980 os fatores psicológicos passaram a ser levados em consideração, como o papel da criatividade, das observações serem carregadas de teorias como também dos fatores sociais (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000).

Lederman (1992) aponta de forma mais objetiva que a NdC se refere aos valores e pressupostos inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico.

O pesquisador brasileiro Moura (2014) traz sua compreensão que a NdC é um conjunto de elementos que buscam tratar da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico, na qual abrange questões internas da ciência como método científico e relação entre experimento, teoria e também as questões externas, como as influências sociais, culturais, religiosas e políticas que interferem na aceitação ou rejeição de ideias científicas. Conforme aponta o autor: “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).

Vázquez-Alonso e colaboradores (2008) apresentam essa definição em um sentido mais abrangente, apontando que a NdC trata dos diversos aspectos do que é a ciência, como seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, quais métodos que usa para validar tais conhecimentos, assim como os valores envolvidos nas atividades científicas e seus vínculos com a tecnologia, suas relações com a sociedade e contribuições desta para a cultura e progresso da sociedade.

Outra forma de compreender a NdC é de acordo com a concepção de McComas (2008), o qual indica que a NdC se constitui na combinação de diversos aspectos dos estudos sociais da ciência, como a história, filosofia e sociologia da ciência, combinando com pesquisas das ciências da cognição, como a psicologia, na busca de uma compreensão mais rica sobre como a ciência funciona, como os cientistas operam enquanto um grupo social e como a sociedade dirige e reage aos empreendimentos científicos.

Compreender os significados de NdC atribuídos por diferentes autores nos ajudam a entender como e quais aspectos do desenvolvimento científico influenciam no funcionamento da ciência, além de que, tais definições colaboraram e direcionam o surgimento de novos trabalhos das áreas de história, filosofia e sociologia no ensino de ciências. Para Rozentalski (2018, p. 104):

As compreensões a respeito da Natureza da Ciência permitem vislumbrar que elas, em maior ou menor grau, se distinguem não só por uma variação na forma de expressá-la, mas, também, no que diz respeito a sua abrangência, ou seja, seu conteúdo. Tais diferenças nos motivam a delinear o que orienta a sua construção.

Assim, devido às diversas tentativas de explicar ou caracterizar o desenvolvimento e funcionamento da atividade científica é comum que haja diversas críticas e contrapontos a respeito dessas compreensões (ARTHURY; TERRAZZAN, 2018). Conforme aponta Arthury e Terrazzan (2018), apesar de haver diversas concepções sobre o significado e abrangência da NdC, alguns autores vêm buscando estabelecer um conjunto de características que ilustram alguns pontos consensuais sobre o funcionamento da ciência.

Portanto, com o surgimento das listas de concepções consensuais sobre a NdC, alguns autores têm elaborado considerações sobre a importância dessas listas, principalmente para guiar o ofício dos professores de ciência, e outros autores têm argumentado pela rejeição de tais listas. Nesse sentido, no capítulo seguinte, abordaremos os aspectos consensuais na perspectiva das defesas e das críticas.

3.2 Aspectos consensuais da Natureza da Ciência: abordagens e críticas

De acordo com Martins (2015), nos últimos anos tem se estabelecido um conjunto de concepções que concernem o que ensinar de conteúdos

metacientíficos, chamado de visões consensuais sobre a NdC. As visões consensuais estabelecem um conjunto de aspectos que buscam promover um consenso amplo a respeito do que se espera que esteja presente no currículo escolar de ciências, pretendendo instruir docentes através de um consenso de visões acerca dos aspectos que seriam válidos para a inserção da temática da NdC nas escolas (MARTINS, 2015).

Contudo, da mesma forma que não se pode afirmar uma única definição de NdC, também não possível sugerir que há uma imagem “correta” e singular da atividade científica, uma vez que essa possui um caráter multifacetado, complexo e dinâmico (TEIXEIRA; FREIRE; EL-HANI, 2009). Entretanto, diversos autores argumentam que deve ser possível chegar a um entendimento comum do que deve ser uma visão adequada da NdC, unindo características em acordo das visões que buscam caracterizar os aspectos do desenvolvimento científico, como também, definir quais concepções sobre a ciência devem ser evitadas (TEIXEIRA; FREIRE; EL-HANI, 2009; ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; GIL-PEREZ et al., 2001).

Assim, Rozentalski (2018) aponta que as listas de princípios consensuais são pensadas pelos pesquisadores objetivando fomentar abordagens explícitas e reflexivas, para auxiliar professores em ter uma melhor compreensão sobre a ciência, de forma que esses consigam elaborar suas próprias estratégias e atividades para tratar da NdC com seus alunos.

Uma das listas consensuais reportadas na literatura é a proposta por Gil-Peréz (1993), que listou algumas concepções errôneas sobre o trabalho científico que pode ser transmitido pelo ensino de ciências de forma explícita ou implícita. Dessa forma, a lista elaborada por Gil-Pérez (1993) se propõe a ressaltar as visões de ciências mais comuns e que devem ser evitadas, na qual ele sugere que “...podemos tentar aproximar-nos de uma imagem mais correta e adequada do trabalho científico, tomando em consideração essas deformações, isto é, tratando explicitamente de não cair nas mesmas deformações, nem ativa, nem passivamente” (GIL-PÉREZ et. al, 2001, p.128). Algumas dessas visões deformadas são:

- **Visão empirista e ateórica:** essa concepção ingênua destaca o papel neutro das observações científicas e da experimentação. Essa ideia

também atribui a essência da atividade científica à experimentação, na qual essa concepção pode comprometer também os cientistas;

- **Visão rígida:** aqui apresenta a noção de que existe um método científico cheio de etapas, além de que a ciência é infalível e incapaz de cometer erros;
- **Visão aproblemática e ahistórica:** apresenta a ciência de forma descontextualizada, em que vários aspectos são omitidos, mostrando uma ciência com conhecimentos elaborados e desconsiderando os problemas que lhe deram origem, qual foi sua evolução e as dificuldades encontradas;
- **Visão exclusivamente analítica:** ignora o caráter interdisciplinar do conhecimento científico;
- **Visão acumulativa e linear:** essa visão apresenta o conhecimento científico de forma acumulativa, em que os conhecimentos crescem linearmente, ignorando as crises e remodelações;
- **Visão de senso comum:** reduz o conhecimento científico em uma apresentação clara e óbvia, sem levar em conta outros aspectos do conhecimento científico;
- **Visão elitista:** concepção que transmite uma inacessibilidade à ciência, uma vez que se entende que os cientistas são pessoas geniais, com dons e majoritariamente de gênero masculino;
- **Visão individualista:** o conhecimento científico é desenvolvido por gênios que trabalham isoladamente, ignorando a possibilidade de um trabalho colaborativo;
- **Visão descontextualizada e socialmente neutra:** concepção que ignora as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e qualquer influência que esses possam exercer nos cientistas e no desenvolvimento de suas pesquisas, além de reforçar uma imagem da ciência “acima do bem e do mal”.

Outra lista de concepções consensuais, porém com objetivo diferente da de Gil-Pérez (1993), é a proposta pelos autores McComas, Clough e Almazroa (1998), na qual elencam as visões adequadas de NdC mais aceitas pela comunidade científica e que deveriam ser ensinadas pelos professores. Os consensos listados foram propostos após uma análise de 8 documentos de

currículo de ciências de países como Estados Unidos, Canadá, Austrália, Nova Zelândia, Inglaterra e País de Gales. Dessa forma, noções adequadas da NdC catalogadas foram as seguintes:

- O conhecimento científico pode ser durável, no entanto, tem um caráter provisório;
- O conhecimento científico se apoia em observações, evidência experimental, argumentos racionais e ceticismo, mesmo que não dependa completamente desses aspectos.
- Não há uma única maneira de fazer ciência, o que implica na não existência de um método científico;
- A ciência é uma tentativa de explicar os fenômenos naturais;
- Leis e teorias desempenham um papel diferente na ciência, tornando necessário compreender que as teorias não se tornam leis;
- Pessoas de todas as culturas contribuem com o desenvolvimento da ciência;
- Os novos conhecimentos devem ser relatados de forma clara e aberta;
- Os cientistas necessitam fazer registros cuidadosos, revisão por pares e reprodutibilidade;
- As observações são carregadas de teorias;
- Cientistas usam da criatividade;
- A história da ciência revela um caráter evolucionário e revolucionário;
- A ciência faz parte de tradições culturais e sociais;
- A ciência e tecnologia se impactam mutuamente;
- As ideias científicas são afetadas por seu meio social e histórico.

Para os autores, esses aspectos consensuais podem ser considerados suficientes para que estudantes da educação básica construam concepções mais realistas sobre o desenvolvimento da ciência (McCOMAS; CLOUGH; ALMAZROA, 1998; KRUPCZAK; AIRES, 2020).

De forma semelhante, Lederman e colaboradores (2002) elaboraram uma lista que sintetiza alguns consensos, apresentando elementos de concordância entre historiadores e filósofos, buscando tornar esses conhecimentos acessíveis aos estudantes e também úteis para os cidadãos de forma geral. A lista de Visões Consensuais de Natureza da Ciência (VCNdC) de Lederman e colaboradores (2002) indicam os seguintes itens:

- **A natureza empírica do conhecimento científico:** a ciência é parcialmente baseada em observações do mundo natural e tais observações exercem um papel nas validações científicas. No entanto, os cientistas não têm acesso direto a esses fenômenos, mas, essas observações são feitas com instrumentos, percepção do pesquisador e de um referencial teórico que guia a observação;
- **Observação, inferência e entidades teóricas em ciência:** os estudantes devem ser capazes de diferenciar uma observação de uma inferência, uma vez que observações estão relacionadas aos sentidos, já as inferências não estão acessíveis aos sentidos. Sendo assim, compreender essa diferenciação colabora com a compreensão questões relativas ao conhecimento científico, como a variedade de entidades teóricas, como os modelos;
- **Teorias e Leis Científicas:** as teorias científicas são sistemas de explicações bem estabelecidos, servindo para explicar grandes conjuntos de observações, como a teoria molecular cinética. As teorias também têm um papel importante nos problemas de pesquisa e nas orientações das investigações que serão conduzidas. Por outro lado, as leis científicas são descrições sobre os fenômenos observados;
- **A Natureza Criativa e Imaginativa do Conhecimento Científico:** o desenvolvimento do conhecimento científico também envolve a imaginação e criatividade dos cientistas. A ciência não é uma atividade inteiramente racional e ordenada, uma vez que envolve a criação de explicação e entidades teóricas, exigindo aspectos criativos e imaginativos dos cientistas;
- **A Natureza do Conhecimento Científico é carregada de teoria:** o conhecimento científico é carregado de teorias, na qual os comprometimentos teóricos, as crenças e os conhecimentos prévios influenciam no trabalho do cientista.
- **Enraizamento Social e Cultural do Conhecimento Científico:** é importante compreender a ciência como um empreendimento humano, praticada em um contexto cultural com pesquisadores inseridos em uma determinada cultura e influenciada por ela;

- **Mito do Método Científico:** o mito do método científico se manifesta na crença que existe um único método, cujo passo a passo pode ser seguido pelos cientistas quando estão desenvolvendo sua pesquisa. Porém, não há como estabelecer uma sequência de passos para a atividade científica, logo, embora os cientistas observem, comparem, meçam, criem hipóteses e ideias, não há um método científico;
- **A natureza provisória do conhecimento científico:** embora o conhecimento científico possa ser confiável e durável, ele nunca é concreto e infalível, uma vez que a ciência está sempre sujeita a mudanças. Portanto, é possível que a ciência mude à luz de novas evidências.

Desse modo, essas listas consensuais apresentadas são apenas algumas reportadas na literatura, outras listas podem ser vistas em trabalhos como o do Inglês Pumfrey (1991), que reúne consensos entre historiadores e filósofos da ciência. No trabalho de Osborne e colaboradores (2003), que realizaram uma pesquisa empírica com educadores da ciência, cientistas, historiadores, filósofos e sociólogos da ciência, elaborando um conjunto de 9 temas consensuais sobre ideias de NdC. Na publicação de McComas (2008), que reúne 8 aspectos consensuais de livros populares que abordam a NdC por meio da história da ciência. Também há a publicação do educador brasileiro Moura (2014) que nos apresenta a uma lista sobre consensos através de uma análise de outras listas consensuais.

Apesar de muitos autores se mostrarem adeptos às listas consensuais, outros estudiosos vêm direcionando diversas críticas às limitações desse tipo de abordagem. Para Martins (2015) essa riqueza de pontos de vista é importante, pois permite realçar diferentes aspectos da prática científica, uma vez que possibilita conhecermos a visão de cada indivíduo acerca da ciência. Nesse sentido, Pereira e Gurgel (2020, p.1286) trazem um apontamento sobre as propostas de visões consensuais:

As listas das Visões Consensuais (VC), por mais que representem contribuições importantes aos estudos de Natureza da Ciência no ensino, são alvos de constantes críticas motivadas tanto por disputas acerca de seus conteúdos quanto por fragilidades de sua forma.

Nesse sentido, das diversas limitações das listas de visões consensuais Peduzzi e Raicik (2020) indicam que uma das maiores adversidades são seus

princípios descontextualizados e declarativos, na qual os enunciados são sucintos e ambíguos, podendo acabar sendo distorcidos ao serem interpretados pelos professores e estudantes.

Matthews (2012) elaborou diversas críticas às visões consensuais estabelecidas por Lederman e colaboradores (2002), defendendo que os elementos apresentados pelos autores precisam ser mais refinados e desenvolvidos filosoficamente e historicamente para que sejam úteis aos professores e alunos, assim, as listas precisam ser melhor elaboradas com aspectos menos simplistas e generalizados, além de que, podem ser interpretadas pelo professor como um dogma a ser ensinado, fugindo do objetivo crítico da qual ela foi proposta. Matthews (2012) ainda aponta críticas à terminologia Natureza da Ciência (*Nature of Science*), sugerindo uma substituição do termo por Características da Ciência (*Features of Science* - FOS), buscando evitar “armadilhas” filosóficas e educacionais e uma concepção essencialista da ciência com essa nova proposta.

Com a proposta alternativa do *Features of Science*, Matthews (2012, p.4) “...recomenda uma mudança de terminologia e foco de pesquisa do essencialista e epistemologicamente focado '*Nature of Science*' (NOS) para um mais relaxado, contextual e heterogêneo '*Features of Science*' (FOS).” Dessa forma:

A mudança de foco de NOS para FOS facilita muito essa orientação. A investigação da NOS concentrou-se na natureza do conhecimento científico; O FOS inclui isso, mas também se preocupa com os processos, instituições e contextos culturais e sociais em que esse conhecimento é produzido (MATTHEWS, 2012, p. 22).

Essa modificação de terminologia tem como proposta evitar “armadilhas” filosóficas e educacionais, que conforme a compreensão do autor se refere a questões como:

1. Mistura das características epistemológicas, sociológicas, psicológicas, éticas, financeiras e filosóficas em uma lista da NdC;
2. O privilégio dado a argumentos controversos e muito debatidos com respeito à metodologia ou 'natureza' da ciência;
3. A pressuposição de soluções particulares do problema de demarcação do que é a ciência;
4. O pressuposto de que a aprendizagem a respeito da Natureza da Ciência pode ser julgada e avaliada pela capacidade de os alunos de identificarem

um determinado número de enunciados declarativos a respeito da natureza da ciência.

Outras críticas foram direcionadas por Allchin (2011), alegando que as propostas das listas consensuais são insuficientes para atingir uma alfabetização científica eficiente, evidenciando itens irrelevantes que não colaboram com uma compreensão da confiabilidade das questões científicas em situações da vida real (MOURA; GUERRA, 2016), como a diferenciação entre leis e teorias. As listas também omitem aspectos que seriam relevantes, como o papel significativo da credibilidade, interação social entre cientistas, financiamento de pesquisas, motivações, revisão por pares, vieses cognitivos, fraude e validação de novos métodos.

Dessa forma, uma proposta alternativa que busca ressignificar a NdC é a *Whole Science* (Ciência Integral), que propõe evitar enunciações declarativas como faz as listas de visões consensuais, objetivando uma compreensão mais saudável e essencial para uma alfabetização científica funcional com novos aspectos considerados relevantes. As dimensões propostas de Allchin (2011) incluem:

- **Observação e raciocínio:** aborda dimensões como a relevância da evidência; papel da observação sistemática; integridade da evidência; robustez; papel de probabilidade na inferência; explicações alternativas; informações verificáveis e valores;
- **Métodos de investigação:** trata dos experimentos controlados; estudo cego e duplo-cego; análise estatística do erro; replicação e tamanho da amostra; correlação versus causalidade;
- **História e criatividade:** discorre sobre questões como papel da analogia e pensamento interdisciplinar; mudança conceitual; erro e incerteza; papel da imaginação e síntese criativa; motivações para fazer ciência; espectro de personalidades humanas na ciência;
- **Cultura:** aborda o papel das crenças culturais; papel do preconceito de gênero; papel do preconceito racial ou de classe;
- **Interações sociais entre cientistas:** retrata questões como a colaboração ou competição entre os cientistas; formas de persuasão; credibilidade; revisão por pares; limites de perspectivas teóricas alternativas e críticas; resolução de desacordo; liberdade acadêmica;

- **Processos cognitivos:** se refere aos vieses de confirmação e papel das crenças anteriores; percepções de risco emocionais versus baseadas em evidências;
- **Economia:** aborda questões de fontes de financiamento; conflito de interesse pessoal;
- **Instrumentação e práticas experimentais:** discorre sobre novos instrumentos e sua validação; modelos e organismos de modelo; ética da experimentação com seres humanos;
- **Comunicação e transmissão de conhecimentos:** trata das normas de tratamento de dados científicos; natureza dos gráficos; credibilidade das revistas científicas; fraude e má conduta; responsabilidade social dos cientistas.

No entanto, a proposta de Allchin (2011) também apresenta suas limitações e é alvo de críticas, uma vez que ele propõe os itens, mas não traz explicação e contextualização desses, assim, conforme aponta Rozentaliski (2018, p. 143) “...nenhuma consideração é feita sobre cada uma das dimensões, os itens que as constituem e as relações entre as diferentes dimensões”.

Apesar das limitações da proposta de Allchin, os aspectos da NdC que esta pesquisa pretende abordar com estudantes da educação básica vai de encontro com os valores do Whole of Science, uma vez que essa abordagem permite discutir aspectos como instrumentação e práticas experimentais, comunicação e transmissão de conhecimentos, interações sociais entre cientistas e métodos de investigação e criatividade, que são questões possíveis de serem abordadas em uma proposta de ações de divulgação científica.

De forma semelhante, Irzik e Nola (2011) apontam as fragilidades das listas de visões consensuais e sugerem uma abordagem alternativa. Para os autores, as listas apresentam algumas deficiências e fraquezas, uma vez que retratam a ciência de forma estreita; não mencionam aspectos como os objetivos da ciência; não deixam claro a questão do método científico, uma vez que não exista um único método científico, existem metodologias de forma geral que orientam a prática científica; apresentam uma concepção de científica muito monolítica, ignorando as diferenças entre as disciplinas científicas; e apresenta diversas contradições e incoerências entre as visões.

Buscando uma concepção de NdC que não apresente as mesmas limitações e fragilidades representadas nas listas consensuais, os autores propõem como uma alternativa a abordagem por semelhança de família, que segundo a definição de Irzik e Nola (2011, p. 594) “A ideia básica de uma definição de semelhança de família se baseia no fato de que os membros de uma família podem se assemelhar em alguns aspectos, mas não em outros.”. Portanto, a semelhança de família busca evidenciar que existem características comuns a todas as ciências, mas que essas não podem defini-las, dessa forma, a semelhança ajudaria a reunir aspectos semelhantes das ciências pela pluralidade.

Portanto, as listas de visões consensuais da NdC apresentadas na perspectiva das abordagens e críticas são apenas algumas encontradas na literatura que objetivam auxiliar os professores na prática pedagógica. Sendo assim, no próximo capítulo será abordado como a NdC é tratada no ensino de ciências.

3.3 Abordagem da Natureza da Ciência no ensino de ciências

Tem sido uma grande preocupação dos professores e pesquisadores a capacidade dos estudantes em utilizar seus conhecimentos científicos para tomadas de decisões próprias e coletivas. Nesse sentido, surge a necessidade de um ensino de ciências que vá além de ensinar os conteúdos conceituais e que seja capaz de alcançar outras dimensões da educação científica.

É nesse sentido que Moura e Guerra (2016) defendem que é fundamental um ensino que aborde questões sobre a ciência em sala de aula e em outros espaços educativos. É indispensável uma educação que promova reflexões sobre os assuntos que as ciências se dedicam a estudar e os conhecimentos que construíram ao longo do tempo, buscando evidenciar as possibilidades e os limites desse conhecimento (MOURA; GUERRA, 2016).

Dessa forma, é notório que o ensino da NdC busca uma compreensão mais apropriada da ciência, idealizando formar cidadãos cientificamente alfabetizados que estejam aptos a refletirem sobre diversos assuntos e tomar decisões, uma vez que a ciência é parte da nossa cultura e confronta inúmeros debates da sociedade. Assim, Moura e Guerra (2016, p. 730) defendem que a

sala de aula deve ser um espaço propício para estimular as discussões em torno da ciência:

Defendemos ser fundamental criar nas salas de aula um espaço de reflexão crítica em torno à ciência, que permita tanto apropriação das suas práticas como instrumento para enxergar os problemas e dilemas da sociedade contemporânea, quanto pela crítica às próprias práticas científicas e às relações que a ciência constrói com as demais instituições e com o mundo, de uma maneira mais ampla.

No entanto, essa importância dada à reflexão e compreensão dos conteúdos sobre a ciência no ensino de ciências não são recentes, porém, ainda hoje crescem os números de pesquisas que defendem a inserção da NdC na educação científica, uma vez que permanece sendo um desafio para os professores e pesquisadores como promover uma educação científica que desenvolva as competências necessárias a um cidadão do século XXI (MARTINS, 2015; PETROCOLA; FORATO; MARTINS, 2012).

A ciência escolar deve contribuir de forma efetiva para uma compreensão pública da ciência, possibilitando contato com conhecimento conceitual, epistemológico, social e político, para que os estudantes compreendam o empreendimento científico, objetivos, propósitos e a natureza do conhecimento produzido, assim como os aspectos envolvidos na construção desse conhecimento, como sua produção, comunicação, avaliação e validação (DRIVER et al., 1996; SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020).

Apesar de diversos autores reforçarem a importância de um ensino de ciência que aborde a NdC e que não seja focada apenas nos conceitos científicos, é comum se deparar com currículos na qual a abordagem conceitual é amplamente valorizada, enquanto as processuais são deixadas de lado, promovendo um ensino centrado na lógica interna da ciência e desprezando a construção científica (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007). Para Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007, p.146), há uma suposição para que a NdC seja deixada de lado nos currículos “Tal justifica-se pela complexidade da NdC e pelo facto de que os próprios filósofos e sociólogos da ciência terem, por vezes, muitas divergências sobre os princípios básicos desta.”

Nesse sentido, Matthews (1995) aponta que a história, filosofia e sociologia da ciência – e a NdC – não tem todas as respostas para as crises do ensino, no entanto, é capaz de humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade. Assim, pode ser

apropriado para tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, possibilitando o desenvolvimento de um pensamento com maior criticidade, contribuindo com o entendimento dos conteúdos disciplinares e atrelando significado a aprendizagem.

No entanto, Matthews (1995) alega que por muito tempo o ensino de ciências se desenvolveu desassociado dos conhecimentos da história, filosofia e sociologia da ciência. Entretanto, nos últimos anos essa aproximação está sendo mais valorizada buscando enriquecer o ensino com as informações provenientes do contexto histórico, filosófico e sociológico. Sendo assim, algumas bases curriculares vêm promovendo reformas e atualizações procurando orientar os professores a desenvolver as competências e atividades de uma alfabetização científica mais frutífera.

Para Moura, Camel e Guerra (2020) o currículo não se restringe às listas, conteúdos e propostas que o professor deve abordar, mas se relaciona com poder, ideologia, reprodução de comportamentos sociais e as histórias de vida dos estudantes. Portanto, para decidir quais objetivos se buscam alcançar é relevante considerar aspectos sobre os estudantes, a vida contemporânea fora da educação e opinião de especialista a respeito da organização do conhecimento.

Nesse sentido, Moura (2021, p.2) aponta que:

Os documentos curriculares, como documentos de referência para o ensino de ciências na educação básica, mas também para a formação de professores, são guias essenciais no que diz respeito à execução das políticas educacionais nos países. Nesse sentido, a análise de documentos curriculares tem sido um caminho muito utilizado na literatura para entender como os países têm se apropriado da discussão sobre NdC e HC no ensino de ciências.

Algumas vantagens da inserção da NdC são mencionadas por alguns autores. Driver e colaboradores (1996) trazem 5 benefícios pelos quais a abordagem da NdC nos currículos podem favorecer: compreensão dos processos que a ciência passa; tomadas de decisões e abordagem de questões sociocientíficas; entendimento da ciência como um elemento essencial da cultura; conhecimento das normas da comunidade científica; aprendizagem do conteúdo científico de maneira mais contextualizada e aprofundada.

Vilas Boas, Passos e Silva (2018) similarmente indicam alguns benefícios como: permitir uma melhor compreensão dos conceitos científicos por

apresentar como esses conceitos se desenvolvem; permitir apresentar uma dimensão mais humanizada das ciências; compreender certos episódios da história da ciência; dar subsídio filosófico para que os professores compreendam melhor algumas terminologias como, por exemplo, “leis”, “teorias”, “causas”, “modelo”, “fato”, “evidência” e “problema científico”; apresentar o caráter social da ciência; apresentar algumas embates da comunidade científica; apresentar o caráter interdisciplinar das ciências; e compreender a NdC.

Nessa perspectiva, diversos autores se dedicaram a investigar como os currículos e bases curriculares tratam a inserção dos aspectos da NdC juntamente aos conteúdos conceituais. Matthews (1995) procurou fazer uma análise dos currículos de ciências de diversos países que buscaram promover uma aproximação dos componentes com a história e filosofia da ciência. Através da análise, notou que em lugares como os Estados Unidos, Inglaterra, Holanda, Canadá, Dinamarca e País de Gales, o currículo Nacional de Ciências passou a valorizar o aprendizado de conteúdos sobre as ciências. Tais países buscaram a implementação da NdC trazendo esses temas de uma forma abrangente, objetivando que os estudantes desenvolvam seus conhecimentos e tenham um entendimento sobre como a provisoriedade do conhecimento científico, e como a natureza desses conhecimentos são afetadas pelos contextos sociais, políticos, morais, culturais das quais eles se desenvolvem (MATTHEWS, 1995).

No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), definida como “um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica...” (Brasil, 2018, p. 7), tem como objetivo promover as competências e habilidades nas quais os professores devem se guiar para elaborar suas práticas em sala de aula. Dessa forma, o documento trouxe alguns elementos para orientar os docentes para além da abordagem conceitual.

Em uma análise realizada por Moura (2021) a respeito de como a BNCC está se apropriando de elementos da NdC e a HC na base de ciências da natureza do ensino médio, revelou que há algumas menções em promover discussões de um determinado conteúdo abordando as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas. No entanto, isso aparece de uma forma muito geral e não trata dos aspectos éticos, políticos e socioculturais do

empreendimento científico, mas sim das implicações gerais desses aspectos da ciência na sociedade.

Portanto, de acordo com a análise realizada por Moura (2021), a nova atualização da BNCC aborda apenas alguns aspectos epistêmicos-cognitivos das ciências, mas subestima diversos outros, logo, segue valorizando mais os aspectos conceituais do conhecimento científico, enquanto a NdC e a HC são apresentadas com superficialidade.

Quanto à BNCC de ciências do ensino fundamental, que tem o mesmo objetivo de orientar o ensino das escolas nacionais, em uma investigação realizada por Guimarães e Moura (2021), foram observadas menções a questões relativas ao método científico, conhecimento científico e as influências da ciência. No entanto, a representação da ciência na BNCC do ensino fundamental também é superficial, não deixando orientações para um entendimento do funcionamento da ciência como empreendimento humano e coletivo (GUIMARÃES; MOURA, 2021).

Portanto, as orientações sobre a inserção da NdC nas bases curriculares que pretendem guiar os currículos brasileiros se mostram insuficientes, o que contribui para que os professores omitam esses aspectos em sala de aula. Nesse mesmo sentido, Vilas Boas, Passos e Silva (2018, p.181) apontam sobre algumas das dificuldades para abordar a NdC que vão além do currículo, na qual os docentes se deparam.

i) o currículo precisa ser melhor articulado, para que a concepção de ciência a ser ensinada seja mais coerente com a realidade; (ii) os sistemas de avaliação como o ENEM, influenciam nas escolhas dos professores sobre o que vão priorizar em seu ensino, portanto eles precisam valorizar o conhecimento sobre ciências, e não apenas de ciências; (iii) os sistemas educacionais precisam definir melhor suas concepções sobre o que é um ensino e um aprendizado de qualidade; (iv) de nada adianta implementar tudo isso, se o professor não souber como trabalhar neste novo cenário, portanto é preciso repensar a formação inicial dos professores, e investir na capacitação dos professores já atuantes; (v) é preciso incentivo e investimento para que as universidades, por meio de seus pesquisadores e estudantes de graduação e pós-graduação, se façam mais presentes (e com uma presença constante, não esporádica) nas salas de aula do EF e EM, a fim de contribuir para que mudanças a longo prazo ocorram.

Dessa forma, defendemos que é relevante que o currículo aborde as questões inerentes à NdC, orientando para as reflexões e atividades que podem ser desenvolvidas no âmbito da sala de aula e que busquem potencializar a aprendizagem, visando uma alfabetização científica na qual o estudante seja

capaz de compreender como a ciência funciona, como ela é influenciada pelo seu contexto, como ela é validada, por quem ela é feita, compreender a diferença entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento, como também que possibilite que o estudante seja um cidadão com capacidade opinativa e crítica sobre as potencialidades e limitações da ciência. Portanto, a inserção de tais assuntos nas bases curriculares e orientações de como abordá-los na escola é um passo importante para que os professores passem a viabilizar discutir e abordar NdC em sala de aula.

Em contrapartida, os projetos curriculares também podem reproduzir uma concepção de ciência de forma inadequada, o que afetaria a práxis e refletiria na imagem que os estudantes têm da ciência (MATTHEWS, 1995). Outro ponto é que os currículos não são suficientes para mudar as concepções de ciências dos estudantes, uma vez que não se pode garantir que os professores tiveram contato com a epistemologia da ciência durante a formação, e assim, podem não ter um conhecimento suficiente para tratar a NdC sem estereotipar algumas concepções. Conforme apontam Krupzak e Aires (2018, p. 28) “os estudos para entender como os docentes veem a construção do conhecimento científico e estes mostraram que as visões dos professores eram tão positivistas quanto as dos alunos.”

A vista disso, o próximo capítulo busca abordar as compreensões de professores e alunos sobre a NdC, como também algumas adversidades que contribuem como uma concepção inadequada da ciência.

3.4 Compreensões de estudantes e professores sobre a Natureza da Ciência

Conforme foi abordado anteriormente, as bases curriculares da educação básica apresentam lacunas no que objetiva orientar os professores a abordar a NdC em suas propostas de ensino, no entanto, é importante destacar, que ainda assim, os currículos não capazes de proporcionar uma compreensão da NdC de forma eficiente, uma vez que há outros aspectos que precisam ser levados em consideração na busca de que as questões inerentes à ciência sejam abordadas de forma efetiva na educação básica.

Dessa forma, a formação de professores se caracteriza como um desses elementos necessários para que os assuntos da NdC possam ser implementados nas aulas de forma satisfatória, visando proporcionar aos alunos uma alfabetização científica que seja capaz de contextualizar as diversas características da ciência e do desenvolvimento científico.

De acordo com Colósimo (2022), as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para cursos de ensino superior, também não abordam explicitamente a inserção dos aspectos da NdC. Contudo, as DCN recomendam que os cursos de licenciatura incluam conteúdo para compreender o processo de construção do conhecimento, como também orienta que os cursos promovam temáticas para o entendimento dos fundamentos históricos, sociológicos e filosóficos (COLÓSIMO, 2022).

Nas diretrizes curriculares dos cursos das graduações de licenciatura e bacharelado em ciências biológicas, física e química, se encontram algumas menções a competências e habilidades que se voltam à abordagem da NdC, como promover que licenciados tenham uma visão crítica em relação ao papel social da ciência, possibilitar que os estudantes compreendam o processo histórico-social da sua construção, como também há orientações para que os discentes desses cursos tenham disciplinas sobre os fundamentos filosóficos, históricos e sociológicos da ciência (COLÓSIMO, 2022). Portanto, é evidente uma preocupação das diretrizes curriculares no que tange às temáticas da epistemologia da ciência na formação do professor.

Nesse sentido, Matthews (2015) aponta que as questões referentes à HFC não devem ser apresentadas aos licenciandos somente no contexto extracurricular, mas devem fazer parte da estrutura dos conteúdos de ensino de ciências, buscando um espaço que permita a discussões sobre as diversas questões da NdC. Dessa maneira, Pereira e Gurgel (2020, p.1282) trazem o seguinte apontamento a respeito da NdC na formação de professores:

...não é possível que professores ensinem sobre a NdC com poucos conhecimentos sobre a área. Para que o ensino destes conteúdos seja exequível, é imprescindível que os professores tenham formação mínima em história, filosofia e sociologia dos conhecimentos científicos, seja por meio da formação inicial ou continuada.

De acordo com Moura, Camel e Guerra (2020) é necessário investir em professores com uma boa formação epistemológica e política, para que esses

possam reconhecer a importância de inserir a NdC em suas práticas pedagógicas e busquem pensar em modelos e inventar caminhos visando proporcionar uma formação epistemológica e política aos seus estudantes.

Logo, uma formação de professores crítica e reforçada quanto aos aspectos históricos, filosóficos e sociológicos da ciência está associada às influências que as visões dos docentes são capazes de exercer nas concepções dos estudantes, assim, professores com concepções inadequadas da NdC podem induzir as mesmas concepções em seus alunos, mesmo que tais docentes não sejam exclusivamente responsáveis pela construção de noções dos educandos.

Alguns trabalhos que buscaram investigar as principais concepções de professores sobre a NdC notam com frequência a presença de uma visão empírico-indutivista e positivista da ciência, como também uma noção de ciência popular “associada a um suposto método científico, único, algorítmico, bem definido e quiçá, mesmo, infalível.” (GIL-PÉREZ, et al; 2001, p.126; HARRES, 1999).

Tais concepções podem se manifestar de forma inconsciente ou consciente em sala de aula, proporcionando que os alunos compreendam a NdC na perspectiva que é apresentada pelo professor, mesmo que as concepções dos docentes não sejam a única responsável por contribuir com as concepções dos alunos. Conforme apontam Kominsky e Giordan (2002, p.4-5) “acreditamos que as visões de mundo dos estudantes também devem ser influenciadas pelo pensamento científico e pelas expressões de sua cultura, cujos traços são parcialmente divulgados na mídia”, no entanto, os objetivos que os professores atribuem ao ensino de ciências também pode ter suas consequências.

Através de alguns trabalhos que buscaram compreender as principais concepções dos estudantes sobre a NdC, destacam-se uma visão escolar generalista da ciência e frequentemente uma concepção fantasiosa, na qual cientistas são representados como super gênios, inventores e trabalham isoladamente no contexto da bancada fazendo experimentos e descobertas. Além do mais, é recorrente a imagem do cientista como uma pessoa excêntrica ou que busca resolver os problemas da humanidade, em direção a uma concepção salvacionista da ciência (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; SILVA, 2010; HARRES 1999).

Logo, entender as concepções inadequadas da NdC mais comuns entre alunos e professores é um exercício significativo, uma vez que colabora com o entendimento do que deve ser evitado e o que deve receber maior atenção no ensino de ciências (MARTINS, 2015).

Em uma revisão bibliográfica realizada por Diniz e Rezende (2019), que teve como objetivo investigar as concepções de professores e alunos a respeito da NdC, foi notória a presença de diversas concepções que se distanciam de noções apropriadas sobre o desenvolvimento científico. Algumas das concepções identificadas foram a noção de um conhecimento neutro e construído a partir de um método científico, com um processo cumulativo de conhecimento, além da ideia da ciência como solucionadora das questões da humanidade e percepções sobre o cientista gênio e recluso.

Dessa forma, ao compreender o enraizamento de tais concepções, permite que pesquisadores e professores criem estratégias e alternativas que possam intervir nessas noções sobre a ciência, uma vez que alguns trabalhos na literatura vêm mostrando eficiência nesse objetivo (DINIZ; REZENDE, 2019).

Em contrapartida, ainda que os professores tivessem concepções adequadas da NdC, não é possível garantir que isso reflita em suas práticas (PEREIRA; GURGEL, 2020). À vista disso, Moura, Camel e Guerra (2020) apontam que é necessário que os outros elementos educacionais deem esse suporte para a educação científica, fazendo um elo entre a formação docente, livros didáticos, materiais didáticos, documentos curriculares e outros, buscando com que os professores introduzam tais debates com os estudantes e abordem a NdC de forma efetiva no ensino de ciência. Assim, os autores trazem o seguinte apontamento:

[...] além de uma formação epistemológica sólida (da qual esses debates sobre NdC no ensino de ciências seriam apenas uma parte), há que se garantir autonomia para ensinar, conforme a pesquisa em políticas educacionais têm enfatizado. (MOURA; CAMEL; MOURA, 2020, p.22).

É nesse sentido, que buscando auxiliar os professores em abordar a NdC, diversas propostas com diferentes caracteres vêm surgindo na busca por proporcionar uma concepção de NdC mais adequada em estudantes da educação básica, estudante de licenciaturas em formação inicial e professores em formação continuada.

As propostas de ensino de NdC vêm sendo abordadas nos trabalhos acadêmicos na perspectiva de uma abordagem contextualizada, explícita e integrada. Dessa forma Santos, Maia e Justi (2020, p.583) trazem a seguinte definição para cada uma das três abordagens.

A abordagem contextualizada se refere à presença de um contexto como pano de fundo, por exemplo, o contexto histórico no ensino de modelos para o átomo; a abordagem explícita se refere a discutir abertamente sobre aspectos de NdC que influenciam (ou influenciaram) a construção do conhecimento...; e a abordagem integrada se relaciona a incorporar aspectos de NdC ao desenvolvimento de um ou mais conteúdos científicos curriculares...

