



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
Criada pela Lei nº 10.435 de 24/04/2002

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - PPGE

CONVERSA COM CIENTISTA:
COMPREENSÕES DE PROFESSORES DE FÍSICA SOBRE A PRODUÇÃO
DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

CLAUDILENE RIBEIRO BRAGA

Itajubá
2023

À minha família.
Porque realizar sonhos são
mais sofridos e sacrificados do que deveriam ser.
Sem ajuda, apoio e compreensão nada é possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar nestes caminhos me fortalecendo nos momentos mais difíceis.

Ao meu marido, companheiro e cúmplice que me apoia nas loucuras e sacrifícios da vida, que me incentivou e segurou a barra para que eu pudesse trilhar esta jornada.

Aos meus meninos: meu anjo Diego, filho lindo, maravilhoso e super responsável que tantas vezes dividiu comigo o fardo pesado e me ajudou a superar os obstáculos. E meu anjinho Felipe, filho caçula maravilhoso e esperto que por tantas vezes me distraiu e ajudou a deixar a vida de mulher, mãe, trabalhadora em jornada tripla e estudante mais leve e suportável.

Aos meus maravilhosos orientadores: professor Newton, pessoa que admiro muito e que me aceitou como orientanda, uma aluna assustada e insegura mesmo estando fora dos meios acadêmicos há tanto tempo. Ao meu coorientador Adhimar, pessoa incrível sempre presente, a disposição e com um conhecimento e experiência fantástica que contribuiu significativamente para a minha formação. Obrigada aos dois por estarem disponíveis nos horários mais loucos para que pudéssemos conversar e me orientar. Sem o carinho e dedicação de vocês eu nunca poderia ter chegado até aqui

Ao meu querido amigo Lucas Lameu que desde o início desta jornada me ajudou, orientou, incentivou e esteve sempre comigo durante todo esse percurso. A Você minha eterna gratidão.

Aos professores que encontrei pelo meu caminho e que me ensinaram, inspiraram e me encantaram em especial ao professor Luciano, com sua incrível paciência com a aluna que sempre expressa suas opiniões e que enxergou um potencial me proporcionando a oportunidade de participar desse projeto maravilhoso em parceria com a University College London (UCL).

Obrigada à equipe deste projeto: prof. Dr. Newton, prof. Dr. Adhimar, prof. Dr. Luciano e prof. Dr. Thiago que me aceitaram e me incluíram na equipe me proporcionando a maior experiência de conhecimento da minha vida. Obrigada por poder participar das várias reuniões com a equipe da UCL e demais países e poder representar nosso país contribuindo para essa pesquisa fantástica. Espero ter correspondido às expectativas.

A minha amiga Cleuza, sempre me incentivando a continuar meus estudos e a ingressar no Mestrado. A minha amiga e cúmplice Liliane Mara que com tanto carinho segurou a barra nas demandas da supervisão escolar, me permitindo dedicar aos estudos. Aos meus colegas da turma do Mestrado que compartilharam comigo momentos de alegrias,

angústias e realizações em aulas online, numa experiência nunca antes partilhada e que fazem parte de minha história nesta jornada.

Aos meus amigos e colegas de trabalho que me apoiaram e incentivaram.

Aos professores que participaram deste estudo, pelo empenho e comprometimento e por me atenderem prontamente se dispondo a realizar as entrevistas mesmo sob isolamento social imposto pela Covid-19.

A todos meu mais sincero muito obrigada!

"O que um homem vê depende tanto do que ele olha
e também sobre o que sua experiência
visual-conceitual prévia lhe ensinou a ver."

Thomas Kuhn

LISTA DE ABREVIATURAS

NdC - Natureza da Ciência

UCL - *University College London*

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

PNE - Plano Nacional de Educação

UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá

DSSC - *Dye Sensitized Solar Cells* (Células Solares Sensibilizadas por Corantes)

Covid - 19 - Coronavírus disease 2019

CAAE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

SRE - Superintendência Regional de Ensino

SEE-MG - Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais

EB - Educação básica

EM - Ensino Médio

EF - Educação Infantil

EFAI - Ensino Fundamental Anos Iniciais

EFAF - Ensino Fundamental Anos Finais

UFLA - Universidade Federal de Lavras

EJA - Educação de Jovens e Adultos

EEB - Especialista em Educação Básica

PPGEC - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências

TDIC - Tecnologia de Informação e Comunicação

SSIBL - *Socio-scientific inquiry-based learning*

PARRISE - *Promoting Attainment of Responsible Research & Innovation in Science Education*

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCN+ - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

BCN - Formação - Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica

CETIC.br - Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de coleta de dados	45
Figura 2 - Etapas da apresentação do projeto pelo cientista	52
Figura 3 - Fases da análise de conteúdo de Bardin	56
Figura 4 - Percurso de análise da pesquisa no Software Nvivo	58
Figura 5 - Unidades de registro NVivo	61
Figura 6 - Análise dos dados coletados	62
Figura 7 - Frequência de palavras sobre produção do conhecimento científico	65
Figura 8 - Frequência de palavras contexto social, político e econômico	76
Figura 9 - Objetivos de se ensinar física na educação básica	73