De acordo com Santos, Maia e Justi (2020) na literatura se encontram mais trabalhos adeptos às abordagens contextualizadas e explícitas para tratar da NdC no ensino, no entanto, trabalhos que conectam as três abordagens de maneira equilibrada são pouco relatados em publicações. Contudo, a junção das abordagens contextualizada, explícita e integrada pode favorecer tanto uma boa compreensão dos conteúdos científicos como também do conhecimento sobre a ciência.

3.5 A NdC em atividades didáticas na educação básica: uma revisão

Além de debater sobre a importância da NdC na educação em ciências, diversos pesquisadores da área vêm buscando apresentar propostas de ensino para abordagem desses aspectos na educação básica.

Em uma revisão sistemática realizada por Azevedo e Scarpa (2017), as autoras indicaram que há um baixo número de artigos que buscam fazer revisão de literatura sobre tais aspectos. Dessa forma, apontamos para a necessidade de se mapear e analisar atividades didáticas envolvendo a abordagem da NdC produzidas na área de ensino em ciências.

Nessa revisão de literatura, mapeamos e caracterizamos trabalhos publicados na área de ensino de ciências, dos últimos 12 anos, que teve como foco atividades didáticas aplicadas na educação básica, nas áreas de ciências, biologia, física e química, para tratar de questões da NdC.

Apresentamos uma pesquisa bibliográfica do tipo estado da arte, de caráter qualitativa. Nesse sentido, para mapear os trabalhos foram selecionados dois tipos de fontes, sendo eles: **a)** anais publicados no Encontro Nacional de

Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC); **b)** revistas nacionais da área de ensino de ciências. Foram analisados trabalhos publicados em tais fontes nos últimos 12 anos, de 2010 a 2021.

A escolha dos anais publicados no ENPEC decorre do fato de ser um grande evento bienal que reúne pesquisadores das áreas de ensino em biologia, física, química e algumas áreas correlatas. Diniz e Rezende (2019) apontam que é um dos eventos nacionais mais agregador das diferentes áreas de pesquisa em educação em ciências, possibilitando conhecer de uma forma mais panorâmica a produção acadêmica de educação em ciências no Brasil.

Considerando que seriam analisados trabalhos publicados nos últimos 12 anos, foram consultadas na internet as seguintes edições do evento: VIII ENPEC – 2011, IX ENPEC – 2013, X ENPEC – 2015, XI ENPEC – 2017 e XII ENPEC – 2019 e o XIII ENPEC - 2021.

Para escolha das revistas, identificamos inicialmente aquelas listadas no Qualis A1, A2 e B1, de acordo com a classificação de periódicos, de 2016, realizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Dentre essas, foram selecionadas as revistas que têm como foco editorial especificamente a publicação de trabalhos na área de “educação em ciências” ou “ensino de ciências”.

Ao todo, foram selecionadas 28 revistas para fazer a busca dos artigos, sendo elas as mencionadas no Quadro 1:

Quadro 1: Revistas selecionadas para levantamento de dados.

Qualis CAPES	Revistas
A1	Ciência & Educação; Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Brasileira de Ensino de Física
A2	Acta Scientiae; Alexandria; Areté-Revista Amazônica de Ensino de Ciências; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Contexto & Educação; Dynamis; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Investigações em Ensino de Ciências; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista de Educação, Ciências e Matemática; Revista de Ensino de Ciências e Matemática
B1	Tear: Revista De Educação; Ciência & Ensino; Ciência e Tecnologia; Ciência & Ensino; Ciência em Tela; Experiências em Ensino de Ciências; Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista; Experiências em Ensino De Ciências; Química Nova Na Escola; Revista Brasileira de Ensino de Química; Revista Brasileira de História da Ciência; Revista Ciências & Ideias; Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica; Revista Contexto & Educação

Fonte: autoras.

Para realizar a busca dos trabalhos, foi estabelecido as seguintes palavras-chave: “natureza da ciência”, “filosofia da ciência” “história da ciência” “sociologia da ciência”, “visões de ciência” e “prática de ciência”. Assim, foi analisado o resumo do texto, mas também o título e corpo do trabalho para filtrar os artigos. Para a seleção dos trabalhos foram considerados os seguintes critérios:

- i) serem artigos ou trabalhos completos da área ensino de ciências (Ciências, Biologia, Física e Química);
- ii) reportarem alguma atividade didática que tivesse como objetivo (principal ou secundário) abordar aspectos da NdC;
- iii) ser realizado no ensino médio ou fundamental.

Foi utilizado a Análise Textual Discursiva (ATD) como método de análise para organizar os resultados. A ATD pode ser classificada em 3 principais etapas: a) *unitarização*, em que os textos do corpus são separados por unidades de significados a partir as interpretações feitas pelo pesquisador e para essa interpretação de significados utiliza-se as palavras de outras vozes para compreender o texto; b) *categorização*, na qual é feita a articulação das unidades que possuem significados semelhantes; c) *resultado final*, consiste em analisar as categorias relacionando essas análises com os referenciais teóricos (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Assim, utilizou-se a etapa de unitarização para todos os textos que foram selecionados, buscando identificar os significados apresentados nos objetivos, recursos das atividades, estratégias utilizadas, contribuições e limitações para a aplicação das propostas. A parte de categorização buscou associar os elementos com um significado similar. No resultado final buscou-se discutir as unidades da categorização.

A lista de artigos e resumos completos que constituem o *corpus* desta pesquisa, selecionadas a partir dos critérios mencionados, são apresentadas no Quadro 2 e Quadro 3. Para identificação dos trabalhos foram utilizados 2 tipos de códigos, na qual a letra “E” se refere aos resumos do evento ENPEC e “R” para os artigos selecionados das revistas, seguido de uma identificação numérica em ordem cronológica.

Quadro 2: Resumos completos selecionados do ENPEC em ordem cronológica.

Código	Fonte e ano	Autores do artigo
E1	VIII ENPEC (2011)	KRÜGER; TEIXEIRA; AIRES
E2	VIII ENPEC (2011)	SANTOS; SCHEID
E3	VIII ENPEC (2011)	PERON; GUERRA; FORATO
E4	VIII ENPEC (2011)	SILVA; PRESTES
E5	VIII ENPEC (2011)	COSTA; CUNHA; AIRES
E6	VIII ENPEC (2011)	TODESCO; RODRIGUES; AIRES
E7	VIII ENPEC (2011)	OLIVEIRA; CHINELLI; COUTINHO
E8	IX ENPEC (2013)	MEDEIROS; MEDEIROS; NETO
E9	IX ENPEC (2013)	BERTELLI; MAIA; ARAÚJO; BARROS; SCHALL
E10	IX ENPEC (2013)	CABRAL; MACIEL
E11	IX ENPEC (2013)	MELLO; FIUZA; GUERRA
E12	IX ENPEC (2013)	JESUS; PACCA
E13	X ENPEC (2015)	PASSOS; MOZZER
E14	X ENPEC (2015)	NOGUEIRA; FREITAS; CUNHA
E15	X ENPEC (2015)	BOMFIM; REIS
E16	X ENPEC (2015)	ARTHURY; TERRAZZAN
E17	XI ENPEC (2017)	SANTOS; JUSTI
E18	XI ENPEC (2017)	NORATO; RÉZIO; SANTOS; VIEIRA; GUIMARÃES; GOLDSCHMIDT
E19	XI ENPEC (2017)	MARTINS; JUSTI
E20	XI ENPEC (2017)	NOGUEIRA; FREITAS; CUNHA
E21	XI ENPEC (2017)	ARTHURY; TERRAZZAN
E22	XII ENPEC (2019)	GARCIA; SILVA; PINHEIRO
E23	XII ENPEC (2019)	COTTA; MUNFORD; FRANÇA
E24	XII ENPEC (2019)	CALLEGARIO; KAVALEK; FREITAS
E25	XIII ENPEC (2021)	NASCIMENTO; PEDRANCINI
E26	XIII ENPEC (2021)	LEITE; GATTI; CORTELA
E27	XIII ENPEC (2021)	SCHWANTES; SOUZA; SILVA

Fonte: autoras.

Quadro 3: Artigos selecionados das revistas em ordem cronológica.

Código	Fonte e ano	Autores dos artigos
R1	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2010)	MEDINA; BRAGA
R2	Experiência em Ensino de Ciências (2010)	SILVA; MARTINS
R3	Acta Scientiae (2011)	GOLDSCHMIDT; MACHADO; GOLDSCHMIDT JR; HOLTHAUSEN; LORETO
R4	Ensaio Pesquisa e Educação em Ciências (2012)	SILVA; LABURÚ; NARDI

R5	Ensaio Pesquisa e Educação em Ciências (2012)	BARBOSA; LIMA; MACHADO
R6	Experiência em Ensino de Ciências (2012)	HYGINI; SOUZA; LINHARES
R7	Revista Brasileira de Ensino de Física (2012)	MORAIS; GUERRA
R8	Revista Ciências & Ideias (2012)	SILVA
R9	Ciência em Tela (2013)	MACENO
R10	Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica (2013)	MULINE; GOMES; CAMPOS
R11	Ciência & Educação (2014)	FARIA; FREIRE; GALVÃO; REIS; FIGUEIREDO
R12	Ensaio Pesquisa e Educação em Ciências (2014)	FIÚZA; GUERRA
R13	Revista Brasileira de História da Ciência (2014)	BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL
R14	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2015)	GUTTMANN; BRAGA
R15	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2015)	BRAGA; MORAES
R16	REnCiMa (2015)	WARTHA; SILVA; SANTOS; BARBOSA; RIBEIRO; CARMO; MAROTTI; ALMEIDA; CANEVARRI
R17	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2016)	REIS; REIS
R18	Revista Ciências & Ideias (2016)	MARIA; SUTIL
R19	Química Nova na Escola (2016)	BENITE; BASTOS; CAMARGO; VARGAS; LIMA; BENITE
R20	Alexandria (2017)	AMARAL; GUERRA
R21	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2017)	BATISTA; SIQUEIRA
R22	Experiência em Ensino de Ciências (2017)	SILVA; SILVA; CARVALHO; NASCIMENTO
R23	Experiência em Ensino de Ciências (2017)	TEIXEIRA; XAVIER; DAMASIO
R24	Acta Scientiae (2017)	MACHADO; BARTHOLOMEI-SANTOS
R25	REnCiMa (2017)	CORTEZ; PRADO; ROSA
R26	REnCiMa (2017)	SILVA; CALAÇA
R27	Química Nova na Escola (2017)	ANDRADE; SILVA
R28	Química Nova na Escola (2017)	SILVA; PATACA
R29	Experiência em Ensino de Ciências (2018)	MOURA; CUNHA
R30	Revista Brasileira de Ensino de Física (2018)	ARTHURY; TERRAZZAN

R31	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (2018)	SANTOS
R32	Ciência em tela (2018)	DIAS; SANTOS; DIAS; NASCIMENTO; FILHO
R33	REnCiMa (2018)	SHAW; SILVA JR
R34	Revista de Educação, Ciências e Matemática (2018)	ESPÍNDOLA; PRAÇA
R35	Experiência em Ensino de Ciências (2019)	SILVA; SANTOS
R36	Experiência em Ensino de Ciências (2019)	SILVA; DAMASIO; RAICK
R37	Investigação em Ensino de Ciências (2019)	ROCHA; SILVA
R38	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (2019)	OLIVEIRA; MESSEDER
R39	Química Nova na Escola (2019)	SILVA; SILVA; KASSEBOEHMER
R40	Areté (2020)	SIEMSEN; LORENZETTI
R41	Dynamis (2020)	GUIMARÃES; CASTRO
R42	Investigações em Ensino de Ciências (2020)	MACEDO; PANJOTA; MOREIRA
R43	Experiências em Ensino de Ciências (2020)	OLIVEIRA; BATINGA; ACIOLY-RÉGNIER
R44	Experiências em Ensino de Ciências (2020)	LEITE; PEREIRA; NASCIMENTO; LIMA
R45	Experiências em Ensino de Ciências (2020)	CASTILHO; BATISTA
R46	Química Nova na Escola (2020)	BEGO; MORAES; MORALLES; BACCINI
R47	Revista Ciências e Ideias (2020)	BREUNIG; AMARAL; GOLDSCHMDIT
R48	Experiências em Ensino de Ciências (2020)	RODRIGUES; SILVA; MARQUES; MIRANDA JUNIOR
R49	Química Nova na Escola (2020)	ALMERINDO; EHNHARDT; COSTÓDIO; BONA; NALEPA
R50	Revista Investigações em Ensino de Ciências (2020)	MOREIRA; PEDRACINI
R51	Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2020)	GUIMARÃES; MASSONI
R52	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (2020)	PERON; GUERRA
R53	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2020)	SILVA; MONTANHA; SIQUEIRA
R54	Experiências em Ensino de Ciências (2020)	FARIAS; FILHO
R55	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2020)	OLIVEIRA; SANTOS; BICALHO; JUSTI
R56	Química Nova na Escola (2021)	BATINGA; BARBOSA

R57	Investigações em Ensino de Ciências (2021)	SANTANA; SEDANO
R58	Revista Brasileira de Ensino de Física (2021)	HORENIG; MASSONI; HADJIMICHEF
R59	Alexandria (2021)	CILENTO; GUERRA
R60	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2021)	RIBEIRO; BARCELLOS; COELHO

Fonte: autoras.

Para os resultados, foi pré-estabelecido alguns aspectos de análise para detalhar, sendo eles:

- a) nível de ensino e disciplinas em que foram aplicadas;
- b) tipo de abordagem da NdC;
- c) recursos didáticos utilizados nas atividades;
- d) estratégias didáticas adotadas;
- e) aspectos relativos à NdC que foram abordados nas atividades;
- f) contribuições das atividades;
- g) limitações ou dificuldades para aplicação das atividades.

3.5.1 Evolução temporal das publicações

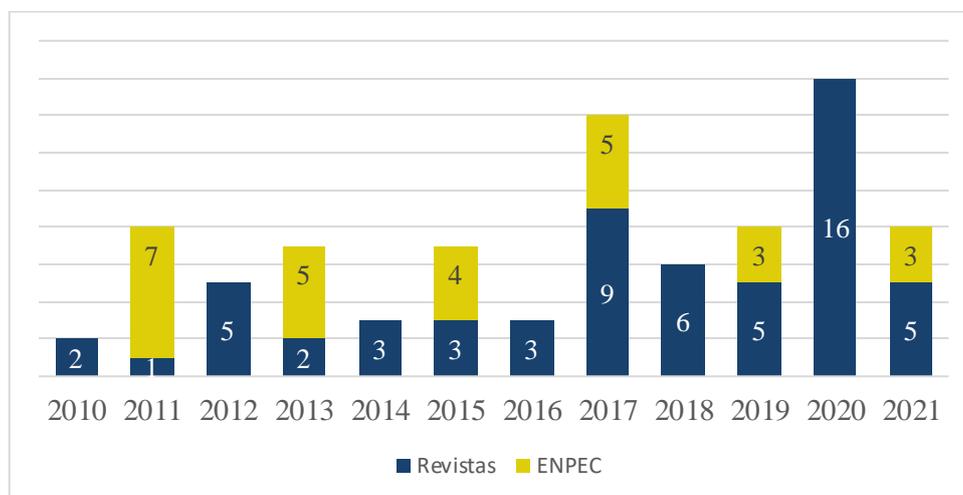
Nas 6 edições do evento ENPEC foram encontrados 27 trabalhos que relatavam aplicação de alguma proposta didática envolvendo a NdC no ensino médio e fundamental.

Das 25 revistas selecionadas, foram encontrados trabalhos em 18 revistas, sendo localizado um total 60 artigos que atingiram o objetivo da dessa pesquisa.

A quantidade expressiva de trabalho totais é justificada por terem sido selecionadas publicações que apresentavam as atividades didáticas para abordar a NdC com objetivo explícito e implícito. Logo, alguns dos artigos não tinham como objetivo principal abordar a NdC, mas acabaram levantando discussões sobre seus aspectos, mesmo não sendo a intenção explícita trabalhar essas questões.

Dessa forma, no total foram analisados 87 trabalhos entre resumos completos e artigos publicados. A Figura 1 abaixo apresenta um panorama da evolução de publicações dos últimos 12 anos.

Figura 1: Evolução temporal das publicações em revistas e resumos do ENPEC.



Fonte: autoras.

É possível notar que a partir de 2017 houve um crescimento de publicações que relatavam atividades na educação básica para abordar a NdC, assim, o ano de 2010 com 2 publicações é o ano com menos trabalhos encontrados e 2020 com 16 publicações foi o ano com a quantidade de trabalhos mais expressiva. Esse aumento de publicações a partir de 2020 pode ter relação com o período da pandemia, em que os pesquisadores se sentiram inclinados a escreverem artigos com temáticas que abordem estratégias de ensino para discussão sobre aspectos do desenvolvimento da ciência com alunos.

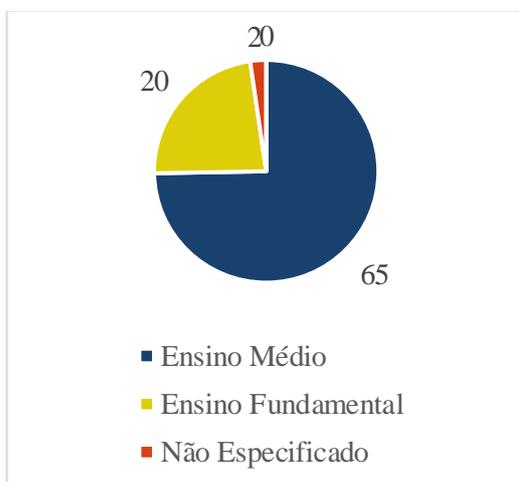
Considerando a soma dos trabalhos encontrados nas revistas com o evento, é perceptível que os anos terminados em números ímpares apresentam um número maior de trabalhos, pois são nesses anos que acontecem os eventos do ENPEC. O crescimento de publicações de trabalhos com essa temática evidencia uma preocupação dos professores e pesquisadores em discutir com os alunos sobre a ciência, visando valorizar em sala de aula a formação de alunos cientificamente alfabetizados.

3.5.2 Nível de ensino e disciplinas em que foram aplicadas

Quanto ao nível de ensino e disciplinas, a maioria das propostas foram desenvolvidas no ensino médio, conforme mostra a Figura 2. As disciplinas que

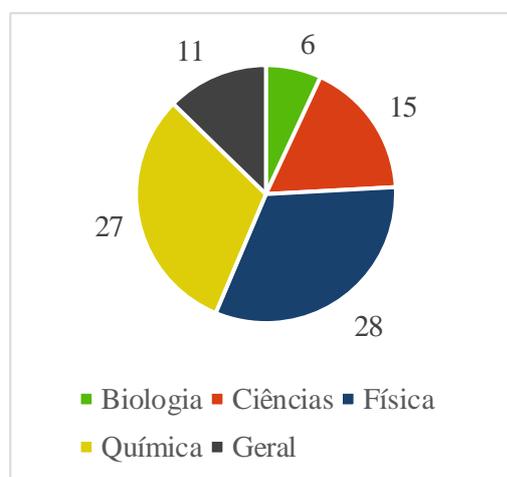
tiveram a quantidade mais expressiva de trabalhos, destacam-se a física e a química, conforme aponta a Figura 3.

Figura 2: nível de ensino



Fonte: autoras.

Figura 3: disciplinas das propostas



Fonte: autoras.

A quantidade significativa de trabalhos desenvolvidos no ensino médio pode ser devido ao fato que os alunos nesse nível de ensino são mais maduros e capazes de compreender questões mais complexas sobre a ciência em relação aos estudantes do fundamental, assim, expondo reflexões mais elaboradas para serem discutidas em pesquisas. No entanto, ressalta-se a necessidade de mais intervenções didáticas dessa natureza no nível fundamental, uma vez que há quantidade expressivamente inferior à quantidade de trabalho com essa temática no ensino médio.

A física é a disciplina que apresenta a quantidade mais significativa de trabalhos que relatam atividades de NdC em sala de aula, seguida da química, biologia, ciências e áreas gerais da qual não foi especificado uma disciplina para realização da proposta. A quantidade de trabalhos na Física pode ser justificada pelo fato de que, no contexto brasileiro, a área de ensino de física é uma das pioneiras nas pesquisas de ensino de ciências (AZEVEDO; SCARPA, 2017b). Dessa forma, ao longo dos anos, tem-se observado um maior número de pesquisas desenvolvidas neste contexto de ensino envolvendo determinadas temáticas. A maior expressividade de pesquisas sobre a abordagem da NdC em aulas de física do ensino médio é um reflexo desse cenário.

Seguido da física, os estudos em ensino de química, embora não sejam igualmente antigos, também apresentam bastantes trabalhos em ensino de

ciências. A disciplina de biologia apresenta uma quantidade reduzida de trabalhos com a temática da pesquisa, para Azevedo e Scarpa (2017b), a pouca quantidade de trabalhos nessas áreas merecem atenção, uma vez que a biologia contempla uma variedade de ciências como botânica, zoologia, fisiologia, genética, ecologia, evolução, entre outros, nas quais as práticas de sala de aula e alguns materiais didáticos podem reforçar uma visão distorcida da área, principalmente em relação à experimentação e ao pensamento de evolução linear da ciência.

3.5.3 Estratégias didáticas adotadas

Quanto às estratégias adotadas pelos trabalhos selecionados, foi possível agrupá-las em 14 tipos de estratégias, na qual apresentaremos cada uma delas a seguir, conforme mostra a Figura 5. Consideramos como estratégia a maneira em que os recursos foram utilizados para possibilitar a abordagem da NdC em sala de aula, assim como também as metodologias utilizadas no desenvolvimento das atividades.

Figura 5: Estratégias didáticas adotadas para abordagem da NdC nas atividades.



Fonte: autoras.

A maioria dos trabalhos utilizaram como estratégia a proposta de **debates e discussões** para abordar aspectos NdC. De acordo com Nogueira, Freitas e Cunha (2017, p.3), as discussões e práticas argumentativas em sala de aula são importantes, pois, “ela faculta aos alunos a compreensão de conceitos científicos na medida em que exige deles um pensamento mais organizado”. Nesse sentido, foi utilizada como uma forma de abordar as principais concepções dos estudantes e problematizar algumas visões sobre a ciência, procurando fortalecer a prática argumentativa e estabelecer mais interação entre alunos e professores. Nas propostas didáticas esses recursos foram utilizados para discutir aspectos da História da Ciência (E6), questões pessoais da vida de cientistas populares (R3) e neutralidade na ciência (E10).

Em seguida, a **leitura** também foi amplamente adotada pelos trabalhos, na qual está essencialmente atrelada a estratégia de debates e discussões. Essas leituras foram adotadas por meio de dinâmicas como: leitura individual, leitura coletiva na sala de aula e leitura prévia em casa. Logo, esse recurso é proveniente de materiais como artigos, texto de divulgação científica e livros, na qual foi capaz de potencializar as discussões e trazer uma série de questões para debates em sala de aula, como contexto social e histórico da ciência, apresentando a ciência como uma construção humana e provisória.

Os **trabalhos em grupos** foram estratégias também amplamente utilizadas. Um dos trabalhos propôs que os alunos em grupo fizessem o desenho de um cientista e em seguida apresentassem para a sala, assim, levantando discussões sobre as concepções da imagem de um pesquisador (E22). Essa estratégia também foi utilizada, em grupos, para discutir as etapas que os cientistas percorrem em uma investigação científica (R29) e para desenvolver uma peça de teatro colaborativamente (R1).

Sequentemente, a **realização de experimentos** também foi abordada, uma vez que é uma estratégia que permite auxiliar na construção de diversos conceitos e pode ser empregada visando objetivos como: demonstrar um fenômeno, aprender a coletar dados, testar hipóteses, observar e investigar (FERREIRA; HARTWING; OLIVEIRA, 2010). No contexto dos trabalhos envolvendo a abordagem da NdC, verificamos no trabalho E6 a reprodução de um experimento histórico como uma estratégia usada para replicar as técnicas

utilizadas por um cientista, como a realização do experimento sobre dissociação eletrolítica desenvolvido por Arrhenius.

A **produção de textos** e **aulas expositivas** foram mencionados com menos frequência nos trabalhos. Segundo Silva e Pataca (2017), a inserção de produção de texto como uma avaliação evidencia não apenas como o indivíduo articula seus conhecimentos, como também ajuda o professor refletir sobre o aprendizado promovido no processo de ensino. Assim, no trabalho E11, por exemplo, propôs-se aos alunos a produção de um texto argumentativo no qual expressassem seus conhecimentos e concepções sobre radioatividade.

As **aulas expositivas** foram utilizadas como forma de contextualizar e expor os conteúdos nas quais os aspectos da NdC seriam retratados, como por exemplo, apresentar o contexto histórico em que Galileu viveu e desenvolveu suas pesquisas (R17). De acordo com Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2014), existem muitas críticas ao ensino tradicional através das aulas expositivas, porém, defende-se que haja mais diálogo entre professores e alunos a respeito dos conhecimentos específicos nessas aulas, de forma que estimule nos estudantes um espírito crítico e que ele seja mais ativo.

Quanto ao **júri simulado** e as **questões sociocientíficas e controversas**, foram encontrados ambos como estratégias em 10 trabalhos. Portanto, as pesquisas utilizaram o júri simulado para discutir questões como a vida pessoal e profissional de Marie Curie, e as controvérsias de sua premiação ao prêmio Nobel (R31). Observamos também o uso de um júri simulado cujo tema era o financiamento de pesquisas sobre materiais transgênicos (E18).

As **questões controversas e sociocientíficas** foram abordadas para tratar aspectos da NdC por meio de temáticas como alimentos transgênicos, um assunto que envolve questões divergentes, tais como saúde e meio ambiente (E18). Em outra pesquisa foram apresentadas questões controversas sobre a natureza da luz, a qual permite trabalhar os conceitos de óptica abordando as hipóteses levantadas por cientistas (R2). Essas questões controversas são relevantes para o ensino de ciências, pois são capazes de contribuir para uma visão diferenciada de ciência e tecnologia, uma vez que permite problematizar ideias de neutralidade, objetividade e verdades inquestionáveis do pensamento científico (FIUZA; GUERRA, 2014).

As **atividades de Divulgação Científica** foram empregadas tanto em atividades no espaço formal de educação como no espaço não formal. De acordo com Oliveira e colaboradores (2021) as ações de Divulgação Científica são capazes de favorecer a circulação de informações entre variados públicos, promovendo aprendizagem de informações relacionadas à ciência. Nos trabalhos essa estratégia apareceu como forma de exposição “conheça os cientistas da sua terra” (E9), mostra cultural na escola (R10) e um projeto “ciências sobre rodas” que levava atividades de ciência para o público fora do ambiente escolar (R16). Assim, tais propostas permitiram que os estudantes conhecessem sobre a pesquisa de cientistas, interagissem com os pesquisadores em alguns casos e realizassem atividades sugerida por eles.

Quanto à **análise de imagens e desenhos**, algumas dessas atividades foram aplicadas com a finalidade de desconstruir e desmistificar ilustrações que apresentam os cientistas e a ciência de forma inadequada, propondo problematização sobre as representações, como as feitas para explicar a suposição de Newton sobre a gravidade, o sonho de Kekulé ao propor a estrutura do benzeno e Arquimedes e a coroa do rei (E19). De acordo com Fiúza e Guerra (2014), toda imagem é produzida com um objetivo, portanto a análise de uma imagem pode ser indicada como uma oportunidade para contribuir com um melhor entendimento de questões da história da ciência.

Quanto aos **jogos**, em um dos trabalhos foi apresentado um jogo didático para apresentar a história da cosmologia, dando destaque a questões de NdC por meio da investigação da história da ciência no século XX e a relação entre política e cosmologia dessa época (E10). No trabalho E13 foi proposto um jogo nomeado de “Saga científica”, que simulava a vida do cientista Fritz Haber, cujo objetivo era discutir características importantes que influenciam a ciência e o cientista. Autores como Gurgel e colaboradores (2013) apontam que o objetivo dos jogos é permitir aos estudantes uma compreensão mais rica sobre as formas com que a ciência se relaciona com o seu contexto histórico-social.

O **contato com cientistas** também foi uma estratégia oportunizada aos estudantes, na qual os próprios pesquisadores puderam apresentar sobre seus trabalhos. Promover esse contato é uma prática importante, uma vez que os alunos apresentam diversos desconhecimentos a respeito de quem são e como são os cientistas, esse distanciamento pode fortalecer uma concepção que não

condiz com a realidade, fazendo parecer que a função do pesquisador está muito distante da realidade do aluno. Logo, esse momento foi relatado nos trabalhos por meio de uma videoconferência que ocorreu entre uma cientista com os estudantes na sala de aula (R34), e também em um momento que os estudantes foram levados ao laboratório para fazer atividade investigativa em parceria com um pesquisador (R46).

O **teatro** apareceu como uma estratégia pouco adotada nas pesquisas. Em um dos trabalhos, foi proposta a adaptação de uma peça teatral sobre a vida de Galileu Galilei, na qual os alunos foram os próprios atores (R1). Outro trabalho implementou uma peça de teatro feita por estudantes de química, em que durante as apresentações foram realizadas demonstrações experimentais para a realização de debates ao final da peça, sendo possível discutir questões sobre a relação entre ciência e sociedade (R16).

As **visitas a universidade e instituições de pesquisas** foram proporcionadas com diferentes objetivos, como fazer com que os alunos compreendam que tipo de atividade é realizada em centros de pesquisa e apresentar quais tipos de equipamentos são utilizados para experimentos de radiação (R53).

Nesse sentido, uma série de estratégias foram adotadas buscando desenvolver atividades para retratar a NdC em sala de aula, em que uma gama de aspectos pôde ser abordada a partir delas. Essas estratégias são necessárias, pois permitem a participação ativa dos alunos nas atividades, proporcionando uma aprendizagem mais contextualizada e reflexiva.

3.5.4 Recursos didáticos utilizados nas atividades

Ao analisarmos os recursos didáticos utilizados pelas pesquisas, foi possível categorizar 13 tipos de recursos para abordar a NdC em sala de aula, que estão apresentados na Figura 4, do que aparece de forma mais expressiva para os que menos foram mencionados. Os recursos mencionados se referem aos materiais que as pesquisas utilizaram nas propostas. Vale ressaltar que se encontram mais de um trabalho por categoria, uma vez que uma variedade de recursos foi utilizada nos trabalhos para compor a sequência didática.

Figura 4: recursos didáticos adotados para abordagem de NdC nas atividades analisadas.



Fonte: autoras.

O recurso mais utilizado nos relatos foram as aplicações de **questionários**, que permitiram avaliar as concepções dos estudantes sobre a NdC, buscando entender como esses compreendiam questões relacionadas ao papel do experimento, noções sobre leis e teorias, relação da ciência com contextos extra científicos e outros. Trabalhos como E5 e E1 utilizaram esse recurso como forma de identificar as visões que os alunos apresentavam inicialmente na atividade e após a realização da proposta para poder observar as possíveis mudanças nas concepções dos estudantes com o desenvolvimento das atividades.

Na literatura encontram-se alguns questionários que são amplamente utilizados para avaliar essas concepções, como o VNOS – *Views on Nature of Science* (Visões da Natureza da Ciência), desenvolvido por Lerdeman e colaboradores (2002) – sendo um recurso adotado em alguns dos trabalhos, como, por exemplo, o R35. Tal recurso contribuiu com a percepção dos professores sobre o desenvolvimento dos alunos na proposta, identificando pontos que poderiam ser melhor aprofundado com os estudantes como também para mapear as noções de NdC.

Os **filmes, séries e vídeos** também foram amplamente adotados como recurso. De acordo com Santos e Sheid (2011), o mundo é cada vez mais ditado pelos recursos visuais, assim, esses materiais são capazes de apresentar a ciência em diversos contextos do seu desenvolvimento. Em alguns dos trabalhos

foram utilizados filmes completos, em outros recortes desses materiais para ser viável de ser abordado no tempo de uma aula. Dos tipos de recursos, um deles apresentou recurso bibliográfico para tratar da imagem do cientista, sendo utilizados títulos como “A vida de Louis Pasteur” e “Madame Curie” (E2). Outro exemplo do emprego desse recurso é a série “Jornada das estrelas”, na qual alguns capítulos selecionados foram utilizados para tratar questões como a racionalidade da ciência (R23).

Outro tipo de recurso mencionado foram os **materiais para jogos, atividades e experimentos**, na qual uma gama de atividades pôde ser elaborada a partir desses recursos, engajando os estudantes na atividade e nas discussões que surgiram a partir delas. Assim, foi utilizado tabuleiro para propor um jogo que aborda o contexto histórico da cosmologia (E10), cartões com perguntas e respostas de termos relacionados a ciência e cientistas (R26) e moedas de jogos que foram empregues em um trabalho que propôs um jogo que simula as escolhas do químico Fritz Haber (E13).

Os **textos de fontes secundárias**, que no geral foram apresentados textos de história da ciência, foram utilizados em algumas atividades juntamente com estratégia de leitura e discussão de texto, assim alguns títulos adotados foram “Marie Curie: vítima da Ciência” (R9) e “Arquimedes e a coroa do rei: problemas histórico” (E19), tratando de questões como gênero na ciência, história da ciência para abordar os conflitos e processos do desenvolvimento científico.

O recurso que se refere a utilização de **imagens** foram utilizados nos trabalhos buscando promover uma discussão em torno dos sentidos das figuras, possibilitando levantar discussões em torno da representação de algumas imagens históricas (E11), como também em outra proposta que buscou montar um painel com imagem de cientistas mineiros contemporâneos (E8).

Quanto aos **livros**, foram utilizados alguns recortes de capítulos de materiais como do livro “Discurso e Demonstrações Matemáticas em Torno de Duas Novas Ciências” (E3) e “As Cientistas: 50 Mulheres que Mudaram o Mundo” (R55). Dessa forma, algumas estratégias foram adotadas para a leitura desses materiais, buscando trazer embasamento para que os alunos discutissem tais temáticas nas propostas em sala de aula.

Os **textos de fontes primárias** e **textos de divulgação científica** (TDC) apareceram de forma menos expressiva entre os materiais analisados. Os textos primários são materiais originais publicados pelos cientistas, assim como diários e cartas trocadas, logo, em algumas pesquisas foram utilizadas recortes, como o texto “*The Nature of the α Particle from Radioactive Substances*” (E5) e cartas trocadas entre Darwin e o botânico Joseph Hooker sobre ancestralidade (E12).

Os **TDC** foram retirados de fontes como as revistas de divulgação científica, na qual foram implementadas visando propor a leitura e discussões sobre diversos assuntos. Os recursos que foram utilizados nas aulas são textos como “O que é vida”, da Ciência Hoje” (E15), assim, materiais como esse são capazes de abordar diversos contextos da ciência, esclarecendo como ela é influenciada pelo seu meio cultural, social, político e econômico, além de permitir compreender como a ciência é desenvolvida.

Os **simuladores e multimídias, livros didáticos e músicas** também foram recursos empregados para abordar a NdC, porém menos utilizados pelos trabalhos. Os simuladores e multimídias foram inseridos dentro de algumas aulas expositivas, buscando apresentar o conteúdo aos alunos e propor algumas dinâmicas. Os livros didáticos foram utilizados para leituras e discussões de textos, como um dos trabalhos que apresentou abordou a Revolução Copérnica e o contexto de paradigmas de Kuhn (E7), por meio de texto retirado de um livro didático. Na música, foi apresentado aos alunos letras como “Xote ecológico” (R57) e “Astronauta” (R40).

Por fim, as **peças de teatro** também foram utilizadas com o propósito de abordar a NdC. Em um dos trabalhos foi adaptado um roteiro teatral, junto aos alunos, sobre a vida de Galileu (R1). O recurso que se refere a um **boneco** foi apresentado em apenas um trabalho realizado no ensino fundamental, que buscou inserir nas aulas um boneco cientista para realizar “coisas de cientistas” juntamente aos estudantes (E20).

À vista disso, é evidente a variedade de recursos que possibilitaram desenvolver atividades para trabalhar aspectos da NdC com os estudantes, na qual muitos implicaram em contribuições significativas na busca por abordar questões da ciência. Cada recurso mencionado foi utilizado de forma que pudesse funcionar com as particularidades de cada turma. Assim, materiais como textos foram empregados juntamente com algumas estratégias para ser

mais produtivo, assim como os filmes, séries e vídeos, na qual alguns necessitaram de um recorte ou mais de uma aula para que pudesse ser contemplado.

É importante mencionar que tais recursos apresentam diversos potenciais para abordar a NdC, mas também suas limitações, como os recursos visuais e peças de teatro que podem apresentar a ciência de forma espetacularizada para ser mais atraente, portanto, é essencial um bom conhecimento das questões a serem abordadas para que algumas visões não sejam reforçadas por meio desses materiais.

3.5.5 Aspectos relativos à NdC foram abordados nas atividades

A partir da leitura das propostas de ensino abordadas nos trabalhos, buscamos identificar quais os principais aspectos da NdC que foram apresentados nas pesquisas. Ao total identificamos 9 aspectos, na qual a seguir detalhamos em categorias, conforme apresenta a Figura 6.

Figura 6: Aspectos relativos à NdC abordados nas atividades didáticas.



Fonte: autoras.

O aspecto da NdC mais recorrente é relativo à abordagem da **influência do contexto social, político, histórico, cultural e econômico no desenvolvimento da ciência**. Em tais trabalhos, os autores defendem que a

educação em ciências deve propiciar a aprendizagem dos conceitos da ciência, mas também de conhecimentos sobre as influências dos contextos que pertencem ao desenvolvimento científico, expondo uma ciência não neutra. Assim, há uma necessidade de apresentar a ciência como construção humana, de forma a evitar uma visão da ciência não problematizada e não histórica (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL; 2014).

Nesse sentido, em um dos trabalhos foi relatada uma sequência didática de um jogo sobre a história da cosmologia, investigando a história da ciência no século XX (R13). Com base em um recurso similar, outra proposta didática apresentou-se o contexto histórico, econômico e político da ciência ao aplicar um jogo sobre a vida do químico Fritz Haber, mostrando os dilemas da época do cientista (E13). No trabalho R15, os autores abordaram na proposta didática a influência do contexto sociocultural da Europa no século XVII e XVIII no desenvolvimento de temas relacionados à óptica.

Seguido desse aspecto, os **estereótipos de cientistas** foi uma questão amplamente discutida em sala de aula. A presença frequente dessa categoria é devida à importância de desmistificar algumas concepções que os estudantes possuem sobre cientistas. Segundo Reis, Rodrigues e Santos (2006), algumas das diversas noções sobre cientistas estão relacionadas a uma imagem caricaturada, considerando-os como aqueles que possuem conhecimento de tudo, inventam artefatos tecnológicos, além de serem pessoas mais velhas e do sexo masculino.

Inserido nessa categoria, alguns trabalhos abordaram também sobre a noção de uma ciência elitista, apontando que o conhecimento científico não é desenvolvido por cientistas que são gênios, inacessíveis e isentos de cometer erros. À vista disso, uma das pesquisas apresentou aos alunos os trabalhos de uma cientista brasileira da área da física, discutindo o papel das pesquisadoras mulheres, assim como as dificuldades enfrentadas por essas, e também foi abordado sobre as contribuições de cientistas brasileiros no mundo (R36). Já em outra proposta, os autores promoveram contato dos estudantes com pesquisadores de uma universidade por meio de uma videoconferência, permitindo que os alunos tivessem interação com cientistas contemporâneos (R34).

A **provisoriedade na ciência** foi outro aspecto encontrado em diversos trabalhos. Autores como Scheid, Ferrari, Delizoicov (2007) apontam que as teorias científicas são provisórias e passíveis de questionamentos, que nenhum modelo científico é uma verdade absoluta e definitiva. Com base nesse entendimento, algumas atividades didáticas foram direcionadas com objetivo de abordar esse aspecto em sala de aula. Em alguns trabalhos, essa questão foi inserida por meio de atividades nas quais os alunos tinham que formular alguma solução provisória a um problema segundo seus conhecimentos teóricos, formando modelos teóricos explicativos e analisando posteriormente a pertinência dessas explicações (R39). Em outras atividades desenvolvidas nessa perspectiva, buscou-se abordar a provisoriedade dos modelos atômicos e suas mudanças ao longo tempo (R31). Outro exemplo é atividade na qual se utilizou um episódio da série Jornada nas Estrelas para abordar a relatividade geral e discutir a provisoriedade das teorias em relação aos buracos negros (R23).

Inserido nesse aspecto, também se encontram discussões que abordam o papel do erro na ciência, na qual se destaca a noção de que a ciência é uma atividade humana e por isso passível de erros e não é fruto de conhecimento prontos e que isso é um fator importante na prática dos cientistas.

O tema sobre a **produção e validação do conhecimento científico** foi abordado por alguns trabalhos. De acordo com Reis e Reis (2016), é necessária uma boa compreensão de como se dá o processo de construção do conhecimento científico, para permitir uma noção de que seu desenvolvimento não é fruto de uma simples “descoberta” ou de um experimento aleatório, mas que esses conhecimentos são resultados de longas pesquisas, influenciadas por diversos fatores, que não se desenvolve linearmente e que também passa por erros e remodelações.

Os trabalhos dessa categoria apareceram em propostas didáticas em que se discutiu com os estudantes como se dá o desenvolvimento e disseminação do conhecimento científico (E18). Em outra atividade, buscou abordar o papel das observações, evidências e teorias na produção do conhecimento, no intuito de contrapor algumas concepções de “descobertas” que aparecem associadas a história de cientistas como Newton e Arquimedes (E19); ou ainda refletir sobre

o processo de elaboração de hipóteses no contexto de atividades investigativas (R39).

As discussões em torno do papel da experimentação também se enquadram nessa categoria. Assim, alguns trabalhos proporcionaram atividades direcionadas à compreensão de que a experimentação nem sempre é feita em ambiente laboratorial, apresentado, para tal, as observações feitas em uma viagem por Darwin (E4).

Quanto ao **caráter colaborativo da ciência**, esse aspecto esteve presente, por exemplo, em um trabalho no qual abordou, através de leituras e discussões com a turma, o desenvolvimento das pesquisas sobre radioatividade que envolveram trabalho em conjunto de diversos cientistas (R21). Em outra pesquisa, foi realizada uma atividade que teve como foco apresentar a história de Marie Curie, destacando suas parcerias, contribuições e disputas com outros cientistas no meio acadêmico (R31). A interação e trocas de informações que aconteceram entre Kepler e Galileu também foi abordada em um trabalho (R1). Segundo Gil-Pérez e colaboradores (2001), uma das visões mais frequentes nos estudantes se refere à concepção individualista da ciência, na qual os conhecimentos científicos parecem ser obras de gênios isolados, ignorando o papel do trabalho colaborativo e cooperativo da ciência.

A categoria referente ao **método científico** foi apresentada em um dos trabalhos como uma forma de promover discussões sobre controvérsias científicas, apresentando a não existência de um método único e infalível para fazer ciência (R15). Em outra pesquisa, os textos primários de história da ciência foram empregados como forma problematizar a concepção da existência de um método científico único (E1). Portanto, a abordagem desses aspectos nos trabalhos é de grande relevância pois permite que os alunos compreendam que há diferentes formas de produzir conhecimento científico, na qual cada tipo de pesquisa requer um método diferente, assim como também tais métodos não são infalíveis e guiados por um passo a passo.

Outro aspecto que foi abordado em atividades é a concepção de uma **ciência acumulativa e linear**. De acordo com Gil-Pérez e colaboradores (2001) essa concepção de NdC transmite uma noção simplista, na qual a ciência é fruto de um conhecimento acumulativo e linear, ignorando aspectos importante do desenvolvimento científico, como as crises, revoluções científicas e

remodelações. Nesse sentido, um dos trabalhos tratou dessas questões apresentando a história da ciência sobre cosmologia, apresentando algumas controvérsias da temática, assim, permitindo que o aluno compreenda que o desenvolvimento da ciência não se dá de forma linear (R14). Já outro trabalho abordou esse aspecto por meio de uma adaptação de um artigo, que apresentava debates sobre o desenvolvimento não linear da ciência (R7). Tratar dessa questão é necessário pois permite apresentar ao aluno de uma forma mais realista dos processos da ciência, seus embates e processos de validação.

Outro aspecto da NdC identificado nos trabalhos são **os instrumentos e ambiente de trabalho do cientista**. Na literatura é comum que os estudantes associem os instrumentos de trabalho de cientistas como sendo vidrarias químicas e equipamentos tecnológicos manuseados dentro de um laboratório. A partir desse tipo de concepção, emerge a necessidade de apresentar ao aluno que um pesquisador não precisa necessariamente desse tipo de instrumento para realizar pesquisa, tampouco precisa estar dentro de um laboratório. Portanto, em um dos trabalhos esse aspecto foi abordado em sala de aula como forma de discutir sobre o papel do experimento na ciência, trazendo o caso histórico de Galileu e discutindo sobre a necessidade ou não de experimentos para validar seus resultados (E3). Já outro trabalho buscou discutir sobre as concepções que os alunos apresentavam referente ao ambiente de trabalho do cientista, problematizando noções inadequadas que eram expostas por eles (R26).

Por fim, o aspecto referente a **racionalidade na ciência** foi mencionado em 2 trabalhos, em que uma das pesquisas buscou discutir como alguns filósofos como Popper, Lakatos e Feyrabend se opunham ao racionalismo, abordando questões sobre a racionalidade. Outra pesquisa propôs na sequência didática desconstruir a visão racionalista da ciência apresentando episódios da série Jornada nas Estrelas através do personagem Spock, abordando como algumas representações reforçam a imagem do pesquisador como um ser racional e lógico (R23).

Abordar os aspectos da NdC, como os mencionados nas categorias acima, é indispensável para um ensino de ciências que busque contribuir com uma educação científica de qualidade. Dessa forma, é importante que as questões sobre a ciência não sejam meramente mencionadas em sala de aula,

mas que sejam propostas nos currículos e que tenha um espaço tão importante quanto a abordagem dos aspectos científicos buscando desenvolver maior criticidade nos estudantes, interesse pela ciência e tornar a aprendizagem científica mais significativa com o enfoque nos aspectos procedimentais do desenvolvimento científico.

Também é importante mencionar que, dada à diversidade e complexidade de aspectos da NdC, cada trabalho deu ênfase em alguns deles, conforme o objetivo, recurso ou estratégia adotado na proposta. Dessa forma, entende-se que uma única atividade não é capaz de abarcar a amplitude dessas das questões relativas à NdC, sendo importante que atividades dessa natureza estejam distribuídas em vários momentos da educação básica.

3.5.6 Contribuições das atividades

Foram analisadas as contribuições das atividades didáticas relatadas pelos autores das propostas. As contribuições encontradas foram reunidas em 10 categorias, conforme apresenta a Figura 7, na qual a seguir discutiremos sobre cada uma delas. Vale ressaltar que as contribuições mencionadas se referem tanto às mencionadas sobre as concepções dos estudantes sobre a NdC como também sobre a realização das atividades.

Figura 7: Contribuições apresentadas nas atividades didáticas.



Fonte: autoras.

Conforme apresentado na imagem acima, a contribuição mais mencionada se refere à melhoria no desempenho das atividades propostas por parte dos estudantes, na qual as sequências didáticas que objetivaram trabalhar aspectos da NdC por meio de diferentes recursos e estratégias demonstraram vantagens em envolver a participação dos alunos nas aulas.

Através do desenvolvimento das propostas, diversas pesquisas relataram que os estudantes se mostraram mais motivados e se desempenhando melhor nas aulas, isso pode ser devido às características de determinadas estratégias que colocavam a aprendizagem mais centrada na participação do aluno. Assim, em um dos trabalhos foi relatado que durante as atividades os alunos propunham ideias, contra-argumentaram, realizaram interferências e construíram explicações para um problema que foi proposto (R60). Em outro artigo, foi relatado que por meio da proposta de uma questão sociocientífica sobre a fosfoetanolamina em que os alunos conseguiram estabelecer uma análise mais crítica da relação entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (R50).

Outra contribuição que foi expressivamente mencionada se refere à compreensão **da não neutralidade da ciência**, coincidente com um dos aspectos da NdC que mais foi abordado nas atividades. Nessa categoria, um dos trabalhos notou essa contribuição através da abordagem do contexto histórico do uso de armas químicas durante a primeira guerra mundial, a qual proporcionou aos alunos uma melhor compreensão acerca dos interesses pessoais, políticos e governamentais que permeavam suas práticas científicas (R28). Essa contribuição também apareceu após a realização de um júri simulado, cujo o tema foi o financiamento de pesquisas sobre os materiais transgênicos, o qual permitiu a compreensão dos estudantes acerca dos processos de desenvolvimento do conhecimento científico e das influências que sofrem não apenas de aspectos políticos, mas também financeiros e sociais (E18). Deste modo, evidencia a preocupação de professores e pesquisadores em apresentar a ciência como parte de um contexto cultural, com dilemas profissionais e de relações humanas (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011).

A **compreensão da ciência como atividade humana** também foi relatada por alguns trabalhos. De acordo com Moura (2014), é necessário compreender que o conhecimento científico é uma obra humana com pessoas pertencentes a uma sociedade, portanto, ao abordar a NdC é relevante que haja um esclarecimento da sua indissociabilidade com o mundo. Assim, em uma das pesquisas, ao realizarem um júri simulado sobre a natureza da luz, foi relatado uma notória melhoria na compreensão dos alunos a respeito da dinâmica de produção do conhecimento científico (R2). Em outra pesquisa, os autores verificaram que, por meio da leitura e discussões de textos primários do cientista Arrhenius, os estudantes puderam ter uma noção da forma que os conhecimentos científicos são desenvolvidos e como a ciência é uma atividade passível de erros (E6).

Contribuições em torno da **imagem do cientista** também foram mencionadas. As atividades puderam auxiliar na melhoria dessas concepções de diversas formas, como através da discussão do filme “O contato”, a partir da qual os alunos puderam reconhecer a presença das mulheres na ciência, compreendendo que a ciência não é necessariamente dominada apenas por cientistas do gênero masculino (E2). Outro trabalho, no qual se replicou experimentos históricos realizados por cientistas, permitiu o desenvolvimento de compreensão mais realista sobre os cientistas, desmistificando a ideia de que são seres iluminados e que tiram conclusões frutos de uma genialidade (E6).

Outra contribuição importante que foi relatada nos trabalhos é que as atividades desenvolvidas colaboraram para que os estudantes pudessem entender **aspectos dos conteúdos científicos** que estavam atrelados à abordagem da NdC. Em um dos trabalhos, é mencionado que a implementação da sequência didática proporcionou que os alunos refletissem sobre informações relacionadas aos fenômenos físicos dos raios cósmicos (R53). Outra pesquisa menciona que antes do desenvolvimento das atividades os alunos apresentavam dificuldade com alguns conceitos, como a compreensão do átomo, no entanto, tiveram uma evolução notória, conseguindo utilizar o conceito para explicar a composição da matéria e outras características atomísticas (R42).

Outra contribuição evidente se refere a uma **melhoria na compreensão sobre a provisoriedade da ciência**. Essa questão da NdC foi abordada pelos trabalhos, devido a forte concepção dos estudantes que o conhecimento

científico não passa por reformulações, sendo uma verdade absoluta e com pouca possibilidade de ser mutável. Nos trabalhos, essa categoria foi mencionada através de temáticas como modelos atômicos, na qual foi possível abordar que a ciência não se desenvolve linearmente e nem de forma acumulativa, mas que o conhecimento científico pode ser modificável, abandonado e está em constante transformação (E5).

Uma contribuição que foi menos relatada nos trabalhos, é sobre a **compreensão do papel da experimentação**. Segundo Forato, Pietrocola e Martins (2011), a imagem ingênua da experimentação pode ser prejudicial para compreender os aspectos da ciência. Dessa forma é importante um bom entendimento do papel da experimentação, assimilando que ela não é desenvolvida por um suposto método científico e refletindo as relações e diferenças entre observação, hipóteses e principalmente resultados experimentais e explicação teórica. Nessa categoria os alunos puderam compreender que a experimentação não é o único caminho para validar resultados científicos e também melhorar a concepção de que não há uma verdade absoluta tratando na ciência (E3).

De forma menos abrangente que outras categorias, algumas atividades colaboraram para que os estudantes tivessem uma melhor perspectiva sobre o **ambiente de trabalho e instrumentos de pesquisa do cientista**, assim, abordar esse aspecto é necessário para uma compreensão que ambiente de trabalho do cientista pode ser diverso, como a natureza, empresas, escolas e fábricas, enquanto seus materiais de estudo podem ser animais, plantas, livros, artigos, astros, pessoas, computadores e diversos outros.

Nos trabalhos essa categoria se encontra em relatos do qual o pesquisador buscou discutir sobre um episódio histórico do cientista Lavoisier, apresentando o ambiente de trabalho do pesquisador e seus instrumentos utilizados (R7). Outra pesquisa obteve essa contribuição após a abordagem do episódio histórico da expedição de Darwin (E4), na qual os alunos puderam conhecer um outro contexto de pesquisa do campo da ciência, o papel importante da observação nas pesquisas e que experimentos não são necessariamente realizados em ambientes laboratoriais.

De forma menos frequente, a concepção de uma **ciência não linear** aparece como uma categoria. Alguns trabalhos na literatura apontam que é

comum os alunos apresentarem uma visão linear, como se a ciência fosse desenvolvida em etapas encadeadas, na qual essa concepção é reforçada em diversas narrativas históricas que objetivam descrever um período muito longo (MOURA, 2014). Em um dos trabalhos essa contribuição se deu através de discussões de textos, que permitiram que os estudantes não vissem as teorias da física como algo cumulativo e linear, de forma que pudessem entender que as teorias partem de modelos que vão se aprimorando (R4).

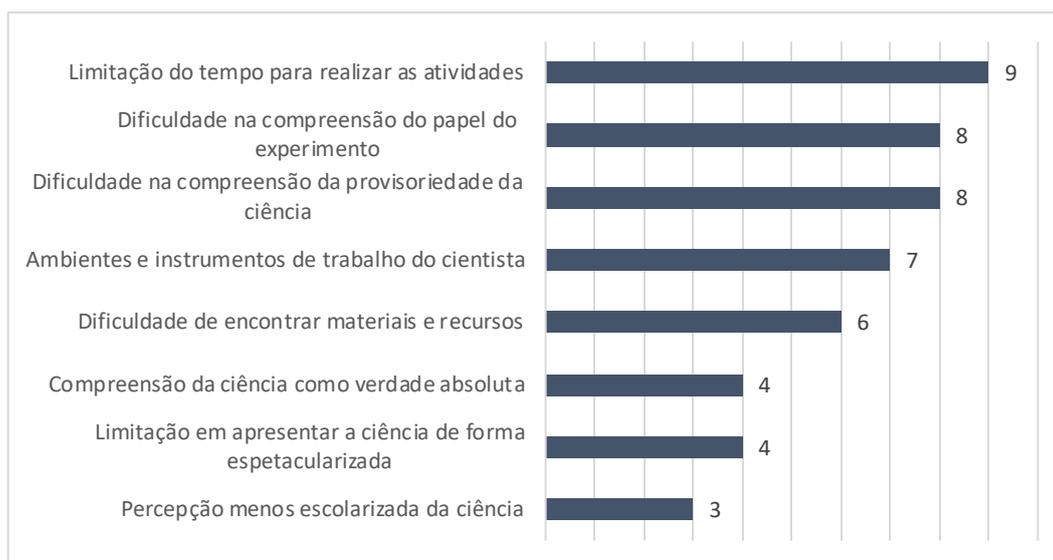
Por fim, a categoria que se refere a uma **percepção menos escolarizada da ciência** também foi pouco contemplada. Essa contribuição é significativa pois, é habitual que nas concepções de estudantes que a ciência na escola tenha como propósito fazer com que os alunos aprendam sobre teorias, fórmulas e realizar cálculos. Nesse sentido, em um dos trabalhos o pesquisador mencionou que a sequência didática desenvolvida permitiu mudar o olhar dos estudantes sobre a física, na qual antes estavam acostumados a focarem mais em fórmulas e contas, e a partir da atividade, passaram a refletir sobre alguns aspectos da atividade científica (E21).

Nesse sentido, as atividades desenvolvidas permitiram uma série de contribuições significativas em que os alunos foram capazes de desenvolver habilidades como de comunicação, leitura e reflexão crítica. Portanto, é relevante que esse tipo de proposta seja desenvolvido na sala de aula da educação básica, visto as contribuições importantes para aprendizagem da ciência.

3.5.7 Limitações ou dificuldades para aplicação das atividades

O último tópico que foi analisado nesta pesquisa se refere às dificuldades e limitações que foram relatadas pelos autores nas atividades. Portanto, os aspectos identificados foram reunidos em 8 categorias, conforme apresentamos na Figura 8 a seguir.

Figura 8: Dificuldades e limitações apresentadas pelos trabalhos.



Fonte: autoras.

Na maioria dos trabalhos não foi notório a descrição das dificuldades e limitações das atividades, o que expõe uma falta de reflexão sobre as atividades desenvolvidas, uma vez que de forma geral as práticas necessitam de melhorias, ainda mais quando os estudantes não estão familiarizados com essa natureza de proposta, por isso, é relevante uma reflexão sobre a prática desenvolvida como forma de apontar novos caminhos. As demais dificuldades e limitações que foram encontradas nos trabalhos e categorizadas estão descritas a seguir.

Uma das limitações encontradas ao realizar as atividades didáticas foi a **persistência de algumas visões inadequadas**. Nas atividades essa questão foi observada por meio de um jogo sobre a história da cosmologia, na qual ao final, uma parte dos alunos ainda estava demonstrando uma visão relativista da ciência (E10). Outro trabalho promoveu atividades voltadas para a discussão do tema radioatividade, em que pode-se observar que os alunos ainda apresentavam a ideia de descoberta científica associada ao estereótipo de uma ciência linear, em que os cientistas dão continuidade do trabalho de seus pares seguindo uma mesma linha de raciocínio (R37). Dessa forma, pode-se notar que promover avanços nas concepções de NdC não é algo simples, a persistência dessas visões indica que as atividades que abordem esses aspectos devem ser intensificadas e realizadas frequentemente.

Quanto às **dificuldades com a atividade ou na aceitação da proposta**, essa categoria buscou relatar os obstáculos enfrentados pelos alunos nas

realizações das propostas. Nesse sentido, um dos trabalhos propôs uma atividade investigativa objetivando estimular práticas científicas, na qual os alunos tinham que elaborar hipóteses para algumas questões relacionadas à química, no entanto, os autores observaram dificuldades para elaborar tais hipóteses e realizar os procedimentos experimentais (R39). Em outros trabalhos que promoveram debates e discussões, foi observado que os alunos demonstraram insegurança para expressar suas opiniões e organizá-las de forma lógica (R18) (R11). As dificuldades referentes à leitura e interpretação de texto também foi mencionado, sobretudo em relação à compreensão de termos científicos (E14).

A **dificuldade com conteúdo curricular** também foi mencionada pelos pesquisadores como uma adversidade para realizar as atividades, uma vez que a NdC foi apresentada, na maioria dos trabalhos, atreladas aos conteúdos curriculares. À vista disso, um dos trabalhos mencionou a dificuldade dos alunos em explicar e representar os modelos atômicos com base nas leis ponderais, além de dificuldade em compreender definições como elétrons e moléculas (E8). Em outra pesquisa é mencionado que os alunos não apresentaram ideias tão elaboradas sobre o cientista Kekulé, devida a falta de conhecimento prévio (E24).

Quanto ao **tempo de realização das atividades**, foi relatado por algumas pesquisas que as atividades propostas para abordar a NdC demandam mais tempo do que atividades convencionais, tendo em vista que as aulas ocorriam somente duas vezes na semana no tempo de 50 min (R15) e (R7). Assim, essa questão é pertinente, pois apesar de não ter sido relatada em muitos trabalhos, é compreensível que seja um dos limitantes para desenvolver propostas dessa natureza em sala de aula.

A **complexidade para encontrar materiais e recursos didáticos** adequados foi algo identificado pelos pesquisadores. Alguns trabalhos relataram dificuldades de encontrar materiais de qualidade e que fossem acessíveis para os estudantes, como um trabalho que utilizou materiais de história da ciência para levantar alguns aspectos da NdC (E17). Em um trabalho da área da física que promoveu discussão de questões controversas sobre modelos cosmológicos, os autores encontraram dificuldades de localizar materiais que

argumentavam sobre o modelo do Universo Eterno comparado ao modelo do Big Bang (R14).

A **apresentação da ciência de forma idealizada** também pode ser identificada como um tipo de limitação. Diversos trabalhos utilizaram como recurso os vídeos e filmes para retratar um conteúdo, porém esses materiais apresentam restrições ao serem empregados como material didático. Portanto, em uma das pesquisas que utilizou uma animação sobre Galileu Galilei e retratou que o material apresentava uma certa romantização dos personagens, o que pode impactar nas concepções dos estudantes sobre o cientista (R19). Logo, o professor precisa estar preparado ao utilizar tais recursos para que não acabe reforçando determinadas visões, sendo importante, quando for o caso, discutir as visões equivocadas presentes nos materiais.

A dificuldade que foi mencionada com menor frequência entre os trabalhos se refere à compreensão **da ciência como verdade absoluta**, visto que algumas atividades poderiam acabar fortalecendo uma concepção de que a ciência é um conhecimento soberano e imutável. Logo, foi mencionado por uma das pesquisas que os alunos tiveram dificuldade de entender que o conhecimento científico não é consolidado, uma vez que a ciência apresentada na escola não costuma abordar os aspectos do desenvolvimento científico, fazendo parecer que a ciência sempre é capaz de dar respostas corretas para suas questões, quando na realidade esse processo é mais complexo (R5).

Sendo assim, é importante compreender que ao propor as atividades didáticas algumas adversidades podem ocorrer, como também é relevante entender que muitos dos materiais que são utilizados possuem suas limitações. No entanto, as limitações podem ser superadas com o auxílio do professor durante a proposta e não devem ser usadas como empecilhos para evitar esse tipo de atividade.

É nesse sentido que destacamos a potencialidade da DC como uma ferramenta valiosa, que permite incorporar diferentes estratégias a atividades didáticas que podem abordar aspectos da NdC. Conforme apresentado nesta revisão, as atividades de DC foram empregadas em poucos trabalhos, sendo encontrada em apenas 10 pesquisas.

Para Diniz e Rezende (2018), a DC vem buscando garantir que os cidadãos tenham acesso ao conhecimento científico, conscientizando sobre a

importância da ciência para a sociedade. Portanto, no contexto escolar, é essencial que a educação dos estudantes passe por reflexões a respeito da ciência e do cientista, buscando uma compreensão mais adequada sobre o conhecimento científico.

Assim, reconhecendo as potencialidades das ferramentas e estratégias de DC, neste trabalho buscamos propor uma sequência didática que visa empregar recursos e atividades de DC para abordar com estudantes da educação básica sobre a atividade científica. Nessa perspectiva, tecemos a seguir algumas considerações sobre a NdC no contexto da DC.

3.6 NdC no contexto da Divulgação Científica

A DC é um campo de estudo que vem se consolidando no ensino de ciências devido às suas possibilidades em popularizar os conhecimentos científicos e aproximar esses saberes da população, em especial, aproximar a ciência dos estudantes. Albagli (1996) descreve a DC como um conjunto de processos e recursos técnicos utilizados buscando promover uma comunicação das informações científicas e tecnologias para um público não especialista.

Considerando que a disseminação da ciência é importante apenas para a comunidade científica, mas essencial para uma sociedade alfabetizada cientificamente, a DC tem se tornado uma temática de relevância no ensino de ciências, na busca por tornar o conhecimento científico mais acessível para os estudantes, assim como promover melhores compreensões sobre seu desenvolvimento.

Dessa forma, as estratégias de DC no ensino de ciências podem ser uma ferramenta valiosa, que permite desenvolver ações em espaços formais e não formais de educação, e com variedade de abordagens, como leitura de textos de DC e publicações científicas, palestras, visita em museus, vídeos produzidos por divulgadores, publicações em redes sociais, visitas a centros e instituições de pesquisas e outros.

Vale ressaltar que embora o desenvolvimento científico e tecnológico tenha sido marcante na melhoria de vida da sociedade, a população de forma geral tem a falsa percepção que o conhecimento científico é capaz de resolver todos os problemas do mundo, assim como entendem que a ciência só gera

benefícios. Essa percepção ignora como a ciência se desenvolve, passando por obstáculos, acertos e erros e as influências e interesses que colaboram com a produção científica. Essa noção sobre a ciência, também é perceptível na visão de alunos e professores, assim como nos discursos de sala de aula (GOMES, 2012).

Assim, é importante que os veículos de DC estejam atentos a uma postura de atribuir à ciência um valor supremo e inquestionável, colocando no papel de única fonte de conhecimento relevante. Para Baptista (2014) é importante compreender a ciência como a cultura dos cientistas, sendo uma entre inúmeras culturas existentes, assim, a autora aponta que:

apesar dessa argumentação sobre a importância e necessidade de compreender a ciência como uma entre as diversas culturas, é fato que prevalece na maioria das salas de aula de ciências a prática pedagógica cientificista, centrada unicamente na transmissão e reprodução de conhecimentos científicos considerados como sendo os únicos verdadeiros e factuais e, além disto, destituídos dos contextos, seja da própria ciência e/ou das realidades dos estudantes (BAPTISTA, 2014, p.30).

Portanto, é relevante apresentar os aspectos científicos aos estudantes, buscando reconhecer que há outras formas de conhecimento que também contribuem para o desenvolvimento da sociedade, além de que não se deve limitar a apresentar somente o lado positivo da ciência, como sendo um conhecimento que produz verdades absolutas, mas também mostrar suas limitações, confrontos e influências (GOMES, 2012; BAPTISTA, 2014). É nesse sentido que se torna imprescindível que cientistas, educadores e divulgadores científicos se reúnam buscando promover estratégias de DC que sejam caracterizadas pela criticidade e reflexão, permitindo questionar a noção de que a ciência é segura em verdades absolutas e a ideia de uma ciência positivista, que compromete o entendimento de aspectos do desenvolvimento científico.

Para Lorenzetti, Raicik e Damasio (2021), é importante que as discussões da HFC e NdC sejam incorporadas nos materiais e ações de DC, uma vez que podem apresentar ao público, em uma linguagem acessível, visões sobre a ciência e o trabalho científico.

Nesse sentido, as estratégias de DC, como a utilização de textos, apresenta potencialidade para trazer novas informações e contribuir para o ensino de ciências, permitindo apresentar diversas informações sobre o fazer científico que pode colaborar com o desenvolvimento de criticidade e reflexão do

estudante. No entanto, é relevante ressaltar também a DC como uma estratégia de ensino também possui suas limitações, uma vez que pode reforçar uma concepção salvacionista da ciência (DINIZ, REZENDE; 2018).

Alguns materiais de DC devem ser vistos com cautela de cunho epistemológico e historiográfico, devido a possibilidade de tratarem as discussões sobre a ciência com superficialidade. Ainda, é essencial reconhecer que dentro da cultura científica há diversos sujeitos que podem falar sobre os aspectos da ciência, como professores, cientistas, jornalistas, divulgadores, uma vez que esses também vão transmitir, de forma explícita ou implícita, suas noções sobre ciências (LORENZETTI; RAICIK; DAMASIO, 2021).

Dessa forma, as estratégias de DC para discutir aspectos da NdC apresentam diversos potenciais, como tornar o conhecimento científico mais acessível, proporcionar reflexões sobre a ciência, estimular a curiosidade e combater a desinformação. No entanto, também é essencial compreender as limitações dessa estratégia, como simplificação de informações, que pode ocasionar um entendimento impreciso da ciência, e também a possibilidade de transmitir a noção da ciência como um conhecimento impecável e soberano, em vez de apresentar complexidades como suas influências, interesses, falibilidade e outros aspectos que implicam em uma boa compreensão da NdC.

4. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

4.1 Compreensões gerais sobre a Divulgação Científica

A DC é um campo de estudo que vem se consolidando no ensino de ciências devido às suas possibilidades em popularizar os conhecimentos científicos e aproximar esses saberes da população, em especial, aproximar a ciência dos estudantes. Albagli (1996) descreve a DC como um conjunto de processos e recursos técnicos utilizados buscando promover uma comunicação das informações científicas e tecnologias para um público de não especialistas.

É possível encontrar diferentes definições para o que se refere DC. Para Albagli (1996) a DC objetiva difundir as informações em uma linguagem diferente da qual a ciência é comunicada entre cientistas, na qual a linguagem técnica é

deixada de lado buscando que o conhecimento científico se torne acessível ao público leigo.

Bueno (1985) descreve que a DC é um processo de transposição do conhecimento científico elaborado em uma linguagem especializada, para um uma linguagem não especializada, na busca por atingir o público leigo no conhecimento científico e tecnológico. Para Cunha e Giordan (2009), na DC, o divulgador faz uso da linguagem discursiva para se aproximar de um público a partir das informações produzidas por um especialista, na qual “o divulgador fala pelos outros para os outros” (CUNHA, GIORDAN; 2009, n.p).

Compreendendo as diferentes definições para a DC, é relevante assimilar também a diferença existente entre aspectos da divulgação científica, difusão e disseminação da ciência. De acordo com Gomes (2012) e Massarani (1998), apesar de existir distinção entre os três aspectos, não há rigor conceitual para cada um dos termos, por isso é comum vê-los sendo utilizados como sinônimos.

O termo difusão científica é mais amplo e, de acordo com Bueno (1985), a referência a qualquer processo que utiliza a veiculação de informação científica e tecnológica para o público pode ser pensada como difusão do conhecimento para especialistas e difusão do conhecimento para o público geral. O conceito de disseminação científica, se refere à disseminação de mensagens especializadas, para um público específico e especializado em um determinado assunto, ou seja, se refere à comunicação entre pares (GOMES, 2012; PASQUALI, 1979). Por fim, a divulgação científica se diferencia ao ser compreendida como o envio de mensagens, elaboradas como uma adaptação da linguagem científica, que busca vincular a informação para um público leigo através de diversos recursos e canais (BUENO, 1985).

Nesse sentido, ações que envolvem a difusão, disseminação e divulgação científica são essenciais, pois a compreensão do que a ciência é considerada um valor primordial da sociedade, em que cada vez mais cientistas, jornalistas e educadores notam uma necessidade de comunicar os assuntos referentes à ciência e tecnologia para o público (REIS, 2012). De acordo com o autor, a ciência é uma das maiores conquistas da nossa cultura e, portanto, todos os cidadãos deveriam ter acesso e compreender questões relacionadas ao conhecimento científico.

Em um aspecto histórico, a expansão social da ciência ocorreu a partir da revolução científica no século XVI e se prolongou até o século XVIII. Esse início da era moderna foi marcado pela ascensão da burguesia que estimulou a produção da ciência e tecnologia, porém os resultados dessas pesquisas científicas feitas na época só começaram aparecer a partir da primeira revolução industrial no século XVIII e se destacaram na segunda revolução industrial no século XIX, provocando um aumento da consciência social sobre o conhecimento científico (ALBAGLI, 1996).

Assim, pode-se dizer que no período pós-guerra a ciência passou a ter um grande prestígio pela sociedade, potencializando suas influências nos fatores econômicos, culturais e na vida da população, além de ter atraído os olhares da elite local para as conferências científicas, eventos que eram populares entre os cientistas e a alta sociedade da época (ALBAGLI, 1996).

Para Mendes (2006) foi nesse contexto que em meados do século XIX a ciência começou a se popularizar, ainda que para um público específico e predominante composto pela elite europeia, acarretou em um crescimento mundial de materiais como revistas e jornais, nas quais eram divulgados os periódicos científicos. Dessa forma, as iniciativas de DC incentivaram a consolidação das sociedades científicas, museus e academias de ciências.

Nessa mesma época no Brasil houveram poucos investimentos na ciência, no entanto, a presença dos temas científicos em jornais impressos foram pertinentes. Na época a imprensa Régia, primeira editora brasileira, contribuiu com a impressão de textos e manuais voltados para a educação científica, o que chamou a atenção da elite nacional, que colaboraram para que a ciência tivesse um papel de destaque (MENDES, 2006). Ainda sobre as atividades de DC no Brasil, Mendes (2006, p.123) aponta:

No Brasil, no entanto, as atividades científicas sistemáticas e universitárias surgiram mais tarde, mantendo uma grande parte da população à margem do conhecimento e do ensino formal por ausência de políticas de longo prazo. Dessa forma, os cientistas brasileiros estiveram envolvidos em um projeto político-social mais amplo de reconhecimento e validação da ciência junto à sociedade em diferentes momentos históricos.

Nesse sentido, é importante compreender que a DC pode ser feita por diversos meios e utilizando diversos recursos. Também é relevante entender que a DC é abordada por diferentes profissionais dentro de uma diversidade de

perspectivas teóricas e filosóficas (NASCIMENTO, 2008). Entre os diferentes tipos de divulgadores destacam-se os cientistas e os jornalistas.

O jornalismo científico promove a difusão da ciência ao grande público de não especialistas por meio das mídias, como a imprensa, rádio, televisão e jornais, desempenhando um papel intermediário entre os cientistas e o público leigo. No entanto, a DC promovida por jornalistas é alvo de muitas críticas e controvérsias vindo da comunidade científica, visto que os apoiadores do jornalismo científico defendem a importância de divulgar a ciência em uma linguagem mais adequada por um profissional da comunicação, visto que os cientistas discordam dos critérios adotados pelos jornalistas e justificam que eles podem acabar transmitindo algumas ideias errôneas, como a do poder supremo da ciência e neutralidade (DIAS; ALMEIDA, 2009; ALBAGLI, 1996).

Bueno (2007) ressalta um ponto relevante sobre a divergência de pensamentos a respeito da DC promovida por jornalistas e cientistas.

Pesquisadores e jornalistas/divulgadores precisam estabelecer definitivamente uma relação de parceria porque ela é vital para a sociedade, porque pode contribuir para reduzir a exclusão social, promover a alfabetização científica e para incluir segmentos da sociedade no debate sobre a ciência e a tecnologia (BUENO, 2007, p.1).

Outra questão pertinente a DC é sua semelhança com comunicação científica (CC), no entanto, não se referem a mesma coisa. Para Bueno (2010) a DC pode ser compreendida como a utilização de recursos, técnicas, processos, produtos para a difundir as informações científicas para um público leigo, que se diferencia da CC que pode ser caracterizada como a comunicação das informações científicas direcionadas a um público de uma área específica.

No caso da CC, as pessoas que comunicam sobre o tema estão familiarizadas com ele, conhecem bem os conceitos e processos. Na DC, por se tratar de um público não especializado, prioriza popularizar a ciência sem a utilização de termos muito técnicos. Assim, uma das maiores diferenças entre a CC e a DC é seu público alvo, pois no primeiro o público é de especialistas, e no segundo, o público pode desconhecer a ciência, o que pode tornar complexo a utilização dos termos e conceitos técnicos, aumentando a dificuldade dessas pessoas de acompanhar os determinados assuntos e temas, podendo também acarretar na diminuição do interesse pela ciência (BUENO, 2010).

Portanto, podemos compreender que a CC e a DC desempenham papéis diferentes e valiosos buscando a difusão do conhecimento científico, tendo como objetivo uma sociedade cientificamente alfabetizada e com conhecimentos confiáveis acessíveis. Enquanto a CC busca promover a troca de informações entre pesquisadores, colaborando com o desenvolvimento de novos conhecimentos, as ações de DC permitem que esses novos conhecimentos possam atingir um público amplo (GOMES, 2012; BUENO, 2010).

À vista disso, a DC se mostra como uma ferramenta que desempenha um papel significativo na procura por aproximar o conhecimento científico da sociedade. Logo, no ensino de ciências é capaz de contribuir com diversos aspectos, como estimular o interesse dos estudantes e permitir a abordagem de questões da NdC, favorecendo um entendimento íntegro sobre o desenvolvimento científico.

4.2 A Divulgação Científica no Ensino de Ciências

Considerando que a disseminação da ciência não é importante apenas para a comunidade científica, mas essencial para uma sociedade alfabetizada cientificamente, a DC tem se tornado uma temática de relevância no ensino de ciências, na busca por tornar o conhecimento científico mais acessível para os estudantes, assim como promover melhores compreensões sobre seu desenvolvimento.

De acordo com Flores e Silva (2022) a DC é um processo de comunicação que permite a circulação de ideias e conhecimentos de diversas temáticas científicas, de forma que as informações podem circular em diversos tipos de materialização, como artigos em periódicos, manuais e livros didáticos, buscando atingir a sociedade com o conhecimento científico e contribuir com o desenvolvimento de uma população consciente da relevância da ciência e tecnologia.

Dessa forma, as estratégias de DC no ensino de ciências podem ser uma ferramenta valiosa, que permite desenvolver ações em espaços formais e não formais de educação, e com variedade de abordagens, como leitura de textos de DC e publicações científicas, palestras, visita em museus, vídeos produzidos por

divulgadores, publicações em redes sociais, visitas a centros e instituições de pesquisas e outros.

Ainda que o desenvolvimento científico e tecnológico tenha sido marcante na melhoria da vida da sociedade, a população de forma geral tem a falsa percepção que o conhecimento científico é capaz de resolver todos os problemas do mundo, assim como entendem que a ciência só gera benefícios (GOMES, 2012). Essa percepção sobre a ciência ignora como a ciência se desenvolve, passando por obstáculos, acertos e erros e as influências e interesses que colaboram com a produção científica. Essa noção sobre a ciência, também é perceptível na visão de alunos e professores, assim como nos discursos de sala de aula (GOMES, 2012).

Assim, é importante estar atento a uma postura de atribuir à ciência um valor supremo e inquestionável, colocando no papel de única fonte de conhecimento relevante. Para Baptista (2014) é importante compreender a ciência como a cultura dos cientistas, sendo uma entre inúmeras culturas existentes, assim, a autora aponta que:

[...] apesar dessa argumentação sobre a importância e necessidade de compreender a ciência como uma entre as diversas culturas, é fato que prevalece na maioria das salas de aula de ciências a prática pedagógica cientificista, centrada unicamente na transmissão e reprodução de conhecimentos científicos considerados como sendo os únicos verdadeiros e factuais e, além disto, destituídos dos contextos, seja da própria ciência e/ou das realidades dos estudantes (BAPTISTA, 2014, p.30).

Portanto, é relevante apresentar os aspectos científicos aos estudantes, buscando reconhecer que há outras formas de conhecimento que também contribuem para o desenvolvimento da sociedade, além de que não se deve limitar a apresentar somente o lado positivo da ciência, como sendo um conhecimento que produz verdades absolutas, mas também mostrar suas limitações, confrontos e influências (GOMES, 2012; BAPTISTA, 2014). É nesse sentido que se torna imprescindível que cientistas, educadores e divulgadores científicos se reúnam buscando promover estratégias de DC que sejam caracterizadas pela criticidade e reflexão, permitindo questionar a noção de que a ciência é segura em verdades absolutas e a ideia de uma ciência positivista, que compromete o entendimento de aspectos do desenvolvimento científico.

De acordo com Duarte, Calixto e Ferreira (2022), uma das finalidades do ensino médio de acordo com a BNCC, é garantir aos estudantes a compreensão

de aspectos científicos-tecnológicos dos processos produtivos, possibilitando aos estudantes compreender questões como: utilizar conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico-tecnológico, assim como seus métodos; conscientizar quanto a necessidade de aprimorar os conhecimentos; aprimorar das linguagens científica e utilizá-la na comunicação e na disseminação desse conhecimento (BRASIL, 2018, p.467).

Dessa forma, a DC é capaz de possibilitar a compreensão dos aspectos científicos e seu desenvolvimento, na qual para isso, uma série de materiais podem ser utilizados para propostas com estudantes. Também é relevante apontar que a formação de professores deve proporcionar discussões em torno das possibilidades da DC, buscando incluir na formação dos novos docentes debates sobre como a DC pode ser capaz de desenvolver nos alunos aptidão pela ciência.

4.3 Texto de Divulgação Científica

Há diversos trabalhos na literatura que relatam estratégias para divulgar a ciência, seja em espaços sociais, locais como cinemas, museus, exposições ou meios de comunicação em massa como internet, jornais e televisão, além de textos que podem ser retirados de livros e revistas (GOMES, 2012).

De acordo com Marandino e colaboradores (2014) a comunicação pública da ciência é capaz de desempenhar um papel de situar um país numa sociedade contemporânea, na qual diversos desafios de propor essa comunicação podem aparecer de diferentes formas buscando criar sentido às informações científicas em uma linguagem compreensível ao público.

Portanto, também é relevante abordar sobre o divulgador científico, que independente do perfil, possui o compromisso em compartilhar o conhecimento produzido. De acordo com Marandino e colaboradores (2014) é essencial que os divulgadores tenham um compromisso com a transformação da linguagem científica, visando sua compreensão pelo público. Porém, as questões relacionadas a DC não se restringem ao perfil do divulgador ou a transformação de linguagem para comunicar o conhecimento científico, também dizem respeito a como e quais meios utilizar para divulgar a ciência.

Assim, uma das formas utilizadas para promover a DC é o Texto de Divulgação Científica (TDC), que tem sido utilizado no ensino de ciências com diversas propostas em sala de aula, buscando complementar os materiais educativos tradicionais (SILVA, 2014; FERREIRA; QUEIROZ, 2012). Outro ponto, é que a articulação do TDC em sala de aula é capaz de trazer temáticas atuais para serem inseridas no ensino de ciências, uma vez que esse tipo de material desempenha funções como motivar, desencadear debates, desenvolver leitura, trazer elementos do cotidiano, dialogar com outras áreas do conhecimento e organizar explicação (NASCIMENTO, 2011). No mesmo sentido, Rocha (2012, p. 50) aponta:

O texto de divulgação científica se torna um material interessante, rico e sintonizado com o cotidiano quando passa a constituir a “ponte” entre os conteúdos curriculares e o mundo do aluno, fazendo conexão entre o que se aprende na escola e o que está fora dela.

À vista disso, Silva e Kawamura (2001) apontam que os materiais de DC tem potencial em promover discussões sociais sobre a ciência no âmbito escolar, como também permitir reflexões sobre o questionamento de veracidade de informações que são explanadas por meios de comunicação, permitindo atrelar novos significados às aulas através da possibilidade de debates de notícias, discussão e estímulo à leitura, que muitas vezes no ensino de ciências são deixados de lado.

É importante explorar em sala de aula uma variedade de materiais para realizar propostas didáticas, entre eles, os TDC. No entanto, é necessário compreender que é preciso que o docente seja capaz de tornar o uso desses materiais proveitoso, tomando os cuidados necessários com a apropriação didática e buscando tornar a proposta interessante para estimular o conhecimento científico e a participação dos estudantes. Para Martins, Cassab e Rocha (2001):

O que as recomendações curriculares sugerem é que a utilização didática de uma variedade destes textos se traduz em possibilidades ampliadas de experiências de aprendizagem para os alunos. Contudo, a apropriação didática destes textos não se dá de forma automática. Para efetivá-la é necessário um entendimento do funcionamento destes textos em cada contexto, das suas condições de produção e de seus efeitos sobre suas audiências, da natureza das reelaborações discursivas envolvidas nas recontextualizações dos mesmos, em particular da natureza das adaptações de textos científicos para sua utilização em contextos educacionais (MARTINS; CASSAB; ROCHA, 2001, np).

Nesse sentido os autores ainda apontam que as recomendações curriculares colocam a necessidade de que os professores façam uma leitura crítica do texto, buscando melhorar o potencial didático e promover as articulações com o conteúdo curricular “em outras palavras, fazer uso didático de materiais que não foram originalmente concebidos para este fim” (MARTINS, CASSAB; ROCHA, 2001, np).

De acordo com Gomes (2013) O TDC também é capaz de levar discussões que são ausentes em materiais escolares, como os livros didáticos, possibilitando uma prática pedagógica contextualizada. Contudo, autora traz um apontamento sobre esse recurso didático:

salientamos que o texto de divulgação científica como recurso didático, deve, portanto, ser um texto bem escrito e de fácil compreensão, não pertencer a nenhuma disciplina específica e conter recursos visuais e textuais, além de outros (GOMES, 2012, p.40).

Pode-se considerar que o uso de TDC é promissor como recurso didático para abordar questões relativas às NdC, permitindo promover discussões que podem ser ausentes nos materiais escolares, como os livros didáticos. No entanto, é relevante que o texto tenha características importantes, como ser bem escrito, ser de fácil compreensão, incorporar recursos visuais e textuais.

Outro ponto, é a relevância do professor em desempenhar um papel de mediador do material, adotando orientações e estratégias para leitura que sejam capazes de potencializar a discussão que o TDC propõe para os estudantes, atrelar significado para o conteúdo e incentivar a curiosidade e criticidade sobre aspectos da NdC.

5. METODOLOGIA

5.1 Caracterização da pesquisa

Esse trabalho se fundamenta em uma pesquisa de campo de caráter qualitativa, buscando atingir o seguinte objetivo geral proposto: Investigar as implicações de uma sequência didática, pautada em recursos e ações de DC que têm como foco aproximar estudantes da educação básica de pesquisadores da universidade e de seus contextos reais de trabalho, para a compreensão de estudantes sobre aspectos da NdC.

Conforme aponta Godoy (1995), na abordagem qualitativa a palavra escrita ocupa um lugar de destaque, desempenhando um papel fundamental no processo de obtenção e análise de dados, valorizando o contato direto do pesquisador com o ambiente da pesquisa. Nesse tipo de pesquisa, rejeitando as expressões numéricas, os dados podem ser coletados em forma de transcrição de entrevista, fotografias, anotações, desenhos e vários outros tipos de documentos. Nessa mesma perspectiva, Bresler (2007, p.9) aponta:

Características fundamentais do paradigma qualitativo têm a ver com um modo holístico de abordar a realidade que é vista sempre vinculada ao tempo e ao contexto, ao invés de governada por um conjunto de regras gerais. Uma assunção subjacente ao paradigma qualitativo envolve as relações do investigador e dos investigados: o investigador não é visto separadamente dos investigados...Neutralidade é impossível porque o investigador é inevitavelmente uma parte da realidade que estuda. Ao contrário, a meta se torna a “domesticação de subjetividades” (Peshkin, 1988), a consciência das tendências e dos preconceitos das pessoas e seu monitoramento através dos processos de coleta e análise de dados.

Portanto, a presente pesquisa de campo foi desenvolvida no ambiente escolar, na qual o público alvo foram os estudantes da educação básica. Para Godoy (1995) as pesquisas de campo são conduzidas no ambiente dos sujeitos, na qual os dados podem ser coletados por vídeos e gravadores ou simplesmente por anotações feitas em papel, pois para os pesquisadores, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual ele é parte.

Assim, outra característica desse tipo de pesquisa são as questões éticas, na qual é fundamental para a condução da pesquisa ponderações como sensibilidade com o particular, cuidado e preocupação com o indivíduo (BRESLER, 2007).

Considerando esses pressupostos metodológicos, esse projeto foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética (Processo 52145521.2.0000.5099) para que pudesse ser realizado com o consentimento dos estudantes, dos seus

responsáveis e da coordenação escolar. À vista disso, a seguir serão descritos os elementos do desenvolvimento e contexto da pesquisa.

5.2 Ferramentas de DC adotadas na pesquisa

Essa pesquisa objetivou desenvolver uma sequência didática, que conforme aponta Araújo (2013) e Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), pode ser caracterizada como a forma em que o professor vai organizar as atividades do ensino em função de temáticas e procedimentos, contendo uma sessão de abertura, módulos de desenvolvimentos das atividades na qual a duração pode ir de acordo com as concepções prévias que os estudantes possuem, e por fim, uma produção final em que professor pode avaliar os possíveis progressos.

Dessa forma, este trabalho tem como intuito desenvolver ações para abordar aspectos referentes à NdC com os estudantes do ensino médio, buscando levantar as concepções prévias no início, promovendo atividades de DC, sendo elas: leitura e discussão de um TDC e o projeto Hoje Vi um Cientista, e por fim a aplicação de um questionário final visando compreender como essas ações colaboraram com as concepções dos estudantes.

Rocha (2012, p. 50) aponta que:

O texto de divulgação científica se torna um material interessante, rico e sintonizado com o cotidiano quando passa a constituir a “ponte” entre os conteúdos curriculares e o mundo do aluno, fazendo conexão entre o que se aprende na escola e o que está fora dela.

À vista disso, Silva e Kawamura (2001) apontam que os materiais de DC tem potencial em promover discussões sociais sobre a ciência no âmbito escolar, como também permitir reflexões sobre o questionamento de veracidade de informações que são explanadas por meios de comunicação, permitindo atrelar novos significados às aulas através da possibilidade de debates de notícias, discussão e estímulo à leitura, que muitas vezes no ensino de ciências são deixados de lado.

De acordo com Gomes (2013), o TDC também é capaz de levar discussões que são ausentes em materiais escolares, como os livros didáticos, possibilitando uma prática pedagógica contextualizada. Nesse sentido, consideramos o uso de TDC promissor como recurso didático para abordar

questões relativas às NdC, permitindo promover discussões que podem ser ausentes nos materiais escolares, como os livros didáticos.

O TDC escolhido foi um material publicado na Revista Pesquisa FAPESP¹, chamado “Ciência do Brasil visível no mundo”², cuja publicação apresenta alguns pesquisadores brasileiros contemporâneos mais citados, retratando aspectos da produção científica.

A Revista Pesquisa FAPESP é uma revista de publicação jornalística, que tem como propósito disseminar conhecimento sobre pesquisas científicas brasileiras, apresentando textos de diversas áreas do conhecimento. Buscamos um material da revista pesquisa FAPESP, uma vez que suas reportagens vêm acompanhadas de informações que podem agregar no propósito da leitura e discussão do texto, como: nome das instituições de pesquisa, resumo sobre os pesquisadores, órgãos de financiamento, custo da pesquisa e outros fatores que ressaltam aspectos importante do desenvolvimento de pesquisas científicas (MOTA; GONTIJO; OLIVEIRA; 2017).

Além do TDC, incluímos também no planejamento da sequência didática a visita dos estudantes a uma atividade de DC realizada no âmbito do projeto de extensão “Conhecendo o fazer ciência por meio de atividades de divulgação científica” que promove, dentre outras ações, uma atividade de DC denominada “Hoje Vi um Cientista – visitas programadas de grupos de estudantes da educação básica a laboratórios de pesquisadores e pesquisadoras”. São convidados a participar dessas visitas pesquisadoras e pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, não se restringindo apenas àquelas das ciências da natureza. Os professores convidados são orientados a falar de forma geral sobre seu percurso escolar e acadêmico, bem como o desenvolvimento de suas pesquisas, seu “laboratório”, colaboradores etc.; e, caso se sintam à vontade, falar também de aspectos pessoais que mostram o caráter humano do pesquisador.

As turmas que participam desse projeto de extensão são convidadas de forma espontânea, a partir de contatos com professores e escolas que se

¹ A Revista Pesquisa FAPESP é uma revista brasileira de Divulgação Científica, pode ser acessada em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/>

² O texto completo “Ciência do Brasil visível no mundo” publicado na Revista Pesquisa FAPESP pode ser acessado em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/ciencia-do-brasil-visivel-no-mundo/>

disponibilizam a colaborar com a proposta. À vista disso, o projeto dispõe de verba para condução dos estudantes até a universidade, no entanto, a sequência didática desenvolvida nessa pesquisa foi efetuada apenas com uma turma, conforme descrevemos a seguir.

5.3 Desenvolvimento da pesquisa

Para desenvolver as atividades da SD proposta neste trabalho, optamos pela abordagem explícita, uma vez que de acordo com Abd-El-Khalick e Lederman (2000), esse tipo de abordagem possibilita resultados mais eficazes em relação à abordagem implícita, na qual diversos trabalhos relatam ganhos significativos nas concepções de NdC. De acordo com Moura (2014, p. 41):

[...] uma abordagem explícita significa que os estudantes são apresentados desde o início das atividades aos aspectos da natureza da Ciência que serão trabalhados. De forma complementar, uma abordagem reflexiva significa que eles devem pensar a respeito destes aspectos a fim de desenvolver uma compreensão mais ampla do que é Ciência.

A escola selecionada para o desenvolvimento da pesquisa é uma escola pública, que oferece os níveis do ensino fundamental II e ensino médio. O espaço escolar se localiza na região periférica da mesma cidade de uma universidade federal do Sul de Minas Gerais, portanto, a escolha foi feita devida à distância física existente entre essa escola e a universidade, uma vez que parte do objetivo da pesquisa é promover uma aproximação entre esses dois espaços, e compreende-se que quanto mais distante a escola é da universidade, possivelmente, menos ela é impactada pelas atividades desenvolvidas no contexto universitário, devida às limitações da lonjura.

O público alvo deste trabalho foram os alunos do 1º ano, uma vez que esses estudantes estavam nos níveis iniciais do ensino médio e começariam a ter contato com as disciplinas de ciências da natureza e ciências humanas isoladamente. Assim, compreendeu-se a necessidade de desenvolver esse projeto com estudantes desse nível escolar, pois esses ainda teriam mais alguns anos de percurso escolar, na qual seria relevante um bom entendimento de questões sobre a NdC, objetivando colaborar com uma compreensão de aspectos dos conteúdos escolares, assim como despertar o interesse dos estudantes para áreas científicas.

Para realizar o projeto, inicialmente contactamos um professor da escola e apresentamos a proposta, para a qual ele nos concedeu uma de suas turmas de 1º ano. O docente é professor de química e possui uma aula na semana com a classe, sendo essa aula realizada às quartas-feiras no horário vespertino. Portanto, o projeto foi realizado com a ida da pesquisadora a escola 1 vez na semana, durante 1 mês, no horário das aulas de química desse professor.

O projeto foi desenvolvido no ano de 2022, iniciado em 4 de maio e finalizado em 1 de junho. Na turma selecionada haviam 35 alunos matriculados, com faixa etária entre 14 a 16 anos. Inicialmente os estudantes foram apresentados ao projeto e convidados a participar da pesquisa, assim, foi solicitado que eles apresentassem a pesquisa para seus responsáveis e trouxessem o Registro de Assentimento Livre e Esclarecido (RALE) (APÊNDICE A) e o Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE) (APÊNDICE B) assinados. Nesse sentido, como as atividades foram desenvolvidas no horário escolar, todos os alunos presentes participaram das atividades desenvolvidas, no entanto, os dados apresentados são apenas referentes aos que autorizaram com a assinatura dos termos, totalizando 27 alunos.

Um fato que merece ser ressaltado, é que esses estudantes cursaram 2 anos do ensino fundamental II de forma remota e híbrida, e no início de 2022 tiveram as aulas interrompidas por alguns meses devido à greve dos professores do estado de Minas Gerais. É importante compreender esse contexto, pois os alunos ainda estavam se adaptando com as atividades do ensino presencial.

Dessa forma, toda a pesquisa foi desenvolvida de forma presencial. As etapas da sequência didática proposta são apresentadas no Quadro 3, em ordem cronológica, e relatadas a seguir.

Quadro 3: Resumo das atividades realizadas, seus objetivos e métodos de instrumento de obtenção de dados adotados em cada etapa.

Etapa	Atividade	Objetivo da atividade	Método de coleta de dado	Duração
1	Entrega do RALE e RCLE e aplicação do Questionário inicial	Levantar concepções iniciais dos estudantes	Aplicação de questionário impresso (inicial)	1h40
2	Leitura de Texto de Divulgação Científica (TDC)	Conhecer pesquisadores brasileiros, assim como o impacto e reconhecimento de suas pesquisas no	Gravação em áudio das discussões em sala sobre o TDC	50min

		mundo, visando a compreensão de aspectos da NdC		
3	Visita aos laboratórios de pesquisa e cientistas da universidade	Conhecer e interagir com pesquisadores locais, conhecer suas motivações pessoais, visitar seu espaço de trabalho e compreender seus instrumentos utilizados em pesquisas	Gravação em áudio	3h
4	Retomada da Leitura de Texto de Divulgação Científica (TDC)	Retomar a discussão do mesmo TDC	Gravação em áudio das discussões em sala sobre o TDC	50min
5	Socialização e entrega da atividade final	Socializar sobre os momentos que ocorreram na visita da etapa anterior	Atividade entregue pelos participantes e gravação em áudio	50min
6	Questionário final	Compreender as concepções dos estudantes após o desenvolvimento da pesquisa	Aplicação de questionário impresso (final)	50min

Fonte: autoras.

Os encontros na escola ocorreram 1 vez na semana, do dia 4 de maio até o dia 1 de junho de 2022. No primeiro momento de interação com os estudantes, buscou-se apresentar a proposta e objetivo da pesquisa. Nesse sentido, a pesquisadora leu alguns itens do TALE e do TCLE para que os alunos pudessem compreender suas funções como participantes da pesquisa.

Após apresentar os termos aos estudantes, foi proposta uma interação antes da entrega do questionário inicial, na qual nesse momento, pediu-se para que os alunos pensassem na imagem de um cientista, com o objetivo de gerar uma breve discussão sobre o que eles imaginam a respeito do estereótipo de um pesquisador. Através dessa discussão na qual os alunos expuseram um pouco das suas visões, foi apresentada a proposta do questionário prévio (APÊNDICE C). Para o questionário inicial, foi solicitado que os estudantes respondessem individualmente e sem acessar outros materiais.

De acordo com Marchesan e Ramos (2012, p. 452), os questionários são um tipo de instrumento utilizados buscando medir características importantes dos indivíduos e coletar dados que não podem ser obtidos pela observação, “os questionários são usados para coletar dados primários capazes de identificar os problemas de pesquisa que possam ajudar a formular estruturas conceituais”. Nesse sentido, a escolha do questionário se deu por conta de fatores como a

quantidade de alunos participantes e tempo para realizar a pesquisa. Assim, esse instrumento também se mostrou mais vantajoso por conta da falta de intimidade da pesquisadora com os estudantes e da falta de familiaridade deles com o assunto, logo, o questionário permite um maior tempo de raciocínio para respostas do que uma entrevista permitiria no contexto dessa proposta.

Por conseguinte, para montar o questionário, foram consultados instrumentos validados na literatura, na qual foram feitas algumas modificações nas perguntas buscando deixá-las mais adequadas ao público alvo. Os questionários que serviram como base foram o de Silva e colaboradores (2017), Silva (2019), questionário de percepção pública de ciência e tecnologia (2019), *Views of Nature Of Science – VNOS model C* (Lederman, et al. 2002) e *Nature of Science Literacy Test - NOSLiT* (WENNING, 2008).

Na segunda etapa do projeto, a pesquisadora apresentou aos estudantes um panorama das respostas que eles escreveram no questionário, buscando proporcionar com que os alunos refletissem sobre algumas de suas concepções antes da próxima atividade. Em seguida, foi solicitado que eles se dividissem em grupos de 4 ou 5 estudantes para realizar a leitura de um recorte de um Texto de Divulgação Científica (APÊNDICE D), na qual foi distribuído um para cada. Para fazer o recorte do texto, buscamos priorizar a abordagem de aspectos que fossem o interesse da pesquisa, como a trajetória do cientista, vida pessoal, parcerias, publicações, ambiente de trabalho e instrumentos de pesquisa.

À vista disso, inicialmente foi apresentado aos discentes um panorama geral do TDC e dos elementos textuais, buscando instigar os estudantes para a leitura. Assim, foi orientado que os alunos lessem o texto, discutissem em grupo e escrevessem sobre a seguinte questão para discutir ao final “destaque no texto o que você identificou sobre o trabalho do cientista”.

Logo, a leitura objetivou proporcionar que os estudantes pudessem conhecer cientistas brasileiros da atualidade, como também aspectos da pesquisa de um cientista, como publicação, impacto da pesquisa em políticas públicas, revisão por pares, colaboração entre cientistas, financiamento, entre outros. Deste modo, conhecer esses aspectos foi importante para preparar os alunos para a terceira etapa da pesquisa, na qual eles conheceram pessoalmente alguns cientistas locais.

No terceiro momento da pesquisa, foi organizado uma visita aos laboratórios de pesquisa de alguns professores de uma Universidade Federal localizada na mesma cidade da escola. Para essa proposta, alguns pesquisadores de diferentes áreas foram convidados a receberem os estudantes em seu espaço de pesquisa, buscando apresentar ao aluno um pouco da sua trajetória como cientista, seu espaço e instrumentos de trabalho e o que produzem como pesquisadores. Os alunos foram divididos em 3 grupos para a visita, na qual cada grupo foi em um dia e conheceram dois pesquisadores diferentes. O Quadro 4 apresenta a área de pesquisa dos cientistas e a quantidade de alunos em cada visita.

Quadro 4: Área de pesquisa dos cientistas convidados e quantidade de alunos por visita.

Grupo/Dia	Área de pesquisa dos cientistas	Quantidade de alunos
1 (dia 1)	Entomologia Sínteses orgânicas	10
2 (dia 2)	Ensino de Física Educação, cultura e sociedade	7
3 (dia 3)	Química computacional Astrofísica computacional	10

Fonte: autoras.

Para cada visita foi estimada 1h30 para que a interação acontecesse, assim, após o cientista se apresentar e contar sobre sua pesquisa e seus instrumentos de trabalho, os alunos tiveram um tempo para fazer perguntas aos convidados. No quadro 5 abaixo apresentamos uma descrição do que desenvolve cada pesquisador participante.

Quadro 5: Descrição do perfil dos pesquisadores de cada área.

Área dos cientistas	Perfil do pesquisador
Biologia (Entomologia)	Mulher pesquisadora, desenvolve trabalho de campo com insetos (besouro).
Química (Sínteses orgânicas)	Homem pesquisador, desenvolve trabalhos sobre síntese de moléculas orgânicas em um laboratório de química.
Física (Ensino de Física)	Homem pesquisador, desenvolve trabalhos sobre a aprendizagem de física de estudantes de nível médio e superior.
Educação (Educação, cultura e sociedade)	Homem pesquisador, desenvolve trabalhos e projetos interdisciplinares que envolvem educação, cultura, ambiente e sociedade.

Química (Química computacional)	Mulher pesquisadora, desenvolve trabalhos de química com simulações computacionais.
Física (Astrofísica computacional)	Homem pesquisador, desenvolve trabalhos de astrofísica através de simulações computacionais.

Fonte: autoras.

Dessa forma, essa etapa objetivou proporcionar que os estudantes conhecessem questões em torno do desenvolvimento de conhecimento científico, como suas relações com a sociedade, interesses pessoais e o contexto do desenvolvimento de pesquisas, assim como também buscou promover um reconhecimento da universidade pública como produtora de conhecimento e espaço público.

Na quarta etapa foi proposto um momento de socialização com os estudantes. Esse momento de socialização foi estabelecido pelo fato de que cada grupo conheceu 2 cientistas diferentes, assim, esse momento serviu para que os grupos interagissem e contassem sobre os momentos que presenciaram. Nesse dia, também foi solicitado a entrega de um trabalho final, produzido em grupos, no qual os estudantes deveriam elaborar um texto sobre os cientistas que eles conheceram durante a visita, abordando questões como sua trajetória de pesquisador, local de trabalho e materiais e instrumentos de pesquisa. No trabalho, foram passadas algumas orientações acerca do que eles deveriam abordar (APÊNDICE E). Assim, os alunos foram dispostos em uma roda em torno da sala, e cada grupo teve seu espaço de fala, mediado pela pesquisadora.

Por fim, após a socialização, o último momento se constituiu na aplicação de um questionário final (APÊNDICE F). As orientações dadas aos estudantes foram as mesmas do questionário inicial: eles deveriam responder individualmente e sem consulta com outros materiais.

No capítulo seguinte, abordaremos a metodologia escolhida para analisar os dados obtidos.

5.3 Análise dos dados

Os dados obtidos por meio dos questionários e áudios foram analisados por Análise Textual Discursiva (ATD). Conforme apontam Sousa, Galiazzi e

Schmidt(2016), a ATD apresenta-se como uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa que busca produzir compressões sobre fenômenos e discursos.

Dessa forma, no trabalho buscamos utilizar os questionários e os áudios para montar as unidades de significados pela ATD. Logo, buscamos identificar nesses materiais menções relacionadas à imagem, ideias, conceitos acerca da ciência e do cientista. Essas unidades foram, em seguida, organizadas em categorias relativas à NdC.

A ATD pode ser classificada em 3 principais etapas: a) *unitarização*, em que os textos do *corpus* são separados por unidades de significados a partir as interpretações feitas pelo pesquisador e para essa interpretação de significados utiliza-se as palavras de outras vozes para compreender o texto; b) *categorização*, na qual é feita a articulação das unidades que possuem significados semelhantes; c) *resultado final*, consiste em analisar as categorias relacionando essas análises com os referenciais teóricos (MORAES; GALIAZZI, 2006).

De acordo com Galiazzi e Sousa (2019), as unidades de significado guiam a produção de categorias emergentes juntamente as supostas, esse movimento indutivo e dedutivo colabora junto a uma auto-organização do processo de pesquisa na produção do metatexto, em que serão retiradas as respostas para os questionamentos da presente pesquisa.

Nesse sentido, na etapa de unitarização buscamos desmontar os áudios e as respostas dos questionários para codificá-los, em seguida, construímos as categorias com base nos aspectos da NdC.

Para o questionário inicial e final, as categorias foram definidas *a priori*. Assim, após termos as categorias montadas, buscamos analisar os resultados obtidos com base nas discussões do referencial teórico. Para as atividades de leitura do TDC e a visita aos laboratórios dos pesquisadores as categorias foram montadas *a posteriori*.

5.4 Detalhamento das atividades da pesquisa

A seguir, apresentaremos uma descrição do desenvolvimento das atividades, assim como uma explicação sobre a categorização dos resultados.

5.4.1 Aplicação do questionário inicial

Através do questionário inicial buscamos fazer um mapeamento das concepções dos estudantes antes de iniciar as atividades da pesquisa. Dessa forma, procuramos identificar algumas visões que os estudantes possuíam sobre ciência, que podiam se aproximar de uma concepção considerada adequada da NdC ou se distanciar dela.

5.4.2 Leitura e discussão de um TDC

Na análise das concepções de NdC dos estudantes expressas a partir das discussões sobre o TDC, procuramos identificar e compreender quais as visões acerca da NdC foram manifestadas pelos estudantes após a leitura e discussão do texto “Ciência do Brasil visível no mundo”, que foi proposto em sala de aula objetivando que os estudantes pudessem conhecer aspectos do trabalho e vida de alguns pesquisadores brasileiros contemporâneos em destaque.

Assim, apresentamos as discussões em torno da contribuição desse material para levantar debates sobre o desenvolvimento do conhecimento científico. De acordo com Rocha (2012, p.135):

O texto de divulgação científica torna-se um material interessante, rico e sintonizado com o cotidiano quando passa a constituir a “ponte” entre os conteúdos curriculares e o mundo do aluno, fazendo conexão entre o que se aprende na escola e o que está fora dela.

Nesse sentido, buscamos trazer o TDC para a sala de aula possibilitando que os alunos tivessem contato com novas informações sobre o desenvolvimento da ciência através das pesquisas produzidas por brasileiros. O texto escolhido da Revista Pesquisa Fapesp tem como título “Ciência do Brasil visível no mundo” e, a partir dele, fizemos um recorte das informações para que fosse possível ler e discutir no horário da aula (Apêndice D). O material apresenta um importante panorama de cientistas brasileiros que produziram artigos de grande destaque internacional, evidenciando uma diversidade de

áreas de pesquisa, como epidemiologia, ciência de alimentos, virologia e mudanças climáticas.

Portanto, foi proposto aos estudantes que realizassem a leitura, discutissem em grupo e respondessem a seguinte questão: “destaque no texto o que você identificou sobre o trabalho do cientista”. Essa questão foi proposta para orientar a leitura dos estudantes e a discussão que foi sugerida ao final.

Um ponto que merece ser destacado, é que a leitura do TDC necessitou de 2 aulas (1h40) em semanas diferentes, uma vez que na aula que foi proposta a leitura, devida a necessidade passar as instruções da visita que aconteceria na semana posterior, o tempo não foi suficiente para fazer a discussão. Logo, a leitura aconteceu em uma aula (50min), na semana seguinte ocorreu a visita aos laboratórios de cientistas da universidade e na semana após a visita, o texto e a discussão foram retomados na aula (50min). É relevante compreender esse contexto, pois os alunos discutiram o TDC influenciados pelas informações da visita aos cientistas. No entanto, consideramos essa influência positiva, uma vez que o contato com os pesquisadores colaborou com que os estudantes percebessem elementos significativos do texto.

5.4.3 Projeto Hoje vi um cientista

Nas concepções da NdC, a partir das visitas aos laboratórios de pesquisa, analisamos como os encontros e as interações entre alunos e cientistas no ambiente universitário evidenciaram aspectos do fazer científico. Assim, procuramos identificar os aspectos da NdC notáveis na fala que os cientistas direcionaram aos alunos. Após a visita, foi solicitado que os alunos produzissem um trabalho em grupo sobre o cientista que eles conheceram, na qual orientamos que eles abordassem questões como a formação, sua história acadêmica, suas pesquisas, colaborações, questões pessoais que foram mencionadas, instrumentos de trabalhos e outros fatores que achassem relevante (Apêndice E). Dessa forma, esse material produzido pelos discentes é um dado complementar do momento das visitas.

Portanto, os resultados discutidos aqui se referem à ação de DC realizada em um espaço não formal de educação, em que os estudantes foram levados

para uma visita programada aos laboratórios de pesquisa de uma universidade federal localizada na mesma cidade da escola. De acordo com Vieira, Bianconi e Dias (2005, p.21):

A educação não formal pode ser definida como a que proporciona a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em espaços como museus, centros de ciências, ou qualquer outro em que as atividades sejam desenvolvidas de forma bem direcionada, com um objetivo definido.

Nesse sentido, convidamos alguns professores pesquisadores para receber esses estudantes, na qual essa visita teve como objetivo proporcionar uma interação entre alunos e cientistas que pesquisam na universidade, buscando oportunizar que os estudantes conhecessem um panorama do tipo de pesquisa que se produz nesse local, em quais contextos os cientistas trabalham, quais seus instrumentos, suas colaborações e outras questões. Logo, o encontro foi dividido em 3 momentos: inicialmente orientamos os pesquisadores para se apresentarem, em seguida apresentarem seus ambientes de pesquisa e instrumentos de trabalhos – e o que mais considerassem interessante de ressaltar - e o terceiro momento foi destinado aos estudantes para fazerem perguntas e tirar dúvidas.

De acordo com Watanabe e colaboradores (2015) ações que buscam aproximar o público escolar de cientistas são pertinentes pois se tornam um importante meio para conduzir uma compreensão cultural da ciência, reconhecendo-a como uma construção que faz parte do desenvolvimento da humanidade.

Conforme os autores apontam: “compreender a ciência de modo mais amplo e condizente com a realidade vivenciada pelos cientistas como em grandes colaborações internacionais pode trazer novas dinâmicas de atuação para o contexto formal de educação” (WATANABE et al., 2015, p.3). Logo, o objetivo dessa proposta foi proporcionar uma interação entre os dois públicos, de estudantes e cientistas, buscando evidenciar aspectos da NdC nesse processo.

À vista disso, os dados apresentados nesse tópico se referem a um grupo de 27 alunos, que participaram da discussão do TDC e da visita aos pesquisadores. Optamos por levar os alunos divididos em grupos de 10 estudantes, devido à falta de espaço físico nos laboratórios de pesquisa e

também aos protocolos, vigentes na época, de distanciamento para conter a contaminação do vírus da COVID-19.

A seguir, no quadro 6, descreveremos como ocorreu a atividade do projeto “Hoje vi um cientista” para fornecer um contexto mais completo dos trechos das conversas entre os pesquisadores e os alunos que serão apresentados nos resultados e discussão em forma de categorias.

Quadro 6: área dos pesquisadores convidados e duração da visita.

Quantidade de alunos	Área e linha de pesquisa	Duração da visita
Grupo 1 (10 alunos)	Pesquisador 1 - Biologia (Entomologia)	1:30:00
	Pesquisador 2 - Química (Sínteses Orgânicas)	0:42:27
Grupo 2 (7 alunos)	Pesquisador 3 - Educação em Ciências (Ensino de Física)	1:30:00
	Pesquisador 4 - Educação (Cultura, Sociedade e Meio Ambiente)	1:30:00
Grupo 3 (10 alunos)	Pesquisador 5 - Química (Química Computacional)	1:00:38
	Pesquisador 6 - Física (Astronomia Computacional)	0:43:13

Fonte: autoras.

A pesquisadora 1 é professora da universidade, da área de biologia com pesquisa voltada para área de entomologia, responsável por estudar as características de insetos. A cientista iniciou se apresentando, contando o que a motivou a se tornar uma pesquisadora. Em seguida apresentou sobre uma espécie de besouro que seu grupo de pesquisa identificou na área rural da cidade, assim, durante o processo os próprios alunos foram interagindo com dúvidas e perguntas. Posteriormente, a professora apresentou aos alunos o laboratório de zoologia, mostrando os materiais e instrumentos que estavam ali. Por fim, proporcionou um momento para os alunos, na qual eles puderam manusear um microscópio e observar um inseto no instrumento.

O pesquisador 2 é um cientista da área da química, com pesquisa voltada para sínteses orgânicas e agroquímicos. Nesse sentido, o professor recebeu os alunos no seu laboratório, em que iniciou se apresentando e contando sobre sua trajetória para se tornar um professor universitário. Em seguida, abordou sobre as características do seu trabalho, como as pesquisas funcionam e quais instrumentos utilizam do laboratório. Os alunos também foram interagindo com o pesquisador conforme os momentos foram se desenvolvendo.

O pesquisador 3 é da área de ensino de física, desenvolvendo trabalhos sobre formação de professores. Assim, o professor recebeu os alunos no laboratório de pesquisa em ensino de física, no qual apresentou sua trajetória pessoal e abordou sobre o tipo de trabalho que desenvolve um pesquisador da área do ensino, abordando aspectos como interdisciplinaridade entre a física e a educação e sobre as questões que ele investiga. Durante a conversa com o pesquisador, os alunos foram interagindo com perguntas, e em seguida, os estudantes foram levados para um espaço de divulgação científica com experimentos de física e matemática mediados por estudantes de licenciatura. Ali, os alunos foram apresentados a algumas atividades, em que o professor explicou que faz parte dos projetos que um pesquisador desenvolve na universidade.

O cientista 4 realiza trabalhos na área de educação, com linha de pesquisa que envolve as temáticas cultura, sociedade e meio ambiente. No encontro com os estudantes, apresentou sua trajetória e motivações, e trouxe 3 alunos de seu grupo de pesquisa e extensão para falarem sobre os projetos. Assim, o pesquisador ressaltou na visita a importância do tripé ensino, pesquisa e extensão e apresentou 3 projetos com propostas diferentes que ele participa e orienta, sendo uma pesquisa de iniciação científica, um evento sobre questões raciais e um projeto de extensão sobre meio ambiente, educação e sustentabilidade.

A cientista 5 desenvolve trabalhos na área de química, voltado para a físico-química, no campo de química computacional. A pesquisadora recebeu os alunos em seu laboratório, contando a história de como se tornou cientista. Em seguida, apresentou sobre o tipo de pesquisa que desenvolve e também os equipamentos de seu laboratório, que são os computadores específicos com recursos para desenvolver os trabalhos com seu grupo de pesquisa.

O cientista 6 é da área de astrofísica e realiza trabalhos voltados para astrofísica computacional. O pesquisador recebeu os alunos em um dos laboratórios de pesquisa, e desenvolveu uma conversa falando sobre como a astronomia é estudada na atualidade e quais instrumentos são utilizados, evidenciando algumas atividades que um pesquisador exerce, como ir para eventos e comunicar trabalhos.

Dessa forma, com as informações detalhadas dessa atividade, os dados deste e dos outros momentos da sequência didática, sendo eles o questionário inicial, leitura do TDC, visita aos laboratórios de pesquisa e questionário final serão discutidos no próximo capítulo de forma integrada por meio das categorias relativas à NdC.

5.4.4 Questionário final

Nas concepções expressadas através do questionário final, buscamos compreender como as atividades desenvolvidas no projeto como um todo contribuíram para as percepções sobre a NdC desses estudantes, em que procuramos notar as possíveis contribuições das ações que foram desenvolvidas.

5.4.5 Codificação dos resultados

Para a codificação dos alunos e do material que está sendo analisado, utilizaremos um nome seguido do tipo de atividade (TDC – leitura e discussão do texto de divulgação científica; HVC – atividade do Hoje Vi um Cientista; QF – questionário final). Antônio -TDC, se refere às ideias expressadas pelo estudante Antônio na atividade de leitura e discussão do TDC. Aluno-HVC ou pesquisador 1-HVC, se refere à áudios referentes ao grupo 1 durante a visita “Hoje Vi um Cientista”. Bárbara-QF se trata das noções que a estudante Bárbara expressou no questionário final.

Portanto, os dados dessa sequência didática estão organizados em categorias sobre aspectos da NdC, na qual analisamos os momentos em que

determinadas questões foram abordadas e fizemos um agrupamento por categorias similares que se evidenciam durante as atividades que foram propostas, conforme apresentamos na próxima seção.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse capítulo discute os resultados deste trabalho a partir dos dados obtidos por meio de respostas do questionário inicial, gravação de áudio na discussão de um TDC, gravações de áudios sobre as visitas do projeto Hoje Vi um Cientista (HVC), material escrito produzido pelos alunos após as visitas e discussão das respostas de um questionário final. Portanto, buscamos apresentar os aspectos da NdC que se evidenciaram durante os momentos proporcionados pela sequência didática.

A seguir, um mapeamento das concepções prévias dos alunos, obtidos por meio da aplicação de um questionário inicial individual.

6.1 Mapeamento das concepções prévias dos estudantes

As noções de NdC apresentadas nesta pesquisa foram aquelas que os estudantes manifestaram por meio do questionário inicial, uma vez que compreender as concepções iniciais é uma etapa significativa, pois esses não são uma tábula rasa, portanto, têm ideias prévias sobre ciência e sobre o trabalho do cientista que são relevantes de serem compreendidas. Esse entendimento é necessário para observar como e se as convicções estão modificando com o decorrer de uma sequência de atividades que estão sendo desenvolvidas.

Os aspectos que buscamos abordar no questionário não têm como objetivo esgotar todas as temáticas da NdC, logo, abrangem apenas algumas características da NdC que consideramos que tenham relação com a natureza da pesquisa que propomos. Conforme expomos no referencial teórico, alguns autores buscaram propor listas consensuais de aspectos da NdC, no entanto, tais listas possuem suas limitações por não abranger outras características da ciência que são relevantes. Dessa forma, compreendemos que talvez não haja uma forma de propor uma única atividade que seja capaz de ressaltar todas as questões sobre a ciência.

O questionário aplicado para compreender as concepções iniciais apresentadas pelos estudantes contempla os seguintes assuntos epistemológicos: colaboração entre cientistas, estereótipos de cientistas, provisoriedade da ciência, influência de contextos externos da ciência, métodos

de investigação, papel da criatividade e ambiente de trabalho de um cientista. Portanto, os seguintes resultados são apresentados por meio de uma categorização dos aspectos mencionados.

Ao todo, 26 estudantes responderam ao questionário inicial impresso, na qual selecionamos algumas respostas para discutir nas categorias a seguir. Para a codificação dos alunos no questionário, utilizamos um nome fictício, seguido do tipo de atividade. Por exemplo: Alice-QI, se refere a resposta da estudante Alice no Questionário Inicial.

Inicialmente buscamos compreender se os alunos conheciam **nomes de cientistas brasileiros** e reconheciam instituições de pesquisas, além de entender também como eles passaram a conhecer o pesquisador em que mencionaram.

No questionário, 73,03% dos alunos responderam que não se lembravam ou não conheciam o nome de algum cientista brasileiro. Dos que mencionaram um nome, alguns citaram pesquisadores populares de outras nacionalidades, como Albert Einstein e Marie Curie. No entanto, alguns alunos também foram capazes de mencionar nomes de cientistas brasileiros, como:

Sara-QI: Jaqueline Goes de Jesus

Antônio-QI: Ester Sabino

Barbara-QI: Diulía de Mello e Elisa Frota

Vinicius-QI: Adolfo Lutz

Dos 5 nomes de pesquisadores mencionados, 4 apresentados são femininos, o que indica que mulheres estão cada vez mais ganhando espaço na mídia para comunicar suas pesquisas. Ainda, os nomes de algumas pesquisadoras mencionadas, como Jaqueline Goes e Ester Sabino, tiveram destaque durante a pandemia de Covid-19, devida a contribuição de suas pesquisas para o sequenciamento do vírus SARS-CoV-2, por isso, foram lembradas pelos alunos por serem nomes que se destacaram na mídia durante o período da pandemia. As outras duas cientistas citadas são da área da física, na qual também possuem um destaque no desenvolvimento de pesquisas dessa área.

Embora alguns nomes tenham sido mencionados pelos alunos, é importante que cada vez mais os pesquisadores nacionais tenham destaque e

sejam reconhecidos pela sociedade, visto que conhecer cientistas contemporâneos e suas pesquisas permite desmistificar alguns estereótipos que são reforçados ao longo dos anos, humanizando esses profissionais. Portanto, a escola também pode desempenhar um papel importante de colocar os alunos em contato com pesquisadores da atualidade, sobretudo, os nacionais, mostrando o Brasil como um relevante produtor de pesquisas.

Quanto ao meio que os estudantes conheceram esses pesquisadores, foram mencionados os seguintes:

Sara-QI: Feed de notícias.

Pedro-QI: Pesquisa escolar que fiz pelo Google.

Barbara-QI: Redes sociais.

Antônio-QI: Pela TV e outras redes.

De acordo com as respostas, as redes sociais e mídia televisiva exercem um papel importante em apresentar informações aos alunos, na qual esses meios de comunicação se mostram como um recurso significativo para promover DC, uma vez que os alunos acessam com frequência, e assim, podem alcançar informações a respeito da produção científica. Também por meio das respostas, um dos alunos mencionou que conheceu um cientista a partir de pesquisa escolar, o que indica também a relevância dos professores em possibilitar pesquisas que coloquem os estudantes em contato com o trabalho desenvolvido por cientistas nacionais.

Quanto às instituições de pesquisas, foram mencionadas algumas pelos alunos, conforme apresentamos a seguir:

Sara-QI: Fiocruz, NASA, Butantan, Unifesp e Unicamp

Antônio-QI: Fiocruz e Instituto Butantan

Vinicius-QI: Butantan

Nádia-QI: INPE

Ana Laura-QI: Johnson

Aline-QI; Anna Julia-QI: [Nome da Universidade em que se desenvolveu a pesquisa]

Apesar dos alunos não mencionarem muitos nomes de cientistas brasileiros, diversas instituições de pesquisas foram citadas no questionário de concepções prévias. Algumas das instituições que foram mencionadas tiveram

bastante destaque na pandemia, como Butantan, FioCruz, e Johnson, devido a relevância na produção de vacinas contra a COVID-19. Outras instituições que foram reconhecidas pelos estudantes são as universidades federais e estaduais, como Unifesp e Unicamp, além da [Nome da Universidade em que se desenvolveu a pesquisa], que se situa na mesma cidade dos alunos participantes desta pesquisa.

Isso mostra que alguns alunos reconhecem esse espaço como produtor de conhecimento científico, mesmo não conhecendo cientista desses locais, isto indica um entendimento sobre o tipo de atividade que é realizado no âmbito da universidade, que vai além da formação profissional. Nesse sentido, também é relevante reforçar a necessidade de criar um canal efetivo entre cientistas e o público amplo, visando um reconhecimento integral das instituições públicas como espaço em que desenvolve pesquisas científicas em diversas áreas (VIDEIRA; SILVA, 2020).

6.1.1 Ambiente de trabalho de um cientista

A categoria “ambiente de trabalho de um cientista” teve como objetivo compreender como os estudantes entendem como é o local de trabalho de um pesquisador. Dessa forma, 4 alunos apresentaram respostas que consideramos coerentes:

Antônio-QI: Deve ser um local limpo e organizado, com os materiais de estudo necessários.

Nádia-QI: Em um lugar calmo e limpo, onde o cientista pode se concentrar.

Pedro-QI: Lugar limpo e preservado.

Anna Julia-QI: Deve ser calmo e organizado, com pessoas profissionais e que sabem o tá fazendo.

As concepções apresentadas por Antônio, Nádia, Pedro e Anna, apesar de serem sucintas e pouco detalhadas, apresentam uma noção que se aproxima de uma concepção adequada, uma vez que indicam que esse ambiente deve ser um local na qual um pesquisador pode se concentrar para trabalhar, sendo limpo, organizado, com materiais de estudos necessários. Essas ideias distanciam-se da imagem de um cientista em ambiente caótico, misturando e manipulando várias coisas de forma aleatória.

Por outro lado, o local de trabalho de um cientista é um ambiente plural, com diferentes formatos e espaços, podendo ser, por exemplo, hospitais, escolas, laboratórios com distintos equipamentos, ou até mesmo não existir como um espaço físico propriamente dito. Apesar de apontarmos tais ideias como mais próximas de uma concepção adequada, fica notório também uma concepção simplista, visto que as ideias expressadas indicam a noção de que um cientista desenvolve seu trabalho nesse contexto singular, de um local sereno e organizado, como também pode-se compreender uma falta de um conhecimento mais amplo do que um cientista faz e como desenvolve a ciência.

Os alunos também apresentaram respostas que se distanciam de uma noção adequada sobre o ambiente de trabalho de um cientista, na qual apontaram sem suas concepções uma ideia simplista e estereotipada, em que os pesquisadores realizam testes e fazem experimentos em um laboratório, conforme apresentamos nos seguintes trechos:

Bárbara-QI: Um ambiente limpo, bem organizado com pessoas concentradas, com materiais de pesquisa diversas e todos instrumentos necessários para testes químicos.

Rafaela-QI: Acho que a grande maioria tem a visão que os filmes passam, então acho que um laboratório com microscópicas, substâncias químicas, frascos, papéis com estudos sobre elementos e substâncias, vírus, remédios e vacinas.

Isadora-QI: Eu acho que além de um salas fechadas deveriam ter lugares abertos para testes também.

A noção de que um cientista trabalha fazendo experimentos e testes em um laboratório repleto de vidraria e soluções químicas é uma concepção que está em acordo com outras relatadas na literatura, como as concepções reportadas por Kosminsky e Giordan (2002) e Silva e colaboradores (2017). Dessa forma, essa noção de que o cientista só produz ciência realizando experimentos químicos em laboratório é comum nas visões de estudantes, sendo esta frequentemente reforçada por meios como desenhos e filmes.

No entanto, é significativo melhorar a compreensão desse aspecto, visto que essa ideia reducionista pode afastar o aluno de entender de forma plural o que um cientista faz e quais contextos ele pode investigar, que nem sempre se enquadra em uma “sala com experimentos para fazer testes”. Portanto, é necessário que os estudantes entendam que há outros ambientes, outros

instrumentos e diversas formas de desenvolver a ciência que não seja essa que estereotiparam.

6.1.2 Influências sobre a ciência

Quanto à concepção que se refere a um cientista ser influenciado por questões da sociedade, 4 alunos expressaram que concordam que há uma possibilidade dessa influência no interesse dos cientistas, conforme eles expressaram:

Antônio-QI: Sim, principalmente a política influência nas pesquisas científicas.

Pedro-QI: Sim, pois eles podem fazer as pesquisas com base no que agrada a sociedade.

Bárbara-QI: Sim, a política em geral influencia muito, sem contar o descaso de investimento em materiais necessários.

Matheus-QI: Acho que sim, pois hoje a sociedade não tem sua "opinião", as pessoas sempre vão com a opinião do próximo e isso afeta na pesquisa.

Essas ideias dos estudantes indicam uma convicção de que fatores extra científicos podem intervir nas questões científicas, assim como também consideram a possibilidade de um pesquisador desenvolver seu trabalho com base no que a sociedade está interessada. Dessa forma, pode-se notar uma compreensão de que cientistas não são pessoas neutras que desenvolvem a ciência “acima do bem e do mal”, mas que sim estão inseridos em uma cultura, na qual seus interesses podem ser manifestados no desenvolvimento de pesquisas científicas, assim como não estão alheias as complexidades e demandas da sociedade (GIL-PÉREZ et al, 2001). Por outro lado, mostra também, em certa medida, uma visão utilitarista da ciência.

Ainda nessa categoria, dois estudantes mostraram não reconhecer que a ciência pode ser influenciada por diversos fatores da sociedade, conforme apontamos nos seguintes trechos:

Isadora-QI: Acho que não, pq são coisas que tomam um rumo diferente.

Anna Julia-QI: Acho que depende muito, porque o cientista está ciente do que está fazendo num laboratório e sabe os riscos que corre e que não pode se deixar levar por uma opinião.

De acordo com a concepção expressa por Isadora, essa influência não acontece, pois são coisas diferentes. Por outro lado, a aluna Anna Julia, disse que um cientista deve estar ciente do que está desenvolvendo e, por isso, não deveria ser influenciado por “opinião”, indicando uma noção que os cientistas precisam estar fechados para a possibilidade de serem influenciados por outras ideias.

As noções apresentadas indicam uma compreensão de uma ciência descontextualizada e socialmente neutra (GIL-PÉREZ et al, 2001), na qual o desenvolvimento da ciência não se relaciona com os cenários extra científicos. No entanto, é importante entender que a ciência não é uma prática social neutra que surge ao acaso, mas sim é influenciada por aspectos externos, tal como a religião, questões culturais, políticas e econômicas.

Alguns alunos também expressaram como entendem a relação da religião e política com as pesquisas científicas. Dessa forma, 3 estudantes discorreram sobre essa relação, mostrando compreender que existe uma influência e trazendo como exemplo o caso da pandemia provocada pelo vírus SARS-CoV-2, na qual essa relação das questões extra científicas com a ciência ficaram bastante evidentes na mídia, redes sociais e outros meios.

Bárbara-QI: Sim, um caso recente foi o covid-19, onde pessoas religiosas se negaram a tomar a vacina e a distribuição tardia devido aos políticos e presidente.

Pedro-QI: Sim, a ciência tem tido uma relação complexa com a religião.

Antônio-QI: sim, posso citar como exemplo o atraso da criação/distribuição da vacina contra COVID-19 por conta de presidentes e políticos negacionistas e a igreja católica nos séculos XII ao XVII com a inquisição contra práticas consideradas divergentes.

De acordo com os trechos apresentados, parte dos estudantes mostrou uma boa compressão sobre essa relação, demonstrando, por exemplos, como essa influência pode acontecer em diversos contextos, o que acaba provocando consequências na sociedade, como negacionismo. Portanto, é importante que essa relação seja intensificada no ensino de ciências, para que os estudantes possam ver a ciência como uma atividade humana na qual os fatores sociopolíticos fazem parte (SILVA, 2010).

Além disso, uma compreensão da diferença entre os tipos de conhecimento, como o científico e o religioso, é importante para uma

alfabetização científica na qual o aluno saiba diferenciar o que é ciência e o que são outras formas de conhecimento.

6.1.3 Papel da imaginação e criatividade

Quanto ao papel da criatividade dos cientistas, no geral, apesar da minoria ter considerado que existe uma relação do uso da imaginação e criatividade nas investigações científicas, se expressa de forma muito simplista, indicando pouco entendimento de como esse fator psicológico é relevante na ciência. Assim, algumas das respostas expressas foram:

Bárbara-QI: Sim, porém com base em pesquisas e fatos, a partir disso eles montam novas teorias.

Nádia-QI: Sim, eu acho que eles devem imaginar várias coisas e fazer várias tentativas até conseguir o que querem.

Antônio-QI: Sim, porém com muita base em pesquisa.

De acordo com Santos, Maia e Justi (2020) a criatividade de um cientista se refere a capacidade que um pesquisador possui para criar, produzir ou inventar, assim como também inovar dentro de algo que exista. Deste modo, compreende-se que esse fator psicológico é essencial no desenvolvimento de pesquisas científicas, uma vez que a ciência não é fruto de uma atividade inteiramente racional, a criatividade e imaginação são fatores importantes para um pesquisador.

Por outro lado, outras concepções expressas pelos alunos distanciam de uma noção adequada sobre o papel que a imaginação e criatividade desempenham na atividade cientistas, conforme trazemos nos seguintes trechos:

Alice-QI: Sim, pois sem criatividade não teria experiência legal.

Pedro-QI: Não, o que eles devem ter é muito esforço.

Isadora-QI: Não, eu acho que eles trabalham estudando coisas concretas.

Uma das ideias expressas por um dos estudantes relaciona a criatividade do cientista no sentido de produzir uma “experiência legal”, evidenciando uma concepção simplista desse aspecto, visto que não necessariamente a criatividade e imaginação servem para auxiliar os cientistas a fazerem

experimentos. Logo, essa noção também evidencia o quão enraizado é a associação de que cientistas trabalham para produzir experimentos.

Outros alunos não consideraram que esse aspecto psicológico possa ser parte significativa da atividade científica, e desvalorizaram o papel que os fatores psicológicos possam vir a desempenhar na ciência, visto que para eles, a ciência é concreta e somente o esforço é considerável como relevante.

Assim, é importante que a psicologia da ciência, na qual envolve os processos mentais e comportamentos do indivíduo, sejam discutidos quanto a sua importância no processo de produção do conhecimento científico (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020).

6.1.4 Método científico

Foi apresentada aos estudantes a seguinte afirmação a respeito da noção de um método científico:

“O modo como a ciência produz conhecimento segue necessariamente a sequência: observação de fatos, elaboração de hipóteses, comprovação experimental das hipóteses, conclusões, generalização. Justifique sua escolha. () Concordo fortemente () Concordo () Indeciso () Discordo () Discordo fortemente”. Assim, apenas 2 estudantes discordaram da afirmação apresentada, trazendo as seguintes justificativas:

Bárbara-QI: Discordo, de fato ocorre esse processo, porém não segue uma ordem, essa sequência não é levada à risca, pois diversos casos ocorrem em diferentes situações em uma ordem distinta.

Antônio-QI: Discordo, pois o conhecimento científico vem de diversas formas.

Analisando as respostas expressas pelos alunos, nota-se uma boa compreensão de que esses fatores podem estar presentes no modo que a ciência produz conhecimento, no entanto, não é essencialmente uma sequência de etapas que se aplicam a todos os tipos de pesquisa.

Assim, 4 alunos opinaram que concordam com a afirmação e um se posicionou indeciso. Desses alunos, apenas uma apresentou uma justificativa sobre concordar com a afirmação, conforme apresentamos no trecho a seguir:

Nádia-QI: Concordo, porque é preciso observar, estudar, fazer experimento até que chegue a conclusão definitiva.

Dessa forma, compreende-se que os alunos têm pouco domínio sobre o que se refere à existência de um método científico. No entanto, a maioria concordou com a afirmação, apontando para uma noção do desenvolvimento do conhecimento científico que se afasta de uma concepção adequada, uma vez que embora essas etapas possam ser relevantes, não são necessariamente essenciais e rígidas para que a produção científica ocorra. Nesse sentido, é importante compreender que não há um método científico universal e infalível para desenvolver o conhecimento científico, mas que diferentes métodos existem na busca de orientar a prática científica (IRZIK; NOLA, 2011).

Algumas noções sobre o papel do experimento na ciência também foram identificadas no questionário dos alunos, conforme os trechos indicados abaixo, é notório uma noção empirista, em que a realização de experimentos é necessária para evidências na coleta de dados das pesquisas. Algumas dessas concepções são identificadas nos seguintes trechos apresentados abaixo:

Bárbara-QI: Com certeza, para conseguir comprovar seus pontos e teorias é preciso que haja diversos experimentos posteriores.

Pedro-QI: Sim, para pegar mais experiência.

Isadora-QI: Sim, pois para descobrir algo ou até criarem vacinas etc eles precisam de experimentos, de testes.

Nádia-QI: Sim, para ver se vai dar certo.

Antônio-QI: Sim, para conseguir provar o que ele propôs.

Através das respostas é possível observar que os alunos relacionam experimentos na ciência com a comprovação de teorias, o que indica uma concepção empirista. Outros alunos relacionam a noção de experimentos a descobertas ou criações, como no caso da produção de vacinas. Portanto, os estudantes expressaram suas compreensões sobre o desenvolvimento do conhecimento científico como algo dependente de experimentos, reduzindo o trabalho dos cientistas a realização de descobertas por meio da atividade laboratorial experimental. Vale lembrar que no contexto da pandemia de Covid-19 as mídias colocaram em destaque muitas pesquisas científicas sobre esse tema, porém dando mais evidências àquelas que ocorrem em laboratório e com a realização de experimentos. Esse fato pode ter reforçado ainda mais essa concepção de ciência como sendo um produto exclusivo de experimentos de laboratório.

De acordo com Hodson (1988), ter essa concepção sobre o papel do experimento é frequente, uma vez que o trabalho prático adquiriu um *status* elevado na profissão do cientista, e por serem tão largamente utilizados em algumas áreas, que se torna comum a relação de que a ciência está condicionada aos experimentos. Logo, é importante o reconhecimento de que nem toda pesquisa se realizará no âmbito de um laboratório, como também nem todo trabalho inclui experimentos (HODSON, 1988). Ainda nesse sentido, o autor discorre sobre as possibilidades da utilização de laboratórios:

O trabalho de laboratório pode ser conduzido visando vários objetivos e em estilos variados. Por exemplo: para demonstrar um fenômeno, ilustrar um princípio teórico, coletar dados, testar uma hipótese, desenvolver habilidades básicas de observação ou medida, adquirir familiaridade com aparatos, propiciar um “espetáculo de luzes, estrondos e espumas” (HODSON, n.p. 1988).

6.1.5 Provisoriedade da ciência

Quanto à provisoriedade da ciência, foi investigada pela seguinte questão no questionário: “Algumas conclusões científicas são bem estabelecidas e permanecerão inalteradas com o passar do tempo, porém, com as novas evidências essas conclusões científicas podem mudar. Para você, esta afirmação é _____, porque _____.”

Assim, a porcentagem de acordo com as escolhas das respostas dos estudantes são apresentadas no Quadro 5:

Quadro 6: Relação entre a afirmativa apresentada e a resposta escolhida pelo aluno.

Afirmação apresentada	Quantidade de aluno (%)
Verdadeiro – conclusões científicas podem mudar quando novas evidências são encontradas.	83,3
Verdadeiro – a ciência é composta de teorias que têm uma alta probabilidade de ser errado.	0
Falso – uma vez que os cientistas se tornam científicos, essas conclusões nunca mudarão no futuro porque as leis do universo são sempre as mesmas.	0

Falso – a ciência é a busca pela verdade, e a verdade nunca muda	16,6
--	------

Fonte: autoras.

Dessa forma, compreende-se que a maioria dos alunos (83,3%) consideram a ciência como uma atividade de caráter provisório. Isso se enquadra como uma concepção favorável da NdC, uma vez que o conhecimento científico por mais que possa ser durável, é provisório. Portanto, é significativa a compreensão que a ciência está sujeita a mudanças à luz de novas evidências (LEDERMAN et al, 2002). Apenas 16,6% concordaram com a noção que a ciência é a busca pela verdade, e por isso, algumas conclusões científicas permanecerão inalteradas com o passar dos anos por se tratarem de um conhecimento “verdadeiro”.

Logo, é relevante o entendimento que o conhecimento científico está em contínuo desenvolvimento, e por isso, os conhecimentos que foram validados um dia podem não ser suficientes para explicar determinadas questões, assim, é natural que novos modelos e teorias surjam. Logo, é crucial que juntamente a compreensão de que os conhecimentos científicos são provisórios, os alunos também entendam que esses conhecimentos não se estabelecem de forma acumulativa e linear, mas que passam por crises e remodelações (GIL-PÉREZ et al, 2001).

Uma outra perspectiva sobre esse entendimento dos alunos acerca do conhecimento científico como sendo provisório é que ele pode abrir espaço para descrença na ciência e, até mesmo, seu negacionismo. Nesse sentido, não se trata apenas de compreender superficialmente que o conhecimento científico é provisório, mas também entender que os processos de mudanças na ciência não são simples, frequentes ou rápidos. E que muita da provisoriedade na ciência ocorre mais na sua “superfície” do que em seu núcleo básico de conhecimentos.

6.1.6 Estereótipo de cientista

Nessa categoria, foi solicitado aos estudantes que fizessem um desenho de um cientista, na qual buscamos identificar estereótipos relacionados à idade, gênero, vestimentas e características psicológicas que possam ser associadas à figura de um pesquisador. Assim, os alunos se expressaram por meio de

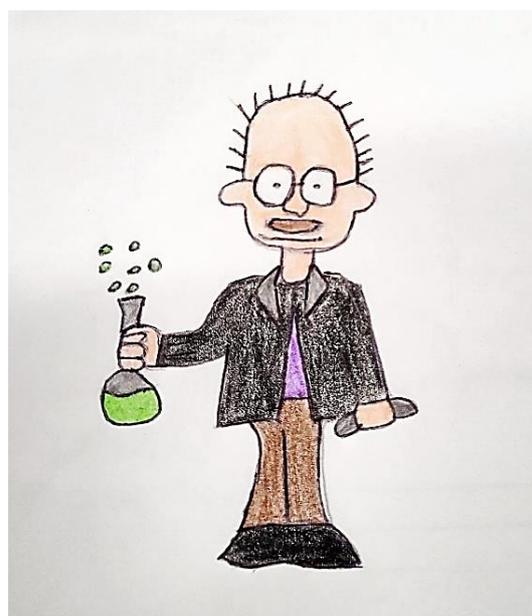
representações do que imaginavam ser um cientista e quais instrumentos eles utilizam em suas pesquisas. A seguir, selecionamos algumas ilustrações que foram produzidas pelos alunos.

Figura 9: Representação de cientista feita por Daniele.



Fonte: Questionário inicial, 2022.

Figura 10: Representação de cientista feita por Nádia.



Fonte: Questionário inicial, 2022.

Figura 11: Representação de um laboratório de um cientista feita por Rafaela.

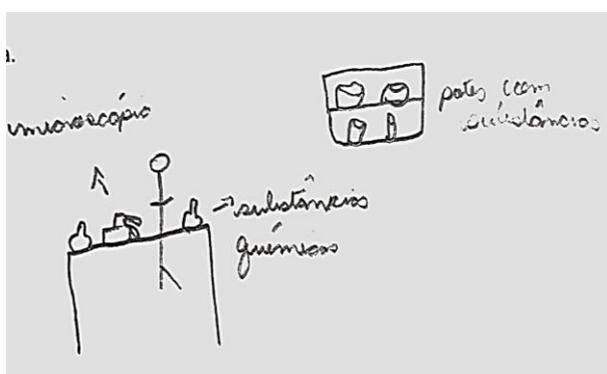
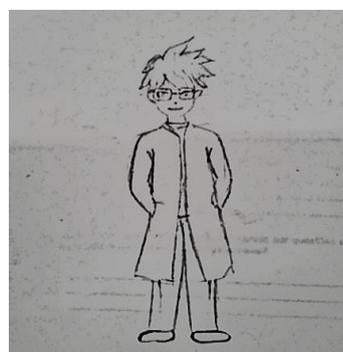


Figura 12: Representação de cientista feita por Sara.



Fonte: Questionário inicial, 2022.

Fonte: Questionário inicial, 2022.

Conforme os desenhos apresentados pelas alunas Nádia e Sara, os pesquisadores foram representados como homens, um como um jovem vestindo um jaleco e o outro um cientista aparentemente mais velho e segurando uma vidraria com uma substância borbulhando. A aluna Daniele, ilustrou o personagem de um desenho animado chamado “Hora da aventura”, na qual ela descreve que associa a personagem Princesa Jujuba a uma cientista, devido ao fato da personagem “criar uma civilização” e demonstrar ter habilidades em ciências, como realizar experimentos, manipular seres vivos e criar invenções.

A aluna Rafaela buscou representar os materiais de trabalho de um cientista, desenhando um laboratório com uma bancada, substâncias químicas e microscópio. Assim, compreende-se que os resultados alcançados com os desenhos, apresentam semelhança com outros trabalhos relatados na literatura (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; SILVA et al, 2017) em que os alunos apresentam um desconhecimento da cultura científica ao estereotipar o cientista como homens que trabalham isoladamente em um laboratório fazendo experimentos, utilizando jalecos e óculos de proteção.

6.1.7 Aspectos diversos da NdC

Nessa categoria, buscamos compreender como os estudantes se posicionavam em relação a algumas afirmações que estavam relacionadas a aspectos da NdC, assim, foi solicitado aos alunos que marcassem afirmações nas quais eles concordavam sobre assuntos diversos, conforme apresentamos no Quadro 6:

Quadro 7: afirmativas com aspectos gerais da NdC e escolha de resposta dos alunos

Afirmativa apresentada	Escolha da alternativa (%)
A Ciência é feita somente por homens.	0
Os cientistas são pessoas isoladas. Quando estão trabalhando em suas teorias e leis não conversam entre si e	0

muito menos apresentam seus resultados. O conhecimento é guardado para si mesmo.	
Tanto homens como mulheres contribuem para a ciência.	100
Quando os cientistas estão trabalhando em suas teorias, eles discutem entre si. Eles procuram chegar a uma teoria mais correta possível.	28,5
Quando os cientistas estão trabalhando em suas teorias, eles discutem entre si. Eles criticam as teorias dos outros e não aceitam facilmente novas ideias. Eles querem mostrar que a sua teoria é certa, e que a dos outros possuem erros.	85,7
Na ciência o que vale mesmo é o argumento dos estudos desenvolvidos. Não importa se o cientista é famoso ou desconhecido. Não importam o seu fator social, político ou econômico.	100
Na ciência quando as teorias são rivais, o que geralmente vale é a importância política, social e econômica de quem defende a ideia.	14,2

Fonte: autoras.

Analisando as opções escolhidas pelos estudantes, tem-se um consenso de que eles reconhecem que tanto homens como mulheres podem contribuir para o desenvolvimento científico. É significativo que os alunos compreendam a presença de mulheres na ciência, visto que diversas mulheres cientistas tiveram suas contribuições apagadas da história como também foram proibidas de frequentarem universidades (DEROSI; FARIA, 2021). Tais fatores contribuíram com a predominância de homens na área, o que pode reforçar o estereótipo que apenas as pessoas do sexo masculino podem trazer contribuições efetivas para o desenvolvimento da ciência. Portanto, embora a participação feminina seja menor devido às questões construídas pela sociedade, essas também podem se profissionalizar como pesquisadoras e colaborar com o desenvolvimento da ciência.

Outro consenso entre os alunos é que na ciência o que vale é o argumento dos estudos desenvolvidos, não importando fatores como fama ou questões sociais, políticas e econômicas. No entanto, essa concepção não é considerada favorável, uma vez que dispensa o impacto que os fatores extra científicos têm na ciência.

Alguns alunos também reconheceram que os cientistas trabalham colaborativamente, discutindo seus trabalhos entre si e que criticam teorias de outros pesquisadores, buscando apontar erros. Essa concepção é uma noção

satisfatória, visto que a competição entre pesquisadores e grupos de pesquisa é um fator relevante que colabora e estimula o desenvolvimento das pesquisas científicas.

Com menor recorrência, os alunos também apontaram que quando os cientistas estão trabalhando em suas teorias, eles discutem entre si e procuram chegar a uma teoria mais correta possível (28,5%), demonstrando uma noção de que os pesquisadores não trabalham em um contexto isolado, mas que essa parceria entre cientistas é parte importante da produção científica.

Por fim, a afirmação que foi menos escolhida pelos estudantes aponta que na ciência quando as teorias são rivais, o que geralmente vale é a importância política, social e econômica de quem defendem as ideias (14,2%), na qual reconhece que as questões extra científicas tem impactos relevantes no desenvolvimento científico.

6.1.8 Considerações gerais a respeito das concepções prévias

De forma geral, ao analisar as respostas do questionário, pode-se compreender que os alunos sentiram um pouco de dificuldade em se expressar. Apesar de terem apresentado suas opiniões sobre os tópicos mencionados no questionário, as respostas sucintas foram recorrentes, e isso se deve ao fato que os alunos não estão acostumados a refletir ou se posicionar sobre tais questões, visto que os aspectos conceituais da ciência por vezes são mais valorizados em sala de aula, e os procedimentais, como os aspectos da NdC, são habitualmente deixados de lado.

Dessa maneira, ao olharmos para as categorias de forma geral, foram identificadas diversas concepções que se aproximam de uma concepção adequada da NdC e diversas que se afastam de ser consideradas adequadas. Foi notória uma noção otimista quanto a aspectos relacionados à compreensão das influências extra científicas no desenvolvimento científico, assim como o papel da provisoriedade na ciência, diversidade de gênero e ambiente de trabalho do pesquisador.

Quanto às principais concepções que se afastam de uma concepção adequada, as mais notórias se referem a noção de que um cientista é um

profissional que trabalha fazendo experimentos em um laboratório repleto de vidrarias e soluções. Outra concepção notada foi que os estudantes desconsideravam a criatividade como um fator importante na produção do conhecimento científico. O papel do experimento na ciência foi a noção que mais se distanciou de uma concepção adequada, uma vez que todos os estudantes demonstraram uma concepção empirista.

Assim, também foi perceptível uma certa dificuldade por parte dos estudantes em se posicionarem de acordo com a pergunta, demonstrando uma falta de afinidade com reflexões dessa natureza e um raso conhecimento prévio sobre os assuntos. Portanto, é significativo que atividades busquem tratar da NdC sejam intensificadas no ensino escolar, buscando proporcionar uma noção sobre como a ciência é produzida e como os cientistas trabalham em seu contexto real.

Os dados desse questionário nos possibilitaram assim ter uma visão geral do perfil dos alunos em relação a alguns aspectos da NdC. A partir dessa base apresentamos e discutimos os resultados da pesquisa com as atividades desenvolvidas a partir dali, conforme descrito a seguir.

6.2 Aspectos da NdC que se evidenciaram na sequência didática

6.2.1 Estereótipo de cientista

Uma das questões que foram evidenciadas nas atividades se refere aos estereótipos relacionados aos pesquisadores. Conforme apresentamos no questionário inicial, a visão dos alunos sobre cientistas antes das ações se baseavam no estereótipo de um homem reservado, vestindo jaleco e utilizando vidrarias para fazer experimentos.

Dessa forma, as propostas oportunizaram uma reflexão sobre a representação do cientista, em que os alunos tiveram a oportunidade de contestar a clássica noção desse profissional como um personagem masculino realizando experimentos, utilizando jaleco e trabalhando sozinho (KOSMINSKI; GIORDAN, 2002; REZNIK et al., 2017).

No momento da visita foi possível evidenciar aspectos sobre o perfil do cientista nas falas dos pesquisadores com os estudantes. Conforme apresentamos a seguir três momentos em que isso foi evidenciado.

Pesquisador 3 - HVC: Quando a gente fala “você vão conhecer um cientista”, o que que vocês imaginam?... A gente tem essa visão estereotipada do que é ser um cientista, que é alguém que trabalha no laboratório com coisas que explodem, e ciência é produzir resultado de pesquisa sobre qualquer assunto.

Aluno de iniciação científica do Pesquisador 4: Eu costumo dizer que antes de falar da pesquisa, é bom falar do pesquisador como pessoa. É um ser humano plural, cheio de características. Eu sou transgênero. E eu acho que é bom para que vocês entendam que qualquer um pode fazer ciência. E que a ciência é muito diferente da imagem estereotipada que a gente tem às vezes. Ela se faz de diversas maneiras com as mais diferentes pessoas. Então, acho que é isso que eu queria passar para vocês.

Pesquisador 6 – HVC: A carreira de cientista é muito legal. Você acaba viajando muito. Você conhece muita gente diferente nessas colaborações. Então é interessante. Tem um outro aspecto da vida que é maneiro. Você conhece gente de tudo quanto é jeito. Tem que ter vida social também. Sim. É importante. Não se ilude com essa questão de que o cara fica preso no laboratório. Isso aí não é... Tem gente que gosta, obviamente. É o perfil de cada um. Eu sou pessoa normal, eu acho. Tem não normais também. Todo mundo trabalha numa boa. A comunidade científica é bem inclusiva. É lógico que tem grupos, dependendo de onde você vai, que a competição é muito acirrada. Mas em geral é uma competição saudável. Tem problemas. Tem as entrelinhas. Tem os caras que são sacanas. Mas isso aí você vai entrando no meio e vai conhecendo.

Aluno grupo 2 – HVC: O cientista é uma pessoa comunicativa, divertida, inteligente, complexo. Ele tem formação acadêmica profissional, onde obteve os títulos.

A fala dos pesquisadores foi importante pois permite evidenciar para os estudantes que os cientistas são pessoas comuns, na qual cada um desenvolve pesquisa em um contexto diferente, mas que são pessoas com vida social, podem ter diferentes idades, etnias, interesses e gênero. E para além das colaborações, a ciência também é marcada por competições de cientistas, visto que a disputa por uma posição de destaque pode beneficiar alguns grupos a conseguir verba para pesquisa e também reconhecimento.

Na fala expressa pelo grupo 2, conforme o trecho apresentado a cima, é demonstrado um entendimento sobre o perfil do cientista após o contato entre alunos e pesquisadores, em que eles passaram a atribuir ao pesquisador adjetivos como: comunicativo, divertido, inteligente e complexo. O que afasta de uma concepção inadequada sobre a imagem um cientista.

O TDC disponibilizado também permitiu que os alunos tivessem contato com algumas questões que se referem à imagem de um cientista e como estes desenvolvem suas pesquisas. Dessa forma, determinados elementos referentes a esse aspecto foram notados pelos alunos e trazidos para discussão do texto. A seguir são apresentados alguns trechos das falas dos estudantes sobre essa categoria:

Antônio-TDC: Antes da sua pesquisa a gente achava que cientista era alguém reservado, que faz experimentos malucos e testa reações, então a gente limitava só aquilo...

Isadora-TDC: ...que só usavam jaleco branco.

Bárbara-TDC: Na minha perspectiva, o trabalho do cientista passa por diversas etapas, e o pensamento mais comum ao falar do assunto é aquele cientista que faz experimentos "malucos", mas a ciência não se limita a isso.

Ana Laura-TDC: Um cientista tem várias funções legais e não ficam presos em uma coisa só. São pessoas que não trabalham sozinhas, e também não são todos que utilizam "vidrinhos"... Um cientista pode ser um biólogo, astrofísico, químico computacional, climatologista, entre outros. E nem todos usam aquele jaleco branco.

Ao analisar o trecho expresso pelo estudante Antônio, é possível identificar que houve uma mudança na concepção de como ele imaginava um pesquisador, uma vez que apontou que antes das atividades realizadas atribuía ao cientista característica referente a alguém reservado que trabalhava realizando experimentos malucos, executados no âmbito de um laboratório vestido um jaleco branco. Embora não mencione como tais concepções mudaram, é notório que houve uma ponderação por parte do aluno sobre o que ele pensava do trabalho do cientista e suas características.

No segundo trecho, expresso pela aluna Bárbara, é identificado que ela reconheceu que o trabalho do cientista não se limita à imagem de senso comum que normalmente as pessoas atribuem ao pesquisador, como a ideia que são pessoas malucas que realizam experimentos.

Dessa forma, o contato com a leitura do TDC teve um papel importante para que os alunos reconsiderassem algumas de suas concepções sobre os cientistas, o que evidencia as potencialidades do TDC como material didático que é capaz de trazer informações significativas a respeito da ciência para ser trabalhada em sala de aula (BATISTELE; DINIZ; OLIVEIRA, 2018).

Assim, eles demonstraram reconhecer que um pesquisador não corresponde à imagem de uma pessoa desvairada que dedica o tempo de sua vida produzindo experimentos em um laboratório e utiliza como vestimenta um jaleco branco. Portanto, o texto e o momento do HVC apresentaram aos estudantes panoramas mais diversos de áreas de pesquisas, como também uma imagem diversificada dos cientistas, visto que suas concepções prévias não correspondiam a como os pesquisadores realmente são.

6.2.2 Ambiente de trabalho e instrumentos de pesquisa

Identificamos também discussões que se referem ao local de trabalho dos pesquisadores e os instrumentos de pesquisa por eles utilizados. Esse ambiente pode corresponder à ideia de um cientista que trabalha em um laboratório convencional fazendo experimentos com vidrarias, soluções químicas e máquinas, como também pode ser um ambiente como a natureza ou escolas, em que os instrumentos podem incluir computadores, pessoas, arquivos e outras variáveis.

Dessa forma, as falas dos cientistas durante a atividade do HVC puderam representar como esse ambiente pode ser diverso e variar de acordo com a área e tema pesquisado. Abaixo apresentamos 2 momentos em que esse aspecto foi evidenciado na fala dos pesquisadores para os alunos.

Pesquisadora 5 - HVC: Esse laboratório a princípio não é convencional para a área de química. Acho que quando a gente fala assim "laboratório de química" o que vocês devem pensar?

Aluno - HVC: vidrinhos...

Pesquisadora 5 - HVC: Vidrinhos, coisas mal cheirosas... esse laboratório aqui é um laboratório onde eu conduzo as minhas pesquisas e é um laboratório de química computacional, então não tem vidrinhos... apesar de você terem falado que tá com cheiro de dentista, é por causa do ar condicionado, por conta das máquinas... que não são computadores comuns, elas precisam ficar em temperatura baixa.

Pesquisador 3 - HVC: ...Então se eu quero pesquisar sobre o método de ensino, quem é o meu equipamento? É vocês! Então eu pesquiso sobre ensino sobre o que funciona para vocês aprenderem. Então para eu saber se o método de ensino funciona, o meu laboratório tem que ter o quê? gente!

Isso aqui é um laboratório de ensino porque a gente traz pessoas, desenvolve coisas com elas, e analisa e coleta dados para ver se funcionou... Então se o objetivo da minha pesquisa é esse, eu preciso

de um laboratório com coisas que mudam de cor? Não! Porque essas coisas não são objetos da minha pesquisa. O objeto da minha pesquisa é como o Pedro aprende física.

Pesquisador 3 – HVC: Então entendem que nem todo cientista tem a cara do Einstein, nem todo laboratório tem as coisas que explodem. Eu sou um migrador, eu sou uma pessoa que está em duas áreas, porque física é uma área de ciências exatas, com laboratório com coisas que dão um choque, com equipamentos, microscópio de força atômica e etc... Mas tem perguntas sobre como se ensina e como se aprende física que não estão respondidas. Tem várias perguntas sobre o que faz o aprender e o ensinar ser daquele jeito que ainda não estão respondidas. E se tem perguntas para serem respondidas, tem ciência para ser feita em qualquer área.

Pesquisador 4 – HVC: ... vocês visitaram laboratórios lá embaixo, acho, né? Aqui a gente não visitou laboratório nenhum. A gente passou por ideias, vimos dois vídeos, fotos... as ciências humanas, que é de onde eu venho, é uma ciência que não estuda através de laboratórios, mas estuda através das pessoas, da observação do meio ambiente, de ver arquivos e materiais.

As falas dos pesquisadores 5, 3 e 4 evidenciam que o local de trabalho de um cientista pode variar consideravelmente de acordo com a natureza da sua pesquisa. Sendo assim, no diálogo apresentado entre a pesquisadora 5 e um dos alunos, é notória uma noção de que um laboratório de química necessita do uso vidrarias, no entanto, em seguida, a cientista aponta que seu laboratório dispensa a necessidade desse tipo de material, uma vez que sua pesquisa utiliza de métodos computacionais para estudar reações e propriedades químicas.

Por outro lado, o pesquisador 3 e 4 apresentaram aos alunos uma área do conhecimento que difere do que habitualmente eles costumam associar como um cientista, uma vez que não está inserido em um laboratório com materiais convencionais de pesquisa. Conforme eles expressaram para os alunos, o objetivo deles era investigar sobre métodos de ensino, e por isso, seu objeto de pesquisa pode ser pessoas. Esse momento foi importante pois permitiu que os estudantes se familiarizassem com um cientista que desafia o estereótipo enraizado sobre um pesquisador, possibilitando aos alunos a percepção que um cientista pode atuar em diversos campos de pesquisa e utilizar diferentes recursos, além de ser uma pessoa comum.

Na discussão do TDC, foram evidenciadas questões relativas ao local de trabalho do pesquisador, nas quais as falas tiveram influências do momento das visitas aos laboratórios. Apresentamos alguns trechos dessa ocasião.

Ana Laura – TDC: São pessoas que não trabalham sozinhos, e também não são todos que utilizam "vidrinhos", são pessoas bastante

teóricas e tem sempre hipóteses que podem ajudar a humanidade. Um cientista pode ser um biólogo, astrofísico, químico computacional, climatologista, entre outros. E nem todos usam aquele jaleco branco.

Bruna – TDC: Consegui identificar que os cientistas não trabalham sozinhos e sim trabalham juntos, que cientistas não trabalham só com experimentos e sim trabalham em várias áreas.

Alice – TDC: Entendi que essa profissão exige muita dedicação e muito estudo pois existem diversas áreas mais comuns do que se pensa. Exemplo: biólogos, computação, social.

De acordo com as falas, os alunos apresentaram concepções que se aproximam de noções adequadas sobre esse aspecto da NdC. Tanto a visita aos laboratórios quanto a leitura e discussão do TDC tiveram papéis relevantes em como os estudantes passaram a compreender o que pode ser o ambiente de trabalho e instrumentos de pesquisa de um cientista. Conforme foi expressado nos trechos, alguns alunos demonstraram reconhecer esse local como um ambiente dinâmico com instrumentos variados, além de reconhecer que um pesquisador pode ser de diversas áreas do conhecimento.

À vista disso, é perceptível como as expressões dos estudantes sobre esses aspectos diferem das noções que foram evidenciadas no questionário prévio. Enquanto alguns alunos anteriormente identificavam esse local como um ambiente equipado para fazer experimentos e “testes químicos”, agora identificam que o trabalho do cientista é mais dinâmico e não se baseia em realizar testes em um laboratório.

6.2.3 Caráter colaborativo da ciência

O caráter colaborativo da ciência foi outro aspecto que pode ser evidenciado nas atividades, tanto na leitura e discussão do TDC como na visita aos laboratórios de pesquisa. Para Gil-Pérez e colaboradores (2001), a concepção individualista da ciência é uma das mais frequentes apresentada na literatura, na qual o conhecimento científico aparece como uma obra de gênios isolados, e também considera que o resultado apresentado por um único cientista ou um único grupo de pesquisa podem ser suficientes para verificar, testar ou refutar uma hipótese.

É nesse sentido que buscamos apresentar nessa categoria alguns dos momentos em que foi possível dialogar sobre essa questão e apresentar aos estudantes a importância do trabalho em conjunto e do compartilhamento de conhecimento.

O caráter colaborativo da ciência pode ser evidenciado no momento da interação com os cientistas, conforme apresentamos no trecho seguinte, que é um recorte do diálogo entre a pesquisadora 1 e um dos estudantes:

Aluno - HVC: essas pesquisas se desenvolvem com muitas pessoas?

Pesquisador 1- HCV: Às vezes se desenvolve sim... Esse aqui eu fui a primeira autora, mas eu tive mais três colegas que me ajudaram, uma delas é minha ex orientadora da pós-graduação e os outros dois são da República Tcheca. Uma é da Alemanha na verdade. Tem trabalhos que a gente não consegue fazer aqui nessa universidade, que tem certas limitações em relação a equipamentos, a dinheiro para comprar substâncias. Então, o trabalho genético desse bicho a gente não conseguiria fazer aqui, aí eu fiz uma parceria com um colega que eu conheço lá da República Tcheca, mandei os bichos para ele, e ele fez com a ajuda da Kátia que é uma pesquisadora na Alemanha. Eles conseguiram tirar o gene e estudar o gene... aí a gente pode juntar tudo isso e fazer um trabalho só, que ficou um trabalho melhor com mais contribuições para o conhecimento. Colaboração e ciência é fundamental para a gente conseguir chegar em resultados melhores, então a gente sempre pede colaboração.

No trecho apresentado, a pesquisadora respondeu ao questionamento do aluno destacando como exemplo a publicação de um artigo que escreveu com colaboração de colegas de outras universidades. Dessa forma, a cientista apresentou a importância do trabalho colaborativo na pesquisa em que buscou registrar uma nova espécie de besouro que seu grupo identificou.

O diálogo evidenciou que foi necessário que pesquisadores de outros países ajudassem nessa identificação, analisando com instrumentos que o laboratório da pesquisadora não tinha, e assim, ao publicar o artigo, conseguiram evidenciar na publicação mais informações que puderam contribuir para o conhecimento científico.

Em outro trecho, uma das alunas questionou o pesquisador 2 se ele costumava trabalhar sozinho. Assim, o cientista evidenciou o papel da colaboração na ciência em outra perspectiva, abordando a segurança no laboratório e o risco de manusear soluções químicas desacompanhado de outros colegas ou orientador, conforme apresentamos a seguir:

Aluna-HVC: você costuma trabalhar sozinho?

Pesquisador 2-HVC: Não, a gente não costuma trabalhar sozinho por conta da questão de segurança, então geralmente sempre tem um ou outro no laboratório. A minha sala fica ali em cima, então de certa forma eu deixo meu aluno aqui, mas fico ali em cima... então se der algum problema ele sobe, me chama ou eu desço para atender. Mas trabalhar aos fins de semana e à noite não é recomendado. Inclusive aqui na universidade já tivemos alguns acidentes de alunos que foram trabalhar de noite e passaram mal, e aí deu um problema danado...

Conforme foi revelado, o cientista abordou que é importante trabalhar com mais de uma pessoa no ambiente, pois isso ajuda a diminuir o risco de acidentes dentro do laboratório. Logo, o aspecto que trata da colaboração na ciência pode ser abordado em diferentes perspectivas, como na colaboração do desenvolvimento da pesquisa, como também na questão de segurança em determinados tipos de estudos que possam colocar o pesquisador em situação de risco.

A seguir, apresentamos alguns trechos da discussão do TDC em que os alunos argumentaram sobre essa questão:

Antônio-TDC: Na minha antiga visão, os cientistas eram pessoas reservadas que trabalhavam sozinhos dentro de seus laboratórios, porém, a pesquisa da Carol e a visita à [Nome da Universidade] abriram meus olhos. Descobri que cientistas não trabalham sozinhos, e também passam bastante tempo fora de seus laboratórios explorando.

Antônio-TDC: ...agora a gente percebeu que raramente eles trabalham sozinhos, que eles passam também um tempo no laboratório, mas também saem para natureza pra trabalhar.

Bárbara-TDC: O trabalho deles atualmente engloba tudo e para chegar à comprovação de uma teoria científica... os cientistas nunca trabalham sozinhos, apesar de essa ser a visão popular, se você refletir a fundo é muito mais.

Nádia-TDC: Os cientistas raramente trabalham sozinhos, quase todos eram em grupo. Passaram por várias etapas de pesquisa.

Bianca-TDC: ...eles conseguem trabalhar a distância com colaboradores de vários países, sem precisar sair daqui.

Uma das questões evidenciadas pelo TDC, é que os pesquisadores atuam dentro de um grupo e/ou núcleo de pesquisa de determinada área, dessa forma, a colaboração foi uma categoria expressivamente apontada pelos estudantes. De acordo com suas respostas, os alunos puderam perceber que um cientista nem sempre trabalha sozinho em suas pesquisas, mas que esse caráter colaborativo é importante para o desenvolvimento científico, uma vez que parceria com outros grupos de pesquisa pode trazer contribuições significativas

para o trabalho do pesquisador, além do mais, algumas pesquisas são tão amplas que necessitam de mais de um cientista envolvido no desenvolvimento.

Consideramos as concepções apresentadas pelos alunos quanto ao caráter colaborativo da ciência, uma concepção que se aproxima de uma concepção adequada que foi evidenciada a partir do TDC e dos encontros, uma vez que os estudantes foram capazes de reconhecer que os cientistas trabalham em conjunto, que essa colaboração pode ocorrer em grupos de pesquisas de diferentes locais e que é um aspecto importante para o desenvolvimento de pesquisas científicas. Além do mais, os estudantes também reconheceram que um pesquisador nem sempre trabalha no contexto de um laboratório, mas que há outros ambientes que também são objetos de investigação, como a natureza.

6.2.4 Financiamento da ciência

Questões relativas ao financiamento da ciência também foram mencionadas por alguns alunos devido a alguns tópicos que foram abordados na discussão do TDC. Um aspecto importante relacionado ao desenvolvimento científico foi o seu financiamento, que ocorre geralmente através de agências de fomento de órgãos estaduais e federais, que tem como objetivo promover subsídio econômico para as pesquisas e incentivar o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação com as verbas que são destinadas (BROFMAN, 2012).

Assim, os seguintes trechos mostram algumas reflexões dos estudantes sobre esse aspecto que se destacou durante a discussão do TDC:

Antônio-TDC: eu vi que o Brasil tem muito potencial tecnológico e pesquisa científica, mas é pouco investido ainda..., mas é um país com muito futuro em algumas áreas.

Bárbara-TDC: O Brasil é um país com muito potencial, mas precisa muito das atividades nos exteriores porque muitas vezes não tem recurso.

Conforme apresentado, os alunos identificaram que o Brasil é um país que possui potencial para desenvolver diversas pesquisas em diferentes campos do conhecimento, mas que, no entanto, a falta de financiamento é um fator capaz de prejudicar a produção científica.

Nesse sentido, um dos aspectos evidenciados no TDC, é que alguns trabalhos têm um impacto relevante justamente por serem produzidos no Brasil, no entanto, a colaboração de instituições do exterior acaba sendo de grande necessidade. Embora algumas universidades públicas brasileiras estejam niveladas com outras instituições internacionais, ainda há universidades que faltam os recursos necessários para o desenvolvimento do trabalho científico.

Logo, a compreensão de aspectos relacionados à economia da ciência é significativa para um entendimento íntegro de fatores que impulsionam a produção científica, uma vez que o financiamento de pesquisas é essencial para que as instituições e grupos de pesquisa tenham verbas para que possam adquirir os recursos necessários e realizar seus trabalhos, além de entender também que as bolsas de pesquisas desempenham a função de salário de um pesquisador de pós-graduação.

Apesar dos alunos não terem reconhecido instituições de fomento que também são mencionadas no TDC, é relevante que a abordagem desse assunto seja mais intensificada, pois o financiamento de pesquisas está diretamente relacionado à valorização da ciência nacional.

As pesquisas científicas no Brasil, atividade desenvolvida em 90% no âmbito das universidades públicas (RIBEIRO, *et al.*, 2020), necessitam de financiamento proveniente das fundações de amparo à pesquisa para que o crescimento da produção científica seja contínuo. É nesse sentido que se torna relevante compreender que as pesquisas desenvolvidas nas instituições de ensino superior pública estão atreladas à titulação de mestres e doutores de diversas áreas do conhecimento, que produzem pesquisas com o apoio de bolsas proveniente das agências de fomento federais e estaduais (DELLAGOSTIN, 2021). Portanto, defender o financiamento das pesquisas e a formação de novos pesquisadores é crucial para impulsionar a produção científica do país.

Vale ressaltar que, apesar de ser um aspecto importante, e que foi notado pelos alunos a partir da leitura do TDC, a questão do financiamento não foi muito explorada pelos pesquisadores na conversa com os alunos, seja porque consideram o assunto complexo ou pouco instigante para os estudantes da educação básica, seja pelo pouco hábito de falar de seu trabalho para além de seus resultados. Os processos e as dificuldades para a produção do

conhecimento científico também devem estar presentes no discurso da DC e nos contextos em que o cientista dialoga com a sociedade. No entanto, essa prática ainda não é comum no cenário acadêmico, o que pode fazer com que os pesquisadores não vejam como relevante destacar assuntos dessa natureza. Outra hipótese sobre esse aspecto não ter sido explorado pode ser pela limitação do tempo da visita, o que fez com que os pesquisadores optassem por falar sobre questões que pudessem despertar mais a curiosidade dos alunos.

6.2.5 Publicação de artigos e revisão por pares

Outro aspecto da NdC que foi evidenciado nas propostas, se refere a questões como publicação de artigos e a revisão por pares. De acordo com Brofman (2012), as publicações em revistas têm como objetivo divulgar as pesquisas para o meio acadêmico, permitindo que outros possam utilizar esse material e avaliá-lo sob suas perspectivas. As revistas em que as pesquisas circulam podem ser eletrônicas ou impressas, e é por meio dessas que a sociedade passa a ter conhecimento dos resultados de um trabalho e o que ele representa (BROFMAN, 2012).

No momento do projeto HVC, o aspecto da publicação de artigos foi evidenciado na interação com a pesquisadora 1, na qual apresentou aos alunos como é importante o processo de publicação e alguns rigores da submissão de um artigo, conforme apresentamos a seguir:

Aluna-HVC: quando identifica uma nova espécie, qual que é o processo para registrar?

Pesquisadora 1 - HVC: O principal é publicado em uma revista científica. Isso é fundamental, então a gente faz todo aquele trabalho na lupa, estuda, desenha, fotografa, escreve o como ele é, dá o nome científico, que tem umas regrinhas para serem seguidas... esse nome tem duas partes, Jurasai é primeira parte e a segunda parte é Itajubense. Então é como se fosse nome e sobrenome do bicho... isso é uma regrinha dentro das ciências biológicas, o nome tem que ser binominal, o nome tem que ser em duas partes, então a gente faz todo esse trabalho, faz o manuscrito e depois mandamos para uma revista que vai aceitar ou não... Vai passar por uma revisão, outros cientistas vão olhar para saber se tá tudo certo, "se eu não comi alguma bola", se bicho já não está descrito. Aí eu mando para essa revista que não é uma revista qualquer, não pode ser o jornal do bairro, não pode ser o jornal de São Paulo, não pode ser a Marie Claire nem a Capricho. É uma revista especializada nesse tipo de assunto. No caso, a gente manda para uma revista que é especializada em biologia, aí a gente

manda, eles aprovaram e publicam. Uma vez publicado, aí sim o nome está valendo, antes disso o nome não vale. Eu posso dar o nome pôr na gaveta, mas se esse nome não estiver publicado em uma revista científica ele não é validado.

A fala da cientista expõe aos alunos esse aspecto crucial da atividade científica, mas que é pouco identificado pelo público não acadêmico. Reconhecer essa característica da publicação de artigos e revisão por pares é importante, pois permite compreender que a ciência não é baseada em achismo, mas que seus conhecimentos passam por validações. Portanto, outros cientistas avaliam se o que foi produzido traz contribuições ou não para uma determinada área, assim como sugerem outras atribuições que possam colaborar com a qualidade da publicação na revista científica, para que então, possa ser acessada por outros pesquisadores e interessados no assunto.

Em outro momento da atividade do HVC, uma aluna questionou a pesquisadora 5 sobre quanto tempo leva para realizar uma pesquisa. Ao responder sobre o tempo desse processo, a pesquisadora evidenciou sobre a relevância de relatar o que foi produzido em uma publicação, conforme exibimos abaixo:

Aluna-HVC: demora mais de um ano para fazer pesquisa?

Pesquisadora 5: ...então a gente aprende todo esse processo da pesquisa, então não é só sentar e aprender a técnica, não é só sentar e aprender a usar um programa, ou no laboratório convencional de química, não é só saber qual vidraria você vai usar, qual reagente você vai misturar com outro. Tem um processo antes, tem um momento da mão na massa e tem o depois. O depois é a parte do relatório por exemplo, escrever tudo que a gente fez, explicar também o que a gente encontrou de observação, como que a gente explica os resultados que a gente encontrou e isso é uma etapa crucial para a ciência avançar. Então essa questão do relatório, de comunicar o registro que a gente fez é também para que se outra pessoa quiser fazer novamente. Porque a partir dali ela pode melhorar alguma coisa ou só para conferir mesmo se fez certo né...os cientistas também são pessoas e pessoas erram. Então por mais que o trabalho seja demorado, também pode ter tido falhas, falha do equipamento, falha da medida... Então a gente precisa registrar isso.

A fala da pesquisadora respondendo ao questionamento da estudante, permitiu expor aos alunos uma etapa crucial da pesquisa, que é a publicação de artigos e escrita de relatórios, pilares da comunicação científica, uma vez que é a forma em que outros pesquisadores podem acessar o conhecimento produzido, além de ser uma maneira de validar ou replicar os resultados de um trabalho.

Esse aspecto também foi identificado na fala dos estudantes no momento da discussão do TDC, em que apresentamos a seguir:

Vitor-TDC: Pelo texto, o trabalho do cientista tem que ter muito foco e determinação. Tem que elaborar uma hipótese para fazer a pesquisa, que é o foco central... tem que testar a hipótese e depois que os estudos são feitos, é feito um artigo daquilo que o cientista estudou.

Pedro-TDC: É um trabalho que exige bastante foco e determinação, pois um cientista deve elaborar hipóteses sobre sua pesquisa, testar as hipóteses e escrever artigos.

Isadora-TDC: A gente conseguiu identificar que o pesquisador não trabalha sozinho, que envolve várias pessoas e várias áreas, passa pela validação "opinião" de várias pessoas.

Conforme exposto, os estudantes demonstraram ter ampliado suas percepções do que faz parte do trabalho de um cientista, sendo assim, passaram a identificar como um requisito acadêmico a publicação de artigos relativos às pesquisas que desenvolvem. Essa questão foi explicitada nas discussões, pois o TDC tinha como foco apresentar os cientistas brasileiros cujas produções científicas tiveram um número expressivo de citações, o que evidencia a relevância dessa prática para compartilhar o conhecimento de pesquisas com a comunidade científica.

Assim, outra questão que foi evidenciada na fala de uma das estudantes relacionada à atividade da publicação, é sobre aceitabilidade, aspecto que se refere a como que o conhecimento produzido é comunicado, avaliado, revisado e validado por outros cientistas (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). Nesse sentido, é significativo o entendimento que a publicação de artigos possui seus critérios para ser divulgado e precisa passar pela avaliação de outros pesquisadores, que vão qualificar se o material produzido tem credibilidade para ser disponibilizado em uma revista científica, para que então, outros pesquisadores tenham acesso ao que foi desenvolvido.

Portanto, a revisão de pares se caracteriza como um sistema de arbitragem, proporcionando uma avaliação crítica da escrita da pesquisa realizada por especialistas que não fazem parte do estudo, que objetiva melhorar a qualidade, precisão, leitura e credibilidade do conteúdo a ser publicado, sendo parte importante do processo de construção do conhecimento científico (JANEAL, *et al.*, 2012).

Ainda, compreender sobre a revisão por pares é essencial, porque esse parâmetro desempenha um papel de garantir confiabilidade nas informações, visto que na atualidade, vem crescendo o a proliferação de “*Fake News*” e teorias fundamentadas por grupos negacionistas, que representam um risco significativo para a sociedade. Embora os artigos científicos que passam por revisões não sejam isentos de condutas antiéticas, podemos considerar que: “O conhecimento científico é aquele que passa pelo crivo da comunidade científica – de maneira paradigmática, o que é publicado em revistas revisadas por pares.” (PERINI-SANTOS, 2022, p.4).

6.2.6 Complexidade do trabalho científico

Por meio da discussão do TDC, alguns alunos puderam reconhecer que a natureza do trabalho científico é complexa, que envolve muito estudo e que para aprofundar em um conhecimento, é necessário tempo. Abaixo apresentamos duas falas de estudantes que representam uma ponderação sobre esse aspecto:

Vitor-TDC: É um trabalho que requer muito estudo, que é muito complexo e que não é algo que ocorre do dia para noite, tem muita coisa envolvida.

Isadora-TDC: Eu entendi que essa profissão exige muita decisão e muito estudo, pois existem diversas áreas diferentes mais comum do que se pensa. EX: biólogos, computação, social.

Conforme apresentado pelos trechos, os estudantes expressaram em suas falas uma noção de que a ciência necessita de tempo para ser desenvolvida, o que permite um entendimento de que a construção do conhecimento não é fruto de observações instantâneas e superficiais dos cientistas, mas que é essencial um aprofundamento em estudos elaborados, colaboração de grupos de pesquisa, além de persistência com os possíveis obstáculos que possam aparecer nas etapas de um trabalho.

Dessa forma, o entendimento da complexidade envolvida no desenvolvimento das pesquisas permite combater em partes o estereótipo de questões interpessoais do indivíduo cientista, como a ideia de que um pesquisador se destaca por sua genialidade e percepções excepcionais mais do

que pela sua persistência, dedicação e criatividade durante a condução dos estudos.

A complexidade da produção científica também está relacionada à concepção de que a ciência não é uma atividade que se desenvolve linearmente, portanto, passa por crises, mudanças e remodelações, além de que não há um método científico universal para guiar o caminho das pesquisas, portanto, mudanças e imprevistos também são comuns nesse percurso (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020).

Sendo assim, apesar dos estudantes terem abordado esse aspecto de forma sucinta, o TDC utilizado permite um aprofundamento nas discussões desse assunto, evidenciando que o conhecimento científico não é elaborado de uma única vez e que esse processo demanda tempo (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020).

6.2.7 Relação entre a ciência e a sociedade

O diálogo com o pesquisador 2 abordou um aspecto que trata da relação entre ciência e sociedade. Em uma de suas falas, o cientista apontou sobre o desenvolvimento de pesquisas de síntese de agroquímicos, que demonstram essa relação. Assim, apresentamos a declaração do pesquisador 2 a seguir:

Pesquisador 2-HVC: ...eu sintetizo novas moléculas, e essas moléculas têm uma gama de funções. Basicamente a gente trabalha com três aqui no nosso laboratório. A gente trabalha com compostos bioativos que são compostos antitumorais para combater células cancerígenas e a gente trabalha com compostos bioativos para outras doenças. Então a gente faz compostos aqui envolvendo metais como platina e ouro, mas também sem metal.

Uma outra linha de pesquisa nossa seria da parte de agroquímicos que vocês usualmente chamam de pesticidas, aqui a gente chama de agroquímicos, tem todo um porquê do nome...

A gente trabalha com a química de agroquímicos no sentido de a gente tentar descobrir novas moléculas que possam atuar como agroquímicos, em especial, fungicidas de lavoura, de tal forma que a gente possa substituir os fungicidas comerciais por outros novos que são menos tóxicos e mais eficientes.

A fala do pesquisador demonstra que a ciência é multifacetada e não se limita a um campo de estudo. O cientista mostrou aos alunos que trabalha na produção de novas moléculas para três propósitos diferentes, eles incluem: bioativos para combater células cancerígenas, agroquímicos e compostos com

metais. Assim, ele demonstrou como a pesquisa científica pode englobar uma variedade de problemas e abranger uma variedade de campos de conhecimento.

Durante a conversa com os estudantes, o cientista também evidenciou uma diferença na terminologia dos agroquímicos, na qual essa substância é denominada de “pesticida” no senso comum, mas entre cientistas desse campo é utilizado o termo “agroquímico”. Essa diferença de termos representa aspectos sociais e culturais de como as discussões em torno dessas substâncias são abordadas com conotação diferentes no âmbito científico e pelo público geral.

Outro ponto que evidencia a relação entre ciência e sociedade, e como questões sociais influenciam o desenvolvimento científico, é o momento em que o pesquisador enfocou que um dos seus objetivos de pesquisa é sintetizar novas moléculas que possam ser utilizadas como agroquímicos, mas que sejam menos tóxicas. Isso mostra uma preocupação social associada à aplicação dos agroquímicos e como isso pode afetar os agricultores, alimentos e o ecossistema. Assim, indica um cientista comprometido com tais inquietações, ressaltando como esses são impactados pelos aspectos sociais que cercam suas pesquisas e como a ciência não está alheia as demandas da sociedade.

Em outro momento da proposta do HCV, o pesquisador⁶ mencionou uma preocupação de cientistas de astrofísica em relação ao projeto Starlink, iniciativa que busca lançar diversos satélites em torno da Terra para fornecer internet. Abaixo apresentamos um trecho da fala do pesquisador para os alunos:

Pesquisador 6- HVC: Todo mundo já ouviu falar do Starlink? O Starlink, por exemplo, ele vai botar uma matriz de satélites em volta da Terra inteira, esse é o plano 1. Pra gente isso é péssimo...

E aí assim, esse Starlink, por exemplo, já tá atrapalhando a astronomia. Porque é uma constelação de satélites. Então vai ser um monte de satélitezinhos pequenos, um muito próximo do outro. Pra gente profissional, se você fizer uma foto, ela vai vir cheia de risco, que é exatamente o satélite do Elon Musk. Que basicamente atrapalha tudo.

Aluno-TDC: Mas qual que é o objetivo do satélite?

Pesquisador 6 – HVC: É montar uma internet via satélite. A ideia é boa, só que... Assim, tinha que ser uma coisa mais bem conversada, né? Porque ele é bilionário, então ele vai lá e faz, como não é regulamentado. Mas isso tem consequências, né?!

Nota-se que um aspecto importante da relação entre ciência e sociedade pode ser evidenciado, uma vez que os milhares de satélites lançados na órbita ao redor da Terra podem atrapalhar as observações astronômicas e comprometer as imagens capturadas pelos telescópios, além de contribuir para

acúmulo de lixo espacial. Logo, é um tema da atualidade que vem gerando debates sobre as consequências para as pesquisas científicas e para a sociedade, tornando um aspecto importante para destacar para os estudantes sobre essa relação.

À vista disso, durante a conversa com os pesquisadores foi expresso para os alunos questões importantes que evidenciam como a ciência não é uma atividade neutra, mas que sim é desenvolvida com base em interesses sociais em diversos âmbitos, conforme é abordado por Moura (2014, p.34-35):

...nenhuma ideia científica ou cientista está envolta numa redoma intransponível; pelo contrário, suas concepções, as questões da época, o local em que vivem e as influências que sofrem podem desempenhar um papel importante na aceitação, rejeição e desenvolvimento das ideias da Ciência.

6.2.8 Questões éticas na ciência

A produção de conhecimento científico é cercada de dilemas morais e éticos que atravessam o trabalho dos cientistas. De acordo com Rozentaliski (2018), as questões éticas cercam os pesquisadores desde a determinação de sua linha de pesquisa, uma vez que envolve a escolha de temas de estudo e as consequências que podem acarretar para a ciência e sociedade.

Dessa forma, durante a fala do pesquisador 2 foi abordado sobre um dilema ético que envolve a utilização de agroquímicos e implicações desse produto para a sociedade e ambiente, conforme apresentamos a seguir:

Pesquisador 2 – HVC: ...o problema da automedicação é que se você se automedica, o problema está em você se acontecer alguma coisa. Agora o problema do agroquímico é que a má utilização dele afeta a cadeia alimentar toda, afeta não só o agricultor, mas afeta o lençol freático, a abelha que é polinizadora, o passarinho que vem... aí é um problema bem maior. Por isso que a fiscalização e o controle devem ser também mais rigorosos.

Mas é claro que se você usar, conseguir produzir, fazer uma cultura e ter rentabilidade sem usar agroquímicos, ótimo, essa situação é ideal.

Na fala do cientista ficam expressas algumas questões que expõem como a ciência é norteadada pelos fatores éticos e morais, principalmente por ser uma pesquisa voltada para a síntese de agroquímicos, produto químico cuja utilização pode implicar em impactos ambientais e sociais. Logo, tal questão explicita que a ciência não é uma atividade neutra, mas sim influenciada por diversos aspectos

sociais e culturais, enfrentando dilemas éticos e morais, como também não está inclinada em promover apenas benefícios para a sociedade.

Segundo Chibeni (2020, n.p), a produção de pesquisas científicas é uma atividade carregada de implicações éticas, portanto, é relevante que haja debates com a sociedade sobre possíveis consequências.

Seria desejável que tanto os cientistas como a população em geral tivessem clara consciência disso, discutissem o assunto explicitamente, e participassem das avaliações e tomadas de decisão relevantes, visto que todos são concernidos. Enquanto prática institucionalizada, ciência não se encontra isolada do resto da sociedade, muito pelo contrário. Os rumos da pesquisa científica não são ditados pelo próprio saber científico, e sim por pessoas com interesses diversos, e, frequentemente, conflitantes (CHIBENI, 2020, np).

Tais discussões sobre esses dilemas com estudantes da educação básica também são essenciais para combater uma noção positivista da ciência, em que a ciência é colocada como a única forma de conhecimento confiável, reduzindo o conhecimento científico a forma de resolver os problemas da humanidade. Logo, a fala do pesquisador foi essencial para mostrar essa relação da ciência e as implicações com a sociedade.

6.2.9 Falibilidade da ciência

Outra questão pertinente da NdC que foi evidenciada durante o diálogo com um dos cientistas, foi sobre o papel do erro na ciência. Santos, Maia e Justi (2020) abordam que a falibilidade da ciência é um aspecto que se refere a como os cientistas identificam e lidam com os erros durante o processo de desenvolvimento do conhecimento científico.

Durante a interação com o pesquisador 2, uma das estudantes indagou se algum dos seus experimentos havia falhado. O pesquisador respondeu e isso levou a mais questionamentos sobre as características do erro na ciência, conforme apresentamos no diálogo a seguir:

Aluna-HVC: Algum dos seus experimentos já deram errados?

Pesquisador 2 – HVC: Vários, a ciência é exata, mas é um caminho tortuoso, não é um caminho fácil. Então às vezes a gente tem que fazer a reação umas 15 ou 20 vezes. Às vezes você faz dá certo, mas o rendimento é baixo.

Aluna-HVC: Mas alguns deles afeta você? De machucar fisicamente?

Pesquisador 2 - HVC: Não, não, de dar errado no sentido de explodir já aconteceu... Da reação derramar, algumas gotas de ácido cair na mão... isso aí é sempre clássico

Aluno - HVC: Mas aí queima?

Pesquisador 2 - HVC: Queima! E dependendo da quantidade de forma bolha, e não é só ácido não, a base também. As avós usavam as vezes para fazer sabão, aquela soda cáustica, também é muito tóxico. Se pegar aquele na mão vai queimar a mão todinha, então tem que tomar muito cuidado. Com os meus alunos também vários tipos de coisas, nada grave, mas coisa de desatenção... Balão quebrar, Becker..., mas nada tão grave.

Aluno-HVC: Mas isso aí é mais normal, né?!

Pesquisador 2 - HVC: É normal sim, eu falo para os meus alunos só quebra vidraria quem tá trabalhando, quem não tá trabalhando não quebra vidraria. Se você vai para o laboratório uma hora vai acontecer. E também já deu errado de a reação não sair como planejado... planejar síntese para formar X e formar Y, ou era para formar X e formou X, Y e Z e um monte de coisa junto.

Aluna-HVC: Mas existe uma forma de descobrir mesmo dando errado?

Pesquisador 2 - HVC: Existe! Mas aí são outras técnicas que a gente usa para descobrir se a reação deu certo ou não. Aí tem que voltar para bancada buscar melhorar o rendimento, tem que estudar a reação para saber onde está errando... Às vezes um detalhe mínimo, às vezes é a temperatura, às vezes é agitação, às vezes é a concentração. Aí vem a parte intelectual do químico de tentar descobrir.

Aluno-HCV: Uma reação que você acha que deu errado, mas na verdade você descobriu outra totalmente diferente?

Pesquisador 2 - HVC: Também já aconteceu. Já aconteceu de o subproduto ser mais valioso do que o produto. Aí você mirou no X e acertou Y, tem uma sorte ou Y virou mais valioso. Em química orgânica é muito comum você planejar a reação e a molécula sofrer rearranjo, migração de grupo, e às vezes acontece algumas coisas inexplicáveis que você fica espantado e depois você vai investigando o porquê.

A questão da falibilidade na ciência também foi mencionada na fala do cientista 6 com os estudantes, na qual foi evidenciada ao abordar sobre sua linha de pesquisa em astronomia.

Pesquisador 6- HVC: No fundo, assim, dia a dia do cientista basicamente é o seguinte, 95% de erro e 5% de acerto. É assim. Você tenta uma coisa e dá errado. Aí no dia seguinte você tenta um pouquinho diferente e dá errado. E vai dando errado até que uma hora vai.

- A hora de dar certo é estranho né.

- Mas é legal. Quando dá certo, assim, é bem é bem empolgante. Mas muitas vezes o que acontece é que você fica muito empolgado e você mostra pra alguém e ele aponta o erro. Aí você tá errado. Mas é divertido, né? Eu acho que em geral quem gosta de ciência gosta desse processo. Porque é sempre você não sabe, ninguém nunca

olhou pra aquelas coisas. Então você tá olhando pra aquilo ali pela primeira vez. Então, é maneiro.

Evidenciar que o erro existe na ciência é um fator importante para uma boa compreensão da NdC, pois frequentemente em algumas pesquisas os estudantes retratam os cientistas como gênios que são imunes a falhas, enquanto esse acontecimento é inerente ao desenvolvimento do conhecimento científico. Além disso, é importante destacar que, no ensino de ciências, poucas vezes a falibilidade da ciência é evidenciada em sala de aula, reforçando uma noção de que essa é infalível.

O erro desempenha um papel crucial no trabalho científico, uma vez que uma prática isenta de falhas pode limitar as capacidades dos pesquisadores, impedindo que eles desenvolvam habilidades técnicas e a criticidade com o que está sendo investigado (GIORDAN, 1999).

Dessa forma, no diálogo entre os estudantes e os cientistas foi possível indicar que o erro é parte significativa na ciência e que é algo comum de acontecer, que pode inclusive, orientar o pesquisador sobre quais caminhos escolher e quais deixar de lado. A conversa também ressalta sobre outro aspecto do pesquisador, que é a intelectualidade no momento de interpretar seus resultados e fazer escolhas.

6.2.10 Métodos científicos

O aspecto que se refere ao método científico também foi abordado na fala de um pesquisador para os alunos, conforme apresentamos:

Pesquisador 3 - HVC: A pesquisa é então a organização de métodos para coletar dados sobre alguma coisa e poder da explicação sobre aquela coisa que não seja fruto da minha imaginação. Imagina se a gente não tivesse métodos? Ah eu quero saber a que velocidade um carro bate na parede para pessoa morrer... Esse é o tipo de pesquisa que não se faz com pessoas, se faz com simulação por questões éticas. Então cada pesquisa vai ter uma forma de fazer. A resposta para as coisas tem que vir de pesquisas. Porque se não tivesse sido testado, publicado e comparado, é só opinião.

A fala do cientista durante sua apresentação para os alunos expôs um aspecto importante da NdC, uma vez que é comum entre estudantes uma noção que a ciência utiliza um único método científico, guiado por uma sequência de etapas que colabora para que os pesquisadores tenham resultados confiáveis.

No entanto, embora não haja um método incontestável e garantido, as pesquisas científicas necessitam de rigidez, na qual o desenvolvimento dos trabalhos pode passar por reformulação, validação e aprimoramento,

De acordo com Santos, Maia e Justi (2020) a compreensão da construção do conhecimento científico necessita da noção que a ciência é plural e há diferentes métodos e processos para desenvolver, comunicar, avaliar, revisar e validar o conhecimento produzido. Logo, se faz necessário uma compreensão mais satisfatória sobre esse aspecto, visto que o método científico é uma etapa importante da produção de conhecimento científico, mas é dinâmico, na qual cada tipo de pesquisa necessita de seus procedimentos para realizar a investigação e obter seus resultados.

Dessa forma, a noção expressa pelo pesquisador pode ser capaz de permitir que os estudantes compreendam parte do que é a construção do conhecimento científico e o papel que os métodos científicos desempenham no trabalho de um cientista.

6.3 Concepções no questionário final

Os resultados apresentados neste tópico se referem às respostas expressas pelos estudantes no questionário final, em que foi aplicado em sala de aula após o desenvolvimento de todas as ações propostas. Dessa forma, o questionário foi uma ferramenta essencial para avaliar quais e que tipo de concepções os estudantes apresentaram, assim como, se as atividades promovidas foram eficientes em fazer com que os alunos conhecessem e refletissem sobre os aspectos da NdC.

A seguir, apresentamos as questões que foram abordadas no questionário final (APENDICE F), apontamos as respostas de alguns estudantes e as discussões referentes às categorias.

6.3.1 Impactos da ação do HVC nos estudantes

Após o desenvolvimento da ação de DC em que buscamos aproximar os estudantes de alguns cientistas da universidade, procuramos identificar o que os alunos consideraram mais importante e o que nessa interação foi capaz de

cativar seus interesses. Nesse sentido, apresentamos os seguintes trechos que correspondem a essa categoria:

Alice - QF: Pelo fato dela ter vindo da periferia e ter se tornado bióloga em Itajubá.

Isadora - QF: Eu achei interessante porque ela veio de uma periferia e ter se tornado uma cientista.

Bárbara - QF: A dimensão do trabalho do cientista e a maneira que a ciência engloba tudo.

Artur - QF: Conhecer os laboratórios, e saber da história de vida dos cientistas.

Pedro - QF: Conhecer seu ambiente de trabalho e como e o que motivou a virar cientistas.

Álvaro - QF: Que eles são pessoas sociáveis mesmo trabalhando muito.

Matheus - QF: O fato deles trabalharem tanto e mesmo assim ter vida pessoal.

Ao analisar as respostas dos alunos, um dos pontos mencionados pelas estudantes Alice e Isadora, foi a pesquisadora 1 ter abordado em sua apresentação que cresceu em uma periferia, estudou sempre em escolas públicas, e que por um tempo precisou conciliar os estudos do ensino superior com o trabalho. Dessa forma, as alunas foram impactadas pela fala da cientista, pois ela gera identificação com a realidade desses discentes.

Esse aspecto que foi exposto também é capaz de humanizar a perspectiva sobre um cientista, mostrando que os pesquisadores são pessoas comuns, deixando de lado a ideia que são indivíduos com características especiais que não podem ser alcançadas por outros. Portanto, alguns alunos puderam compreender que cientistas são indivíduos com diferentes características.

Outro aspecto que parece ter impactado os alunos na ação do HVC é o fato deles terem sido apresentados aos laboratórios de pesquisa. Assim, na proposta do HVC eles puderam conhecer trabalhos que são desenvolvidos em diferentes contextos, desmistificando a concepção de que alguns tinham que o local de trabalho do cientista consiste em um laboratório equipado com vidrarias e experimentos. Portanto, puderam perceber que há outras possibilidades de ambientes para desenvolver as pesquisas, como a natureza.

6.3.2 Despertamento de curiosidade e interesse nos estudantes quanto às pesquisas que conheceram

Nessa categoria, buscamos entender o que, em termos da ciência, surpreendeu os estudantes e despertaram suas curiosidades quanto às pesquisas apresentadas na visita. Dessa forma, apresentamos as seguintes falas dos estudantes.

Alice-QF: Os insetos, nunca tive curiosidade nisso, mas lá despertou bastante assunto e curiosidades.

Daniele - QF: A pesquisadora no computador dahora era legal. Não só o computador, mas a alegria da moça, muito "vibes" e sorridente.

Bárbara-QF: A parte da biologia, onde pudemos aprender mais sobre insetos e como eles são interessantes.

Isadora-QF: Ver os animais bem de pertinho.

Nádia-QF: A parte da biologia. Aprendemos mais sobre os insetos.

Conforme expresso pelos alunos, a pesquisa sobre entomologia acabou despertando bastante a atenção dos estudantes. Isso pode ser devido ao fato de que a proposta da visita ao laboratório de zoologia teve mais elementos lúdicos, na qual eles puderam ver diversos insetos e outros animais em estado de conservação, além de que puderam manusear um microscópio e analisar características físicas de um inseto através da ampliação da lente.

Dessa forma, um ponto essencial da comunicação de pesquisas científicas pelos cientistas aos estudantes se refere a incentivar o interesse pela ciência, ao mostrarem pessoas comuns envolvidas com investigações reais do nosso mundo. Para Albagli (1996), a DC atrelada ao seu objetivo educacional não visa somente ampliar o conhecimento e a compreensão do público leigo sobre a ciência e o processo científico, mas também busca estimular a curiosidade científica dos indivíduos, cultivando um estimo pela ciência.

6.3.3 Importância de conhecer o que os cientistas da região pesquisam

Nessa categoria, buscamos avaliar se os alunos consideram importante que as pessoas conheçam as pesquisas que são realizadas pelos cientistas,

principalmente aquelas que são conduzidas no contexto da região em que eles vivem. Tal questão, busca compreender como os estudantes avaliam que essa comunicação do pesquisador com a sociedade pode ser relevante para que a população entenda mais sobre a ciência. Dessa forma, apresentamos os seguintes trechos:

Artur-QF: Pode despertar a curiosidade nas pessoas.

Pedro-QF: Sim, pois tem pesquisas que podem realizar mudanças importantes na região/país.

Isadora- QF: Sim, pois antes da gente ir na [Nome da Universidade] não sabia que um inseto tinha sido descoberto em [Nome da cidade]

Antônio-QF: Sim e muito, sabendo que as pesquisas são conhecidas internacionalmente pode influenciar novos pesquisadores, vindo que a [Nome da Universidade] forma diversos cientistas importantes.

Rafaela- QF: Sim, acho muito importante e interessante saber o que os pesquisadores daqui estudam. Acho que causa um impacto sabendo que coisas que vemos em filmes e documentários existe tão próximo da gente.

Daniele - QF: Sim e sim. Eu achava que [Nome da cidade] não produzia nada, mas tem estudos úteis sendo realizados aqui.

Conforme foi expresso, os alunos puderam identificar que tal contato poderia ser benéfico para a sociedade em diferentes sentidos, tanto no âmbito da valorização da ciência, quanto no processo das pessoas passarem a compreender como a ciência é produzida.

De acordo com as respostas dos estudantes, esse tipo de atividade é importante, pois, permite que as pessoas conheçam mais sobre o que um cientista faz, o que pode acarretar um entendimento da função que um pesquisador desempenha na sociedade e a essencialidade do desenvolvimento de pesquisas em múltiplas áreas. Além do mais, reconhecer as produções científicas locais pode colaborar para que pessoas passem a valorizar a ciência e o financiamento das pesquisas, pois conhecendo o que se produz no âmbito dos institutos de pesquisa, pode gerar um apreço pelo desenvolvimento científico nacional.

No entanto, embora a divulgação das pesquisas para o público leigo seja essencial, é necessário que a ciência seja comunicada com uma linguagem acessível para atingir diferentes públicos de forma eficiente, uma vez que a complexidade de alguns termos e conceitos científicos pode criar uma barreira

no entendimento do público a respeito da ciência. De acordo com Albagli (1996), o divulgador não pode ser um mero tradutor da linguagem científica, é necessário que a linguagem seja acessível, contextualizada e que as informações sejam precisas.

6.3.4 O que é necessário para se tornar um cientista

Nessa categoria, buscamos compreender como os estudantes compreendem questões relacionadas à imagem de um cientista. Nesse sentido, apresentamos os seguintes trechos:

Alice-QF: Ter bastante curiosidade sobre as pesquisas.

Bárbara-QF: Dedicção e interesse.

Pedro-QF: Foco, determinação e conhecimento.

Isadora-QF: Ter muito foco e determinação no que você quer.

Nádia-QF: Ter curiosidade e dedicação sobre o assunto.

Luiz-QF: Força de vontade e conhecimento.

Antônio-QF: Apenas querer e estudar muito.

Conforme foi exposto através das respostas, os estudantes identificaram uma série de atributos como aspectos importantes para um indivíduo se tornar um cientista, apontando para características como ser curioso, ser dedicado, ter foco, força de vontade, ser determinado e estudar muito.

Tais concepções expressas se aproximam de uma noção adequada da ciência, uma vez que os atributos apontados são importantes para desenvolver conhecimento científico. Dessa forma, é relevante também compreender que tais características mencionadas podem ser alcançadas por todo tipo de indivíduo.

Seria desejável que os alunos compreendessem questões relacionadas à formação de um cientista, como o processo do mestrado e doutorado, que foram abordados pelos pesquisados nas atividades do HVC ao apresentarem suas trajetórias. Vale ressaltar que um cientista, para Latour, vai além de uma pessoa com diploma de nível superior, esse fator é determinante, no entanto não é suficiente, a função do cientista vai muito além do “laboratório”, incluindo

atividades como solicitar financiamento para as agências de fomento para o desenvolvimento dos trabalhos de sua equipe (PEREIRA, 1997).

6.3.5 Concepções após as atividades

Para a categoria mencionada, buscamos entender como as atividades que foram proporcionadas, como a leitura e discussão do TDC e a visita aos laboratórios, colaboraram com a concepção que eles passaram a ter sobre a ciência e a imagem do cientista. Apresentamos os seguintes trechos de respostas dos estudantes

Aline - QF: Sim, antes desses momentos, eu tinha uma outra imagem e pensamento de um cientista. Depois da visita e as aulas, eu tenho uma imagem mais ampla e verdadeira sobre um cientista, e com certeza é mais legal.

Rafaela - QF: Sim. Vi que cientistas pode atuar em muitas áreas, estuda diversas coisas, fazem pesquisas e muito mais coisas do que eu imaginava.

Lívia - QF: Sim, pois antes eu pensava que o cientista trabalhava sozinho e agora eu sei que não.

Pedro - QF: Mudou meu pensamento em vários aspectos, pois para mim o cientista praticava apenas experiências, mas não é só isso.

Luiz - QF: Mudou a perspectiva, pra mim cientista só atingia uma área da ciência.

Conforme as respostas, os alunos apontaram que as atividades que foram desenvolvidas provocaram mudanças em suas concepções. Das principais atribuições que foram expostas, pode-se mencionar que passaram a reconhecer que a ciência engloba outros campos de conhecimento, o que inclui a possibilidade de pesquisas desenvolvidas fora do âmbito de um laboratório tradicional.

Outro aspecto que foi mencionado, é a compreensão do caráter colaborativo da ciência, na qual os alunos puderam ter contato na fala dos pesquisadores e na leitura do TDC, que as parcerias são essenciais para produzir conhecimento.

6.3.6 Compreensão do papel do erro na ciência

Através do questionário final, também buscamos entender como os alunos entenderam a falibilidade da ciência. Abaixo, apresentamos algumas respostas que se referem a esse aspecto:

Aline- QF: Acho que é necessário o erro na ciência para mais aprendizado, e não é um motivo para desmotivação.

Rafaela - QF: Depende do ponto de vista. Pode ser ruim as falhas porque não vai dar resultado que deveria, mas pode ser bom para descartar uma hipótese e chegar rápido a uma conclusão.

Matheus- QF: Acho necessário, é natural atuar e isso ajuda pois sabemos onde erramos e corrigimos o erro.

Sara - QF: É natural um cientista cometer erros durante a pesquisa, mas acho que isso não o desmotiva.

Antônio-QF: Sim, os erros são naturais e até necessários para aprender com eles.

Conforme apresentamos nas respostas, os alunos passaram a reconhecer que o erro desempenha um papel importante na ciência e que é um processo natural de algumas pesquisas. Dessa forma, consideramos que apresentaram uma concepção que se aproxima de uma noção adequada da NdC, uma vez que simboliza que o cientista é um ser humano comum, que não está isento de falhas.

Portanto, é essencial a ideia de que conhecimento científico não é infalível e apresenta suas limitações, mas que esses são importantes para que os pesquisadores passem a desenvolver habilidades com as pesquisas. Para Martins (2005), na práxis científica o erro se caracteriza mais como uma regra do que como uma exceção, e a falibilidade dos processos científicos condiz mais com a natureza da ciência do que os seus êxitos.

6.3.7 Compreensão da colaboração na ciência

O caráter colaborativo da ciência foi um aspecto que buscamos identificar no questionário final, assim, apresentamos as seguintes respostas dos alunos.

Livia-QF: Eles colaboram. O cientista (pesquisador 6) nos disse que muitas vezes precisa da ajuda de cientistas de outros países.

Sara-QF: Eles trabalham juntos, colaboram uns com os outros, trocam informações para que elaborem teorias.

Matheus- QF: Sim, eles colaboram uns com os outros pois não tem como fazer uma pesquisa sozinho, sempre há uma equipe para ajudar.

Antônio-QF: Sim, eles trabalham em conjunto, por exemplo, a (pesquisadora 6), que teve colaboração de pesquisadores da República Tcheca e da Alemanha.

Os alunos demonstraram em suas respostas um bom entendimento que a ciência não se desenvolve sozinha, e que a colaboração é capaz de trazer grandes contribuições para pesquisas. Portanto, as parcerias são importantes tanto para trocas de informações, quanto revisão por pares, quanto na cooperação do desenvolvimento de um trabalho.

Dois dos alunos ainda mencionaram falas transmitidas pelos cientistas na interação que foi proporcionada, dessa forma, evidencia que a proposta do HVC oportunizou desmitificar a noção de que a ciência é solitária e individual, em que um cientista está normalmente fechado em seu laboratório na busca por fazer uma descoberta que não envolve outras parcerias (MCCOMAS, 1998).

6.3.8 Compreensão dos processos envolvidos na realização de pesquisas

Nessa categoria, buscamos compreender como os alunos identificam questões que são inerentes ao desenvolvimento de pesquisas científicas, como instrumentos utilizados, ambiente de trabalho, vestimentas, uso da criatividade e investimento financeiro. Abaixo apresentamos respostas de alguns estudantes.

Rafaela - QF: Ambiente organizado, sala com algumas substâncias, algumas com computadores e outros não, acho que usam jaleco e óculos de proteção, mas principalmente precisa de muito conhecimento.

Nádia - QF: Suas pesquisas exigem muitos recursos, tempo e investimento. E seus trabalhos variam desde o laboratório e ao ar livre.

Lívia - QF: Depende do cientista, muitos usam jaleco branco e alguns também usam computadores.

Os alunos demonstraram saber discorrer sobre questões como o ambiente de trabalho do cientista e os instrumentos utilizados, apontando que esses podem ser diversos. No entanto, não apresentaram concepções que se referissem a questões como o papel da criatividade e investimento financeiro,

mostrando que alguns aspectos acabaram atravessando mais seus conhecimentos do que outros.

Dessa forma, é importante que atividades que busquem abordar a NdC sejam intensificadas nesse nível de ensino, para que aos poucos, as múltiplas questões que a NdC abrange possam contribuir para que os estudantes ampliem seus conhecimentos e expressem concepções que se aproximem de noções adequadas.

6.3.9 Compreensão das influências da ciência

Procuramos entender como os alunos identificam que a ciência não é neutra, mas sim influenciada pelas questões da sociedade. A seguir, apresentamos algumas respostas selecionadas.

Matheus - QF: Acho que sim, normalmente se for uma pesquisa importante o governo poderia interromper a pesquisa.

Daniele - QF: Acho que não. Acho que os cientistas influenciam a sociedade, porque se fosse ao contrário, eles pesquisariam nada. Pra mim, a sociedade produz pressão psicológica. Os cientistas produzem estudos, hipóteses e avanço.

Aline - QF: Sim, pois as pesquisas podem vir das demandas da sociedade.

Antônio - QF: Na minha opinião a ciência pode ser influenciada, porém os cientistas não. Pois pessoas poderosas e negacionistas podem manipular a sociedade, porém os cientistas têm estudo sobre e dificilmente serão influenciados.

Nas respostas que apresentamos, 2 estudantes demonstram uma noção em que a ciência sofre influência da sociedade, no entanto, dois alunos demonstraram não reconhecer essa interferência. Conforme aponta a estudante Daniele, apenas os cientistas seriam capazes de influenciar a sociedade com seus trabalhos, mas a sociedade não teria competência para isso. O aluno Antônio, disse que se os cientistas permitirem ser influenciados por questões da sociedade, poderiam ser manipulados por grupos negacionistas.

Para Gil-Pérez e colaboradores (2001) essa visão descontextualizada e socialmente neutra da ciência é comum entre os indivíduos, na qual as pessoas entendem que a ciência é um empreendimento que não tem relação com os

fatores sociais, políticos e econômicos. Portanto, a ciência e a sociedade se influenciam mutuamente.

Dessa forma, é importante que discussões sobre essa questão sejam intensificadas, mostrando que os cientistas não são indivíduos que produzem conhecimento “acima do bem e do mal”, mas que estão inseridos em uma cultura e possuem seus interesses, na qual esses vão inevitavelmente impactar nas suas escolhas e como pesquisadores.

6.3.10 Método científico

Em relação a essa categoria, procuramos entender a concepção dos alunos sobre a existência de um método científico. Abaixo apresentamos alguns trechos de respostas dos estudantes.

Eduardo - QF: tem formas que ajuda a chegar em um resultado, mas não é obrigatório seguir uma ordem de pesquisa.

Bárbara - QF: Não existe um padrão exato, porém usufruir do método científico auxilia as descobertas.

Rafaela - QF: Acho que segue a seguinte sequência: observação de fatos, elaboração de hipóteses, experimentos e resultado.

Antônio - QF: Nem toda pesquisa precisa seguir uma sequência.

Os alunos apresentaram respostas que se aproximam de uma concepção adequada sobre o papel que o método científico desempenha nas pesquisas, ao reconhecer que é importante as pesquisas terem etapas, mas que não há uma única ordem a ser seguida e que nem todos os tipos de pesquisa precisam seguir uma mesma sequência de atividades.

Para Moura (2014) há um consenso muito amplo sobre não existir um método científico universal, de acordo com o pesquisador:

As metodologias podem ser variadas e os resultados também, abrindo margem para os desacordos. Isso implica dizer que um mesmo fenômeno pode ser estudado e compreendido de modos distintos, todos podendo ser coerentes dentro dos limites de validade dos métodos e concepções empregados para estudá-lo (MOURA, 2014, p.34).

6.3.11 Interesse em se tornar cientista

Procuramos identificar se as atividades propostas foram capazes de alguma forma, de despertar os interesses desses alunos em se tornarem futuros pesquisadores.

Matheus - QF: Quando eu era criança, gostava de fazer experimentos com minhocas. Hoje em dia ainda gosto de descobrir coisas novas, então acho que sim.

Antônio - QF: Gostaria muito, porém tenho minha profissão escolhida. Seria cientista devido a importância e contribuição à sociedade.

Luiz - QF: Não, não tenho muita paciência para tanto estudo que exige.

Anna Julia - QF: Sim, acho muito legal e interessante, além de ser importante para a sociedade.

Bruna - QF: não, pois não consigo gostar de trabalhar em grupo.

De acordo com os trechos que foram apresentados, alguns alunos afirmaram ter interesse em vista de reconhecerem a relevância de um cientista na sociedade. No entanto, outros apontaram que não gostariam, pois é uma profissão que exige trabalho colaborativo e muito estudo, demonstrando identificar características que fazem parte do trabalho científico e não se identificarem com elas.

O interesse de um estudante em se tornar cientista pode ser influenciado por muitas questões ao longo da vida, contudo, tornar o conhecimento científico acessível é um ponto crucial para acender a chama da curiosidade, assim como proporcionar que eles conheçam pesquisadores reais, que possam gerar identificação e inspirá-los para que eles se sintam capazes de optar por essa carreira.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como objetivo investigar as implicações de uma sequência didática, pautada no uso de recursos e ações de DC para abordar aspectos da NdC. A sequência didática foi desenvolvida no intuito de promover uma aproximação entre estudantes da educação básica com pesquisadores da universidade, de tal forma que os estudantes pudessem conhecer cientistas contemporâneos que desenvolvem pesquisas na mesma região em que vivem e reconhecer, por meio das atividades propostas, aspectos da práxis científica.

Nessa perspectiva, os estudantes participaram de duas atividades centrais na sequência didática: a leitura e discussão de um TDC que aborda aspectos da produção científica de pesquisadores brasileiros; e a visita promovida por meio de uma ação de DC denominada Hoje Vi um Cientista, na qual os estudantes puderam conversar com um pesquisador de sua região e conhecer seu laboratório.

A pesquisa partiu da hipótese de que o uso de recursos e ações de DC que tenham foco em mostrar aspectos do processo de construção do conhecimento e do trabalho do cientista podem favorecer uma melhor compreensão dos estudantes acerca de aspectos da NdC. Assim, além de compreender se essa perspectiva era viável, também nos questionamos sobre quais aspectos da NdC emergiram nesses momentos.

Dessa forma, apresentamos os resultados, oriundos das análises dos dados, evidenciando na forma categorias as concepções dos alunos acerca da NdC e contribuições do trabalho.

Compreendendo que os estudantes, assim como a sociedade em geral, estão expostos a uma série de experiências que lhes possibilitam formar uma ideia geral sobre a ciência e o fazer científico, aplicamos um questionário inicial, cujas respostas nos possibilitaram identificar noções que se aproximavam de uma concepção adequada da NdC como também diversas noções que se distanciavam. Dos principais aspectos em que foram observados uma noção otimista, se destacam questões como influências extra científicas no desenvolvimento científico, papel da provisoriedade na ciência, imagem do cientista e ambiente de trabalho do pesquisador.

Neste trabalho optamos pela utilização do questionário como método para investigar as concepções iniciais e finais das atividades. Embora esse método tenha suas limitações, como as dificuldades na interpretação das perguntas, esse tipo de instrumento permitiu que os alunos refletissem e elaborassem melhor suas respostas. Também se adequou como um método mais vantajoso devido ao curto espaço de tempo em sala de aula com os estudantes.

Através do questionário inicial, foi possível identificar algumas concepções dos estudantes que se distanciavam de uma visão adequada da NdC, como a noção do pesquisador como uma pessoa individualista e reservado, que desenvolve suas pesquisas em laboratórios fechados com vidrarias, soluções químicas e microscópios, além de uma falta de entendimento de questões como método científico, criatividade e papel do erro na ciência.

Após o desenvolvimento da proposta e com a aplicação do questionário final, identificamos que os alunos demonstraram compreender que há diversos métodos que uma pesquisa pode seguir para obter seus resultados, que os trabalhos científicos demandam de tempo e recursos, que cientistas trabalham em conjunto e que o erro é parte importante do aprendizado na pesquisa. No entanto, os alunos ainda apresentaram dificuldade em entender como a sociedade influencia o desenvolvimento da ciência.

Quanto às principais concepções que se afastam de uma concepção adequada, as mais notórias se referem a noção de que um cientista é um profissional que trabalha fazendo experimentos em um laboratório repleto de vidrarias e soluções. Outra concepção notada foi que os estudantes desconsideravam a criatividade como um fator importante na produção do conhecimento científico. O papel do experimento na ciência foi a noção que mais se distanciou de uma concepção adequada, uma vez que todos os estudantes demonstraram uma concepção empirista.

No entanto, é válido ressaltar que muitas vezes os estudantes apresentaram respostas simplistas e pouco desenvolvidas. Essa dificuldade em se expressarem no questionário se deve a uma falta de conhecimento prévio sobre esses assuntos, demonstrando que eles não estão acostumados a refletirem sobre determinados aspectos. É nesse sentido que destacamos a importância de estimular esse tipo de atividade no ensino escolar,

proporcionando que alunos pensem sobre questões que podem colaborar com uma visão mais crítica do desenvolvimento científico.

A partir da leitura do TDC, foi possível notar que os alunos passaram a refletir consideravelmente mais sobre algumas características da NdC em comparação às concepções prévias que foram apresentadas no tópico em que analisamos o questionário inicial. A imagem do cientista, por exemplo, por vezes foi representada de forma estereotipada anteriormente. Após a leitura do TDC, os alunos apresentaram concepções mais realistas com a forma que os pesquisadores realmente são. Assim, através dos aspectos que foram abordados no TDC, houve uma melhora significativa quanto às concepções de questões interpessoais de um cientista, além de demonstrarem compreender que o local de trabalho de um pesquisador não é apenas o laboratório, mas pode ser também outros espaços, como a natureza.

O reconhecimento do caráter colaborativo da ciência foi outro aspecto mencionado pelos estudantes, no qual demonstraram um bom entendimento de que cientistas não trabalham isoladamente, mas que colaboração com outros grupos de pesquisa é relevante para o desenvolvimento científico. Dessa forma, o TDC também permitiu que os alunos conhecessem questões relativas à economia da ciência, relacionadas ao investimento econômico nas pesquisas científicas, questões sobre produtividade relativas à publicação de artigos, e também demonstraram reconhecer que na ciência há uma comunidade científica que busca validar os conhecimentos que os cientistas produzem. Por fim, outro aspecto que foi discutido entre os alunos através do TDC foi sobre a complexidade do trabalho científico.

Apesar disso, muitos aspectos abordados no TDC não foram evidenciados pelos alunos, isso pode ser devido à falta de uma bagagem de conhecimentos sobre assuntos como: o impacto da ciência em políticas públicas, elaboração de novas teorias, formação de novos pesquisadores, bolsas para incentivo às pesquisas e outros. Apesar desses pontos não terem sido mencionados pelos estudantes, buscamos apresentar esse panorama para os alunos ao final, apontando para os aspectos do trabalho científico que eles não conseguiram identificar.

Portanto, a utilização do TDC se mostrou um recurso eficiente para abordar a NdC em sala de aula. Mesmo que o foco do material não fosse o

ensino e que ele não fosse capaz de esgotar todos os aspectos da NdC, o texto foi apto de apresentar diversas características relevantes de como a ciência é produzida e como os cientistas trabalham em seu contexto real, uma vez que alguns dos elementos do texto refletiram na fala dos estudantes durante a discussão em sala de aula, como questões sobre a colaboração científica, financiamento da ciência e identificação de diferentes campos de pesquisa.

A leitura do TDC que estava prevista para uma aula teve que ser realizada em duas aulas, pois os alunos se mostraram resistentes e pouco produtivos com a proposta da leitura. Já durante a discussão, alguns demonstraram insegurança de comentar o que haviam compreendido sobre o trabalho do cientista. Por isso é importante ressaltar que ao utilizar esse tipo de material em sala de aula, é essencial pensar em estratégias de leitura e guiar a discussão dos alunos. A mediação do professor/pesquisador é indispensável para que as ideias surjam.

Do momento da visita dos alunos aos laboratórios de pesquisa dos cientistas, os aspectos que foram evidenciados dessa interação foram: estereótipo de cientista; ambiente de trabalho e instrumentos de pesquisa; caráter colaborativo da ciência; publicação de artigos e revisão por pares; relação entre ciência e sociedade; ética na ciência; falibilidade da ciência; métodos científicos. Outras características da NdC também foram abordadas na ação, como os aspectos pessoais da vida de um cientista, que envolve suas influências motivacionais, seu percurso para se tornar um pesquisador.

Compreendemos que promover a aproximação entre os dois públicos, possibilitou aos alunos conhecer o desenvolvimento da ciência em uma perspectiva multifacetada, uma vez que diversas características da NdC foram abordadas, além de que os alunos puderam visitar dois cientistas que trabalham em perspectiva diferente, visto que cada tipo de pesquisa de uma área diferente tinha suas particularidades. Portanto, essa atividade evidenciou que há maneiras diferentes de fazer ciência.

Outro ponto importante a ser discutido é que os alunos puderam fazer diversas perguntas aos pesquisadores, conforme apresentamos nos diálogos. A participação dos alunos foi significativa para notar quais aspectos do diálogo estavam atravessando suas compreensões a ponto de surgir questionamentos e curiosidade. No entanto, é necessário compreender que os alunos não tinham conhecimento prévio suficiente a ponto de fazer perguntas aprofundadas sobre

o assunto, por conta disso, esse momento se qualificou bastante na fala dos pesquisadores e deles expondo o que faz parte do desenvolvimento de suas pesquisas.

Apesar disso, os alunos se mostraram capazes de levantar questionamentos inerentes a alguns processos do desenvolvimento científico, como o erro na ciência, colaboração e outros assuntos que surgiam a partir da fala dos cientistas.

Consideramos então, que os momentos que ocorreram na ação de DC proposta foi uma atividade necessária, pois permitiu que os alunos conhecessem e interagissem pela primeira vez com cientistas, além de conhecerem as pesquisas que são desenvolvidas no contexto de sua cidade.

Outra questão, é que através desse contato, os alunos demonstraram compreender que um cientista é uma pessoa comum, que muitos viveram em contextos parecidos com o deles. Essa percepção é capaz de humanizar a figura do pesquisador e permitir que os alunos se identifiquem e que sejam capazes de se ver ocupando esse espaço profissional.

Podemos identificar que as ações que foram desenvolvidas desempenharam um papel significativo nas concepções que os estudantes apresentaram sobre a NdC, uma vez que os alunos demonstraram uma melhor compreensão de aspectos como as características físicas e psicológicas de cientista, demonstraram compreender sobre a colaboração na ciência, as influências que o meio social e cultural pode exercer no desenvolvimento das pesquisas e nos interesses de um cientista, demonstraram reconhecer as atividades que são atribuídas ao trabalho de um pesquisador, como comunicar e publicar em artigos seus resultados, além de que a ciência é uma atividade complexa e sendo assim, não se desenvolve do dia para a noite, na qual os erros são parte importante das pesquisas.

Em algumas das visitas aos laboratórios, alunos de determinados grupos se mostraram acanhados em interagir com alguns pesquisadores, o que fez que o cientista precisasse ficar responsável de apresentar aspectos da sua pesquisa e vida pessoal sem o retorno de perguntas dos alunos. Por conta da possibilidade de momentos como esse, é interessante que os alunos façam a visita com mais ideias prévias do que eles vão encontrar. Outra limitação desse tipo de atividade é que alguns pesquisadores podem não se sentirem aptos de

comunicarem sua pesquisa para alunos de nível médio, portanto, mesmo que essa proposta de ação de atividade seja relevante para aproximar os dois públicos, é necessário ter atenção com o tipo de linguagem utilizada nessa comunicação.

É importante compreender que essa pesquisa não dá conta de abordar todos os aspectos da NdC. O texto de DC escolhido, bem como as visitas e diálogos com o pesquisador, tiveram focos em alguns aspectos do desenvolvimento da ciência, deixando de lado muitos outros que, naquele contexto, não eram pertinentes ou não eram o objetivo. A própria definição do que se caracteriza como sendo a natureza da ciência é tão diversa e multifacetada como é a própria prática científica. Assim, entendemos que a proposta desenvolvida com esses alunos possibilitou um olhar sobre a ciência, dentre tantos outros que seriam possíveis, porém bem mais adequado que o comumente presente nas concepções dos estudantes da educação básica.

Apesar dessas limitações, consideramos relevante salientar o papel que a DC, em seus diversos formatos, tem na promoção de uma educação científica que favoreça à população uma melhor compreensão sobre a prática da ciência. E também a possibilidade de se ter, em recursos e ações dessa natureza, um aliado para o ensino explícito de aspectos da NdC no contexto escolar. Ainda que não deem conta de tudo, alguns podem evidenciar, dentro de um contexto real e atual da ciência, vários elementos importantes na abordagem desse tema na educação básica.

Nesta pesquisa, apontamos para a possibilidade de uso do TDC da revista pesquisa FAPESP e a visita de estudantes a laboratórios de pesquisadores como caminhos para abordagem da NdC, sobretudo pelo fato de ambos apresentarem uma ciência com seus desafios contemporâneos, talvez mais instigante e próxima do contexto atual dos jovens. Obviamente a escolha desses materiais, bem como o planejamento das atividades desenvolvidas a partir deles dependem de um olhar cuidadoso sobre aspectos e possibilidade de discussões acerca da NdC neles presentes. E isso requer uma formação docente que possibilite identificar, com clareza e fundamentação, essas questões.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. **International journal of science education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação científica para cidadania. **Ciência da informação**, v. 25, n. 3, 1996.

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

ARAÚJO, D. L. O que é (e como faz) sequência didática?. **Entrepalavras**, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.

ARRIGO, V; ASSAI, N. D; LORENCINI, Á; ANDRADE, M. A. B. S; BROIETTI, F. C. D. Análise dos Artigos Sobre “Natureza da Ciência” Publicados na Seção História da Química da Revista QNesc entre 1995-2016. **Química Nova na Escola**. v.40, n. 3, p.178-185, 2018.

ARTHURY, L. H. M. A natureza da ciência no ensino de ciências: uma imagem da atividade científica mais adequada ao ensino?. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 5, n. 3, p. 467-488, 2021.

ARTHURY, L. H. M; TERRAZZAN, E. A. A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018.

ASSIS, R. M; BONIFÁCIO, N. A. A formação docente na universidade: ensino, pesquisa e extensão. **Educação e Fronteiras**, v. 1, n. 3, p. 36-50, 2011.

atividades com imagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo

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, 2017.

BAGDONAS, A; ZANETIC, J; GURGEL, I. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino de física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.

BAPTISTA, G. C. S. Do cientificismo ao diálogo intercultural na formação do professor e ensino de ciências. **Revista Interações**, v. 10, n. 31, 2014.

BARBOSA, F. T; AIRES, J. A. Aspectos consensuais da Natureza da Ciência e suas implicações para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 1, p. 26-44, 2019.

BRASIL. Base nacional comum curricular: ensino médio. **Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica**, v. 2, n. 6, p. 31, 2018.

- BRESLER, L. Pesquisa qualitativa em educação musical: contextos, características e possibilidades. **Revista da ABEM**, v. 15, n. 16, 2014.
- BROFMAN, P. R. A importância das publicações científicas. **Revista Telfract**, v. 1, n. 1, 2018.
- BUENO, W. C. Jornalismo científico. (Editorial). Portal do Jornalismo Científico, 2007. Disponível em:
<http://www.jornalismocientifico.com.br/jornalismocientifico/artigos/relacao_jornalista_cientista/artigo3.php>
- BUENO, W. C. Jornalismo científico: conceitos e funções. **Ciência e cultura**, v. 37, n. 9, p. 1420-1427, 1985.
- CANDOTTI, E. Ciência na educação popular. **Ciência e público: Caminhos da divulgação científica no Brasil**, p. 15-24, 2002.
- CASTELFRANCHI, Y. Por que comunicar temas de ciência e tecnologia ao público? (Muitas respostas óbvias... mais uma necessária). **Jornalismo e ciência: uma perspectiva ibero-americana**, v. 1, p. 13-21, 2010.
- CHIBENI, S. S. O que é ciência. **Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Unicamp**, 2004.
- COLÓSIMO, P. T. A natureza da ciência em projetos pedagógicos de cursos de licenciatura em química, física e ciências biológicas de universidades federais de Minas Gerais. 2022.
- contribuições do cinema. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM
- CUNHA, M. B; GIORDAN, M. A. A divulgação científica como um gênero de discurso: implicações em sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 7. 2009. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009.
- DELLAGOSTIN, O. A. Análise do fomento à pesquisa no país e a contribuição das agências federais e estaduais: Estamos enfrentando uma severa crise no financiamento da pesquisa científica em nosso país. Inovação & Desenvolvimento: **A Revista da FACEPE**, v. 1, n. 6, p. 06-12, 2021.
- DEROSSI, I. N; FARIA, F. L. A presença de mulheres cientistas como temática em periódicos de química. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 1-22, 2021.
- DIAS, R. H. A; ALMEIDA, M. J. P. M. Especificidades do jornalismo científico na leitura de textos de divulgação científica por estudantes de licenciatura em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4401-4412, 2009.
- DINIZ, N. P; REZENDE JR, M. F. Percepções de alunos e professores sobre a natureza da ciência e o trabalho científico nas produções acadêmicas da área de educação em ciências. **Educere-Revista da Educação da UNIPAR**, v. 19, n. 1, 2019.

DINIZ, N. P; REZENDE JR, M. F. Percepções sobre a natureza da ciência em textos de divulgação científica da revista Ciência Hoje Online. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 4, 2018.

DINIZ, N. P; REZENDE JR, M. F. Textos de divulgação científica da revista Ciência Hoje online: potencial para discussão de aspectos da natureza da ciência. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 165-194, 2019.

DRIVER, R; LEACH, J; MILLAR, R; SCOTT, P. Young people's images of science. McGraw-Hill **Education (UK)**, 1996.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e para o escrito: apresentação de um procedimento. In.: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. Gêneros orais e escritos na escola. [Tradução e organização Roxane Rojo e Glais Sales Cordeiro] Campinas, SP : Mercado de Letras, 2004, p. 95 – 128.

DUARTE, M. R. V; CALIXTO, V. S; FERREIRA, F. C. A divulgação científica no Ensino de Ciências e a formação de professores: a solução pode ser a BNCC?. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 5, n. 2, p. 319-337, 2022.

ESPÍNDOLA, C. S. O; PRAÇA, A. V. S. O cientista ao alcance da escola através da videoconferência: o caso de uma escola pública do interior do estado do rio de janeiro. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, 2018.

FERREIRA, L. H; HARTWIG, D. R; OLIVEIRA, R. C. de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FERREIRA, L; N; QUEIROZ, S. L. Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

FIORESI, C. A; SILVA, H. C. Ciência popular, divulgação científica e educação em ciências: elementos da circulação e textualização de conhecimentos científicos. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 28, 2022.

FIÚZA, L; GUERRA, A. Controvérsias históricas em torno a ideia de natureza: atividades com imagens. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 16, p. 125-146, 2014.

GALIAZZI, M. C; SOUSA, R. S. A dialética na categorização da análise textual discursiva: o movimento recursivo entre palavra e conceito. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 7, n. 13, p. 01-22, 2019.

ABD-EL-KHALICK, F; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, Londres, v.22, n.7, p.665-701, 2000.

GERMANO, M. G; KULESZA, W. A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, 1993.

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

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, p. 20-29, 1995.

GOMES, V. B. Divulgação científica na formação inicial de professores de química. Universidade de Brasília. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Brasília, 2012.

GONÇALVES, E. M. Os discursos da divulgação científica—um estudo de Revistas especializadas em divulgar ciência para o público leigo. **Brazilian Journalism Research**, v. 9, n. 2, p. 210-227, 2013.

GUIMARÃES, L. P; MOURA, C. B. A natureza da ciência na BNCC do Ensino Fundamental: Que ciência estamos ensinando?. *In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2021.

GURGEL, I; BAGDONAS, A; VELASQUEZ, F; FÁBRICIO, V; NORONHA, A. O Ensino sobre a Natureza da Ciência através de Tópicos de Cosmologia: Análise de uma Proposta Didática Utilizando Jogos. *In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 2013, Águas de Lindóia, SP. Anais... Água de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p.1-8.

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

IRZIK, G.; NOLA, R. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011.

JENAL, S; VITURI, D. W., EZAÍAS, G. M., SILVA, L. A. D., & CALIRI, M. H. L. O processo de revisão por pares: uma revisão integrativa de literatura. **Acta paulista de enfermagem**, v. 25, p. 802-808, 2012.

KOSMINSKY, L; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 15, n. 1, p. 11-18, 2002.

KRUPCZAK, C; AIRES, J. A. Aspectos da natureza da ciência nas pesquisas sobre controvérsias sociocientíficas. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 4, n. 4, p. 597-622, 2020.

KRUPCZAK, C; AIRES, J. A. Natureza da ciência: o que os pesquisadores brasileiros discutem?. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 32, p. 19-32, 2018.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, 29(4), 331–359, 1992.

LEDERMAN, N. G; ABD-EL-KHALICK, F; BELL, R. L; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LORENZETTI, C. S; RAICIK, A. C; DAMASIO, F. Divulgação Científica: Para quê? Para quem? Pensando sobre a História, Filosofia e Natureza da Ciência em uma Revisão na Área de Educação Científica no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e29395-27, 2021.

MARANDINO, M. Silveira, R. D., Chelini, M. J., Fernandes, A. B., Rachid, V., Martins, L. C. Florentino, H. A. A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz. Atas do **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, p. 37-45, 2004.

MARCHESAN, M. T. N; RAMOS, A. G. Check list para a elaboração e análise de questionários em pesquisas de crenças. **Revista Eletrônica de Linguística**, v. 6, n. 1, p. 449-460, 2012.

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

MASSARANI, L. **A divulgação científica no Rio de Janeiro**: algumas reflexões sobre a década de 20. 1998. Mestrado. Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

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

MATTHEWS, M. R. **Science teaching**: The contribution of history and philosophy of science. Routledge, 2014.

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

MCCOMAS, 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; CLOUGH, M. P; ALMAZROA, H. The role and character of the nature of science in science education. Springer, Dordrecht: **The nature of science in science education**. p. 3-39, 1998.

MCGUIRE, J; TUCHANSKA, B. Da ciência descontextualizada à ciência no contexto social e histórico. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 6, n. 2, p. 151-182, 2013.

MENDES, M. F. A **Uma perspectiva histórica da divulgação científica: a atuação do cientista divulgador José Reis (1948-1958)**. 2006. Tese de Doutorado.

MENDONÇA, P. C. C; OLIVEIRA, T. M A; ALMEIDA, B. C. Dimensões de credibilidade de afirmativas científicas e conhecimento funcional de natureza da ciência. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 367-395, 2021.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, p. 117-128, 2006.

MOTA, G. P. R; GONTIJO, G. B; OLIVEIRA, J. R. S. A Revista “Pesquisa FAPESP” como Recurso para Abordagem da Sociologia da Ciência. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 953-983, 2017.

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

MOURA, C. B. Abordagem de Semelhança. História e Natureza da Ciência na Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio: uma análise a partir da Abordagem de Semelhança de Famílias. **In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2021.

MOURA, C. B; GUERRA, A. História cultural da ciência: um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 725-748, 2016.

MOURA, C; CAMEL, T; GUERRA, A. A Natureza da Ciência pelas lentes do currículo: normatividade curricular, contextualização e os sentidos de ensinar sobre ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 22, 2020.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2007.

NASCIMENTO, T. G. Definições de Divulgação Científica por jornalistas, cientistas e educadores em ciências. **Ciência em tela**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2008.

OSBORNE, J; COLLINS, S; RATCLIFFE, M; MILLAR, R; DUSCHEL, R. What “ideasabout-science” should be taught in school science? A delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, 40(7), 692–720, 2003.

PASQUALI, A. **Comprender La comunicación**. Caracas, Venezuela: Monte Ávila Editora, 1979.

PEDUZZI, L. O Q; RAICIK, A. C. SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA: ASSERÇÕES COMENTADAS PARA UMA ARTICULAÇÃO COM A HISTÓRIA DA CIÊNCIA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020.

PEREIRA NETO, A. F. Tomar-se cientista: o ponto de vista de Bruno Latour. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 13, p. 109-118, 1997.

PEREIRA, F. P. C; GURGEL, I. O ensino da Natureza da Ciência como forma de resistência aos movimentos Anticiência: o realismo estrutural como contraponto ao relativismo epistêmico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1278-1319, 2020.

PERINI-SANTOS, E. Desinformação, negacionismo e apandemia. **Filosofia Unisinos**, v. 23, p. e23103, 2022.

PIETROCOLA, M. FORATO, T. C; MARTINS, R. A. History and nature of science in high school: Building up parameters to guide educational materials and strategies. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 657-682, 2012.

PIVARO, G. F; GIROTTO JÚNIOR, G. O ataque organizado à ciência como forma de manipulação: do aquecimento global ao coronavírus. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1074-1098, 2020.

PIVETTA, H. M. F; BACKES, D. S; CARPES, A; BATTISTEL, A. L. H. T. Ensino, pesquisa e extensão universitária: em busca de uma integração efetiva. **Linhas críticas**, p. 377-390, 2010.

PORTO, C. M; BROTAS, A. M. P; BORTOLIERO, S. T. orgs. **Diálogos entre ciência e divulgação científica**: leituras contemporâneas [online]. Salvador: EDUFBA, 2011, 242p.

PRAIA, J; GIL-PÉREZ, D; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, p. 141-156, 2007.

PUMFREY, S. History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and the aims. **The British Journal for the History of Science**, 61–78, 1991.

RAIC, D. F. F; CARDOSO, M. C; PEREIRA, S. A. C. A universidade pública em cenários neoliberais e fascistas: balbúrdias de resistência em tempos de Covid-19. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 14, p. e4556143-e4556143, 2020.

REIS, U. V; REIS, J. C. Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 744-778, 2016.

REZNIK, G., MASSARANI, L. M., RAMALHO, M., MALCHER, M. A., AMORIM, L. CASTELFRANCHI, Y. Como adolescentes apreendem a ciência e a profissão de cientista?. **Revista Estudos Feministas**, v. 25, p. 829-855, 2017.

RIBEIRO, D. B; OLIVEIRA, E. F. D. A., DENADAI, M. C. V. B., GARCIA, M. L. T. Financiamento à ciência no Brasil: distribuição entre as grandes áreas do conhecimento. **Revista Katálysis**, v. 23, p. 548-561, 2020.

ROCHA, M. B. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, 2012.

ROCHA, M. G. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, 2012.

ROSA, D. C; TERRAZZAN, E. A. Ensinando ciências naturais numa perspectiva de alfabetização científico-tecnológica. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS**, v. 3, 2001.

ROZENTALSKI, E. F. Indo além da Natureza da Ciência: o filosofar sobre a Química por meio da ética química, 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - **Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SANTOS, E. G; SCHEID, N. M. j. História da ciência na educação básica: contribuições do cinema. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, p. 1-13, 2011.

SANTOS, M; MAIA, P; JUSTI, R. 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 Educação Em Ciências**, p. 581-616, 2020.

SILVA, A. N.; PATACA, E. M. O ensino de equilíbrio químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a primeira guerra mundial. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 33-43, 2018.

SILVA, B. V. C. A natureza da ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 4, n. 3, p. 24, 2010.

SILVA, J. A; KAWAMURA, M. R. A natureza da luz: uma atividade com textos de divulgação científica em sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 18, n. 3, p. 317-339, 2001.

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, p. 1-30, 2017.

SILVA, V. C; VIDEIRA, A. A. P. Como as ciências morrem? Os ataques ao conhecimento na era da pós-verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1041-1073, 2020.

TEIXEIRA, E. S; FREIRE JR, O; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, p. 529-556, 2009.

VALÉRIO, M; BAZZO, W. A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 25, n. 1, p. 31-39, 2006.

VÁZQUEZ-ALONSO, A; MANASSERO-MAS, M. A; ACEVEDO-DIÁZ, J. A; ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**, 27, 2008.

VIANNA, M. S; FERREIRA. L. G; FERREIRA, A. G; CUNHA, S. L. Gênero do discurso e divulgação científica: desafios do discurso jornalístico. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, n. 5, p. 279-296, 2009.

VIDEIRA, A. A. P. A filosofia da ciência sob o signo dos Science studies. **Abstracta**, v. 2, n. 1, p. 70-83, 2005.

VIEIRA, V; BIANCONI, M. L; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

VILAS BOAS, A. C; PASSOS, M. M; SILVA, M. R. A natureza da ciência no ensino de ciências no brasil na perspectiva de pesquisadores brasileiros. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, v. 8, n. 17, 2018.

WATANABE, G; WATANABE, G; COSTA, L. C; GURGEL, I; MERCADANTE, P. G; GRECORES, E. M; MUNHOZ, M. G. A aproximação entre cientistas e público escolar: os sentidos construídos pelos estudantes. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências—X ENPEC**, p. 1-8, 2015.

ZISMANN, J. J; BACH, S. T; WENZEL, J. S. A leitura de texto de divulgação científica no ensino de cinética química. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 2, n. 1, p. 127-137, 2019.

APÊNDICES

Apêndices A – Registro de Assentimento Livre e Esclarecido (RALE)

Registro de Assentimento Livre e Esclarecido

Caro(a) aluno você está sendo convidado(a) para participar como voluntário da pesquisa “**HOJE VI UM CIENTISTA: ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA ABORDAGEM DE ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA**”, que será desenvolvida no trabalho de mestrado da aluna Ana Caroline Vieira Correia, da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

Essa pesquisa tem como objetivo investigar as implicações de atividades de Divulgação Científica para a compreensão de estudantes sobre aspectos sobre a ciência. Para isso serão desenvolvidas as seguintes atividades: Aplicação de um questionário; Leitura de um texto de divulgação científica; Visita aos laboratórios de pesquisa da UNIFEI; Aplicação de um questionário final. Busca-se com essas atividades compreender o que o estudante da educação básica entende sobre a ciência e o cientista.

As atividades serão desenvolvidas no ambiente escolar e em uma visita organizada pela pesquisadora aos laboratórios de pesquisa da UNIFEI.

A pesquisa utilizará um gravador de áudios durante as atividades, que somente a pesquisadora terá acesso para fins de coleta de dados.

A pesquisa também não terá nenhum custo financeiro para os participantes.

A pesquisadora se responsabiliza por prestar assistência aos estudantes por eventuais danos materiais e imateriais que ocorrerem durante os momentos da pesquisa sempre que for necessário.

RISCOS

Os riscos envolvidos nessa pesquisa são riscos mínimos, que podem envolver desconforto ou constrangimento com o desenvolvimento de alguma das atividades. No entanto, esses riscos buscarão ser minimizados por meio de algumas medidas:

- Os dados coletados ficarão sob guarda somente da pesquisadora, não será permitido que outras pessoas acessem os questionários coletados.
- A identidade de todos os participantes será preservada e seus nomes não serão expostos.
- Todas as etapas da pesquisa serão explicadas de forma clara e objetiva, buscando sempre respeitar os valores, dignidade e integridade física dos estudantes, além de que a pesquisa não pretende fazer julgamentos a qualquer opinião emitida pelos participantes.

BENEFÍCIOS

A pesquisa pretende promover como benefício uma melhor compreensão sobre aspectos da ciência e sobre os cientistas, buscando oportunizar uma aproximação entre pesquisadores

universitários com estudantes da educação básica, na qual os participantes poderão conhecer suas pesquisas, ambiente de trabalho, trajetória e fazer perguntas. Também se considera como um benefício a valorização da pesquisa nacional.

SIGILO E PRIVACIDADE

Todas as identidades serão preservadas por meio do tratamento anônimo e confidencial, sendo publicados apenas os resultados da pesquisa. Os resultados da pesquisa serão entregues quando for finalizada. O nome da(o) adolescente sob sua responsabilidade ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. A(O) adolescente sob sua responsabilidade não será identificado em nenhuma publicação.

Para participar desta pesquisa, o aluno deverá autorizar e assinar o termo de esclarecimento. O(A) participante não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Todas as dúvidas que tiver sobre os aspectos da pesquisa buscará ser esclarecido. Sua participação é voluntária e estará livre para participar ou recusar-se. A recusa em participar da pesquisa não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é tratado(a) pela pesquisadora.

CONTATO

Em caso de dúvidas sobre os aspectos dessa pesquisa, o estudante poderá contatar a pesquisadora responsável em qualquer momento pelos seguintes contatos:

Pesquisadora responsável: Ana Caroline Vieira Correia

Telefone: (35) 988236472 E-mail: anacarolinevie@hotmail.com

Eu, _____, portador do RG ou CPF _____, fui informado(a) sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa **“HOJE VI UM CIENTISTA: ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA ABORDAGEM DE ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA”**, de maneira clara e detalhada. Declaro que concordo em participar desse estudo.

Assinatura do(a) estudante

Pesquisadora: Ana Caroline Vieira Correia

CPF: 135.220.416-90

Telefone: (35) 988236472

E-mail: anacarolinevie@hotmail.com

Orientadora: Jane Raquel Silva de Oliveira

E-mail: janeraquel@unifei.edu.br

Itajubá, ____ de _____ de _____

Apêndices B - Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE)

Registro de Consentimento Livre e Esclarecido

O seu filho(a) está sendo convidado (a) para participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada: **“HOJE VI UM CIENTISTA: ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA ABORDAGEM DE ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA”**, que será desenvolvida no trabalho de mestrado da aluna Ana Caroline Vieira Correia, da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

Essa pesquisa tem como objetivo investigar as implicações de atividades de Divulgação Científica para a compreensão de estudantes sobre aspectos da ciência. Para tanto, serão realizadas as seguintes atividades: Aplicação de um questionário; Leitura de um texto de divulgação científica; Visita aos laboratórios de pesquisa da UNIFEI; Aplicação de um questionário final.

As atividades serão desenvolvidas no ambiente escolar e em uma visita organizada pela pesquisadora aos laboratórios de pesquisa da UNIFEI.

A pesquisa utilizará um gravador de áudios durante as atividades, que somente a pesquisadora terá acesso para fins de coleta de dados. A pesquisa também não terá nenhum custo financeiro para os participantes.

A pesquisadora se responsabiliza por prestar assistência aos estudantes por eventuais danos materiais e imateriais que ocorrerem durante os momentos da pesquisa sempre que for necessário.

RISCOS

Os riscos envolvidos nessa pesquisa são riscos mínimos, que podem envolver desconforto ou constrangimento com o desenvolvimento de alguma das atividades. No entanto, esses riscos buscarão ser minimizados por meio de algumas medidas:

- Os dados coletados ficarão sob guarda somente da pesquisadora, não será permitido que outras pessoas acessem os questionários coletados.
- A identidade de todos os participantes será preservada e seus nomes não serão expostos.
- Todas as etapas da pesquisa serão explicadas de forma clara e objetiva, buscando sempre respeitar os valores, dignidade e integridade física dos estudantes, além de que a pesquisa não pretende fazer julgamentos.

SIGILO E PRIVACIDADE

A coleta de dados da pesquisa será realizada por meio dos seguintes instrumentos: Questionário impresso, anotações da pesquisadora e materiais produzidas pelos alunos. Todas as identidades serão preservadas por meio do tratamento anônimo e confidencial, sendo publicados apenas os resultados da pesquisa.

A(O) adolescente será esclarecida(o) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. O(A) Sr.(a), responsável legal, poderá retirar o

consentimento ou interromper a participação da(o) criança/adolescente a qualquer momento. A participação dela(e) é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendida(o) pela Escola Estadual Florival Xavier e pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Os resultados da pesquisa serão entregues quando for finalizada. O nome da(o) adolescente sob sua responsabilidade ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. A(O) adolescente sob sua responsabilidade não será identificado em nenhuma publicação.

CONTATO

Caso o(a) Senhor(a) tenha alguma dúvida ou necessite de qualquer esclarecimento ou ainda deseje retirar o consentimento de participação da(o) criança/adolescente sob sua responsabilidade da pesquisa, por favor, entre em contato com os pesquisadores.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, rubricadas em todas as suas páginas, as quais serão assinadas pelo (a) Sr. (a), assim como pelo pesquisador responsável. Uma via deste será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao Senhor (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos.

Este termo contém o endereço e telefone para contatos com o pesquisador responsável, o orientador da pesquisa e o Comitê de ética responsável. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é composto por um grupo de pessoas que trabalham para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. O grupo tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de maneira ética.

Eu, _____, portador (a) do RG ou CPF _____, responsável legal pelo (a) adolescente _____, fui informado (a) sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa **“HOJE VI UM CIENTISTA: ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA ABORDAGEM DE ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA”**, de maneira clara e detalhada. Dessa forma, manifesto livre consentimento para a participação do(a) adolescente sob minha responsabilidade na referida pesquisa, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar por esta participação. Concordo ainda, com o uso e análise dos áudios, imagens e materiais narrativos produzidos pelo(a) adolescente ao longo da pesquisa. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão, se assim o desejar.

Assinatura do responsável pelo(a) adolescente

Pesquisadora: Ana Caroline Vieira Correia

CPF: 135.220.416-90

Telefone: (35) 988236472 E-mail: anacarolinevie@hotmail.com

Orientadora: Jane Raquel Silva de Oliveira E-mail: janeraquel@unifei.edu.br

Itajubá, ____ de _____ de _____

Apêndices C – Questionário inicial**QUESTIONÁRIO INICIAL**

INSTRUÇÃO: Caro(a) aluno(a) esse questionário deverá ser respondido individualmente, sem consulta com outros materiais e na ordem sugerida, na qual você deve expressar sua opinião.

Nome:

Idade:

1) Você conhece algum cientista do seu país?

a) Se sua resposta for sim, quem?

b) Por qual meio você conheceu esse cientista? (Exemplo: Instagram, YouTube, evento, escola...)

2) Você conhece alguma instituição que faz pesquisa? Cite os nomes.

3) Para você, como é (ou deveria ser) o ambiente de trabalho do cientista? Você pode fazer um desenho explicando sua resposta ou escrever como é o local de trabalho do cientista no espaço abaixo.

4) Você considera que os cientistas podem ser influenciados por questões da sociedade? Como você acha que questões da sociedade influenciam nas suas pesquisas?

5) Na sua opinião, a religião e a política já influenciaram, influenciam ou poderão influenciar na ciência?

Explique.

6) Você acha que os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante suas investigações? Explique seu pensamento.

7) Em sua opinião, o desenvolvimento do conhecimento científico necessita de experimentos? Explique por que e dê exemplos se achar necessário.

8) O modo como a ciência produz conhecimento segue necessariamente a sequência: observação de fatos, elaboração de hipóteses, comprovação experimental das hipóteses, conclusões, generalização. Justifique sua escolha.

() Concordo fortemente () Concordo () Indeciso () Discordo () Discordo fortemente

9) Algumas conclusões científicas são bem estabelecidas e permanecerão inalteradas com o passar do tempo, porém, com as novas evidências essas conclusões científicas podem mudar. Para você, esta afirmação é _____, porque _____.

- (a) Verdadeiro – conclusões científicas podem mudar quando novas evidências são encontradas.
- (b) Verdadeiro – a ciência é composta de teorias que tem uma alta probabilidade de ser errado.
- (c) Falso – uma vez que os cientistas se tornam científicos, essas conclusões nunca mudarão no futuro porque as leis do universo são sempre as mesmas
- (d) Falso – a ciência é a busca pela verdade, e a verdade nunca muda.

10) Marque com um “x”, no espaço destacado abaixo, **as afirmações** que você acredita estarem **corretas**.

- A Ciência é feita somente por homens.
- Os cientistas são pessoas isoladas. Quando estão trabalhando em suas teorias e leis não conversam entre si e muito menos apresentam seus resultados. O conhecimento é guardado para si mesmo.
- Tanto homens como mulheres contribuem para a ciência.
- Quando os cientistas estão trabalhando em suas teorias, eles discutem entre si. Eles procuram chegar a uma teoria mais correta possível.
- Quando os cientistas estão trabalhando em suas teorias, eles discutem entre si. Eles criticam as teorias dos outros e não aceitam facilmente novas ideias. Eles querem mostrar que a sua teoria é certa, e que a dos outros possuem erros.
- Na ciência o que vale mesmo é o argumento dos estudos desenvolvidos. Não importa se o cientista é famoso ou desconhecido. Não importam o seu fator social, político ou econômico.
- Na ciência quando as teorias são rivais, o que geralmente vale é a importância política, social e econômica de quem defendem as ideias.

11) Na sua opinião, **qual descrição** melhor representa um cientista? Marque um “X”.

- Pessoas comuns com treinamento especial
- Pessoas que servem a interesses econômicos e produzem conhecimento em áreas nem sempre desejáveis
- Pessoas excêntricas de fala complicada
- Pessoas inteligentes que fazem coisas úteis à humanidade
- Pessoas que formam discípulos na sua atividade de pesquisa
- Pessoas que se interessam por temas distantes das realidades das pessoas

12) Faça o desenho de um cientista.

Apêndices D – Recorte do Texto de Divulgação Científica

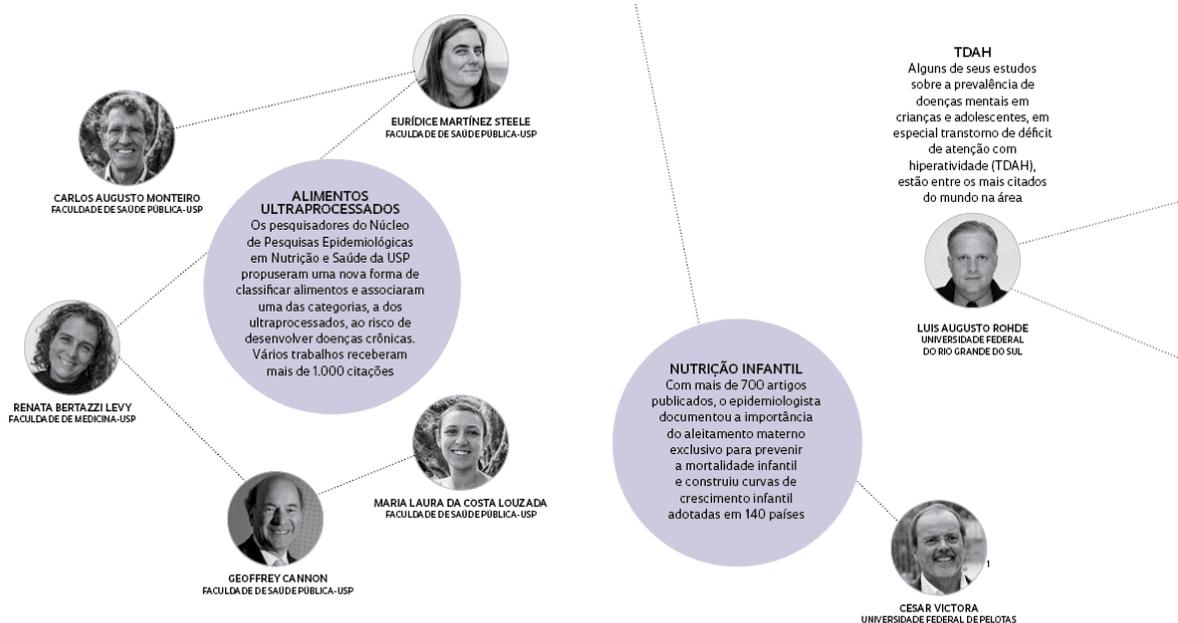


Divulgado anualmente pela empresa Clarivate Analytics, uma lista de cientistas cujos artigos foram extraordinariamente citados na década anterior evidencia um paradoxo da pesquisa brasileira: apesar do crescimento constante da nossa produção científica, poucos papers do país conseguem alcançar grande visibilidade internacional. Na edição de 2021 dessa lista, apenas 21 dos 6.602 autores desse pelotão de elite pertencem a instituições do Brasil (0,3% do total). Em 2020, eram 19 nomes. Mas os exemplos brasileiros – em áreas como epidemiologia, ciência de alimentos, virologia e mudanças climáticas – indicam como foi

possível produzir conhecimento conectado com tópicos quentes da ciência, aqueles que mobilizam pesquisadores do mundo inteiro. As citações mostram o quanto um artigo influenciou os trabalhos de outros autores, a ponto de ser apontado em suas referências.

Um dos principais exemplos é o Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo (Nupens-USP), onde atuam cinco dos 21 cientistas brasileiros listados.

Em 2010, o Nupens propôs uma nova teoria segundo a qual o processamento dos alimentos elevaria o risco de doenças. “Nossa hipótese é de que o aumento no consumo de ultraprocessados – formulações industriais de macronutrientes e aditivos com pouco ou nenhum alimento inteiro – seria a principal causa da epidemia mundial de obesidade e de outras doenças crônicas relacionadas à alimentação”, explica o coordenador do Nupens, o epidemiologista Carlos Augusto Monteiro, da Faculdade de Saúde Pública (FSP) da USP. “Como parte dessa teoria, criamos uma classificação de alimentos com base no seu processamento e não no seu teor de nutrientes, chamada classificação Nova.”



Nos últimos anos, pesquisadores de universidades na Europa e nos Estados Unidos passaram a testar a teoria do Nupens utilizando a classificação Nova. “Isso gerou centenas de artigos que citaram os *papers* que publicamos. Essa produção expandiu o elenco de doenças crônicas relacionadas ao consumo de ultraprocessados”, explica. A epidemiologista Renata Bertazzi Levy, da Faculdade de Medicina (FM) da USP e do Nupens, conta que o trabalho do grupo teve impacto em políticas públicas.

Ao longo do tempo, vários pesquisadores se incorporaram ao Nupens – e hoje engrossam a lista dos altamente citados, ao lado de Monteiro e Levy. “Temos colaborado com grupos dos Estados Unidos, do Reino Unido, da Austrália, entre outros, testando nossas hipóteses”, diz a bióloga Eurídice Martínez Steele, que investiga a relação entre o consumo de ultraprocessados e os desfechos na saúde.

Um outro destaque do país na lista envolve uma rede de cientistas de alimentos de São Paulo e do Rio de Janeiro. Anderson S. Sant’Ana, da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), estuda tanto microrganismos maléficos, que deterioram alimentos podendo causar doenças, quanto os benéficos à saúde humana, presentes nos chamados probióticos. Sua linha de pesquisa com micotoxinas, substâncias produzidas por fungos que atuam na decomposição de alimentos e que podem causar doenças, relaciona-se com o trabalho de outro cientista da lista, o iraniano Amin Mousavi Khaneghah, ex-aluno de doutorado de Sant’Ana, que hoje faz estágio de pós-doutorado em seu laboratório, com bolsa da FAPESP. O tema de sua pesquisa é a irradiação por feixes de elétrons para descontaminar biscoitos. “Até agora apenas alguns estudos sobre níveis de micotoxinas em biscoitos foram realizados”, explica Khaneghah. “A ciência de alimentos do Brasil é competitiva internacionalmente e dá suporte para a cadeia de produção agropecuária do país”, afirma Sant’Ana.

A Clarivate criou uma metodologia para elaborar sua lista que considera a publicação de vários artigos de repercussão por um pesquisador ao longo de uma década – não basta o desempenho excepcional em um ou dois artigos para entrar na relação. “E esses artigos devem estar entre o 1% mais citado de seu campo do conhecimento entre 2010 e 2020”, afirmou David Pendlebury, analista da Clarivate, no lançamento da lista. O trabalho de maior repercussão do cardiologista Raul Dias dos Santos Filho, da Faculdade de Medicina da USP e do Hospital Israelita Albert Einstein, foi um guia de diretrizes clínicas para prevenir doenças coronarianas em indivíduos com colesterol muito elevado. Publicado em 2013 no *European Heart Journal*, o artigo recebeu mais de 2,3 mil citações.

Ele foi o pioneiro em utilizar tomografia computadorizada cardíaca para detectar a aterosclerose precoce em portadores da doença. Também se esforçou para colaborar com grupos do Brasil e do exterior, o que ajuda a explicar sua produtividade elevada – é coautor de mais de 430 artigos. “São 30 anos de trabalho de formiguinha. As colaborações renderam a oportunidade de participar de estudos multicêntricos e de consensos internacionais sobre diretrizes clínicas”, afirma.

O psiquiatra Luis Augusto Rohde, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e conselheiro da Faculdade de Medicina da UniEduk, avisa que também é essencial saber fazer boas perguntas de pesquisa a fim de produzir ciência de impacto.

Não se faz ciência de alta qualidade sem uma boa infraestrutura de pesquisa, pondera o psiquiatra André Brunoni, da FM-USP. “O fato de eu contar com um laboratório competitivo foi importante para desenvolver uma linha de pesquisa nacional”, diz Brunoni, que recebeu apoio do programa Jovens Pesquisadores em Centros Emergentes, da FAPESP.

A ciência brasileira em mudanças climáticas sempre teve representantes em edições anteriores da lista. O destaque dessa vez foi o climatologista José Marengo Orsini, coordenador de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais (Cemaden), especialista em impactos e vulnerabilidade aos extremos da variabilidade climática e

cenários de mudança de clima. “Nosso monitoramento e modelos avaliam a incidência de eventos extremos do tempo e clima para prever risco de desastres e assim reduzir riscos de desastres. Também analisamos como o clima atual se comporta em relação a extremos climáticos e como se comportaria no futuro, no Brasil e na América Latina, em um contexto do agravamento do aquecimento global”, explica.

Uma curiosidade na lista da Clarivate é que, dos 21 pesquisadores de instituições do Brasil, cinco são estrangeiros que se radicaram no Brasil: a espanhola Steele e o inglês Cannon, do Nupens-USP, o iraniano Khaneghah, da Unicamp, o peruano Marengo, do Cemaden, e o engenheiro nascido em Portugal Joel José Puga Coelho Rodrigues, da Faculdade Senac do Ceará, que é líder de pesquisa, desenvolvimento e inovação do sistema Fecomércio Ceará. Especialista em tecnologias da informação e comunicação, ele já publicou mais de mil artigos Rodrigues veio para o Brasil em 2016. Já atuou em instituições como o Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), em Minas Gerais, e a Universidade Federal do Piauí – neste ano, integrou-se à Fecomércio e à Faculdade Senac, em Fortaleza. “Escolhi o Brasil para viver e ‘meu Brasil’ é o Nordeste”, afirma. “Consigo trabalhar a distância com colaboradores de vários países, sem precisar sair daqui.”

Algumas pesquisas têm impacto elevado justamente por serem feitas em países como o Brasil. É o que mostra o caso do epidemiologista Cesar Victora, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), cujas contribuições incluem a documentação da importância do aleitamento materno exclusivo para prevenir a mortalidade infantil e a construção de curvas de crescimento infantil adotadas em mais de 140 países.



Apêndice E – Orientação do trabalho final

ATIVIDADE FINAL – HOJE VI UM CIENTISTA

Chegou a hora de compartilhar com os demais colegas quem e o que vocês conheceram nas visitas à Unifei.

Cada grupo deve elaborar um texto denominado **“Hoje vi o cientista ...”**

O texto deve conter informações como: quem era o cientista (ou seja, como você o descreveria para um colega que não o conhece); qual sua formação, sua história acadêmica; o que ele faz, como e com quem ele trabalha; como é seu “espaço/local” de trabalho; que materiais ou instrumentos são necessários para seu trabalho; o que acharam interessante na visita ou o que lhes causaram estranhamento.

O texto pode ter imagens (ilustrações, fotos, gráficos etc) retiradas da Internet (não esqueçam de colocar a fonte). Ou, se preferirem, podem colocar ilustrações próprias.

Dica 1: busquem imagens relacionadas ao próprio pesquisador.

Dica 2: vocês podem buscar mais informações acadêmicas sobre o pesquisador por meio do seu Currículo Lattes:

<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/busca.do?metodo=apresentar>

Bom trabalho!

Apêndice F: Questionário final**QUESTIONÁRIO FINAL**

INSTRUÇÃO: Caro(a) aluno(a) esse questionário deverá ser respondido individualmente, sem consulta com outros materiais e na ordem sugerida, na qual você deve expressar sua opinião.

Nome:

Idade:

1) Escreva quais aspectos você considerou mais interessante da conversa com os cientistas?

2) Das pesquisas que você conheceu com os cientistas durante a visita, o que mais te surpreendeu ou despertou sua curiosidade?

3) Você considera importante saber o que os pesquisadores da sua região/país realizam? Como você acha que esse conhecimento pode impactar as pessoas? Justifique sua resposta.

4) O que você considera necessário para uma pessoa se tornar um cientista?

5) Descreva como as atividades desenvolvidas (leitura do texto, visita, socialização) influenciaram a forma de como você compreende o cientista e desenvolvimento da ciência?

6) Como você considera o papel do erro na ciência? Acredita que é natural cientistas cometerem erros durante a pesquisa ou que as falhas são um ponto negativo que pode desmotivar os cientistas?

7) Em sua opinião, os cientistas colaboram uns com os outros, trocam informações ou trabalham sozinhos? Explique.

8) Descreva como você pressupõe que um cientista realiza uma pesquisa. Discorra sobre o ambiente de trabalho, instrumentos utilizados, vestimentas, uso da criatividade, investimento financeiro e influências que você considera que ele recebe ou não.

9) Você considera que os cientistas podem ser influenciados por questões da sociedade? Se sim, como você acha que questões da sociedade influenciam nas suas pesquisas? Se não, justifique esta resposta.

10) Um cientista desenvolve pesquisas somente voltadas para as áreas de ciências da natureza, matemática e tecnologias, na qual quando necessário utiliza experimentos. Dessa forma um pesquisador de ciências humanas não é considerado um cientista. Discorra sobre essa afirmação.

() Concordo fortemente () Concordo () Discordo () Discordo fortemente

11) Você gostaria de ser um cientista? Justifique sua resposta se for sim ou se for não.