LISTA DE QUADROS:

Quadro 1 - Questões realizadas pelo cientista	46
Quadro 2 - Questões realizadas pela pesquisadora	47
Quadro 3 – Formação acadêmica dos entrevistados	51
Quadro 4 – Categorias	63
Quadro 5 - Elementos que compõem a produção científica	66
Quadro 6 - Entendimento sobre a pesquisa apresentada	67
Quadro 7 - Identificação do problema de pesquisa apresentado	69
Quadro 8 - Proposta de solução para o problema da pesquisa	71
Quadro 9 - Ideias relacionadas ao contexto social, político e econômico	77
Quadro 10 - Objetivos de ensinar física	82
Quadro 11 - Dificuldades apontadas pelos professores para se ensinar Física	86
Quadro 12 - Situações que os alunos aprendem sobre a produção do conhecimento científico	88

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1 - Perfil pessoal dos profissionais e tempo de experiência profissional	50
---	----

LISTA DE GRÁFICOS:

Gráfico 1 – Escolas, por desafios enfrentados para a continuidade da realização de atividades pedagógicas durante a pandemia Covid-19 (2020).	41
Gráfico 2 - Dificuldades apontadas pelos professores	85

RESUMO

Na sociedade atual onde a produção de conhecimento é intensiva devido a diversos fatores, tais como o mercado competitivo, o conhecimento muitas vezes ainda é confundido com repasse de informação. Dentro dessa perspectiva, a educação científica nas escolas vem se tornando cada vez mais importante na formação básica, uma vez que pode promover a autonomia e o pensamento crítico e criativo dos estudantes através de atividades que envolvam investigação e a discussão. O objetivo principal da educação científica é ajudar os alunos a aprender a raciocinar cientificamente. Entretanto, ainda hoje, a principal forma de contato entre os alunos e o conhecimento científico ocorre através de seus professores ao longo do desenvolvimento das aulas que envolvem as ciências da natureza. É uma condição distante da realidade atual o envolvimento de professores e alunos na produção de conhecimento científico, pois muitas vezes o acesso a este é limitado aos centros de pesquisa e universidades. A forma como os professores compreendem a ciência autêntica e a produção do conhecimento científico influencia diretamente em suas aulas e conseqüentemente os resultados que porventura os alunos poderão apresentar no futuro sobre esse assunto. O presente trabalho traz uma análise das compreensões apresentadas por um grupo de nove professores da disciplina de Física atuantes na educação básica de escolas públicas, em diálogo com um cientista que desenvolve uma pesquisa com células solares sensibilizadas por corantes. Os objetivos específicos nesta pesquisa buscam: i) identificar que compreensões sobre a produção do conhecimento científico no campo da Física são apresentadas por esses professores, ii) que compreensões possuem esses professores sobre o contexto social, político e econômico em que o conhecimento científico é produzido, iii) que compreensões têm esses professores sobre a educação em ciência, na perspectiva de apresentar aos alunos do ensino médio uma ciência mais próxima do real. Utilizou-se uma entrevista semiestruturada, observação e análise dos diálogos para identificar as compreensões destes sobre a Natureza da Ciência (NdC). A análise de conteúdo pautou-se em aspectos e em trechos dos discursos que evidenciam compreensão da produção do conhecimento científico, mas não apresentam aprofundamento dos diálogos consistentes com o cientista. Os diálogos também evidenciaram uma consciência fundamentada na compreensão de que o conhecimento científico produzido está intrinsecamente ligado ao contexto social, político e econômico da atualidade. Finalmente os educadores apontaram que o extenso currículo para a área de ciências e o número reduzido de aulas inviabiliza práticas que poderiam conduzir seus alunos a compreenderem melhor como a ciência é produzida.

Palavras-chave: compreensão dos professores, ciência autêntica, natureza da ciência, produção do conhecimento, TDIC.

ABSTRACT

In today's society, where knowledge production is intensive due to several factors, such as the competitive market, knowledge is often confused with the transfer of information. Within this perspective, science education in schools is becoming increasingly important in basic education, as it can promote students' autonomy and critical and creative thinking through activities that involve investigation and discussion. The main objective of science education is to help students learn to reason scientifically. However, even today, the main form of contact between students and scientific knowledge occurs through their teachers throughout the development of classes involving the natural sciences. The involvement of professors and students in the production of scientific knowledge is far removed from the current reality, as access to this knowledge is often limited to research centers and universities. The way teachers understand authentic science and the production of scientific knowledge directly influences their classes and consequently the results that students may present in the future on this subject. The present work presents an analysis of the understandings presented by a group of nine Physics teachers working in basic education in public schools, in dialogue with a scientist who develops research with solar cells sensitized by dyes. The specific objectives of this research seek: i) to identify which understandings about the production of scientific knowledge in the field of Physics are presented by these professors, ii) which understandings these professors have about the social, political and economic context in which scientific knowledge is produced , iii) what understandings do these teachers have about science education, with a view to introducing high school students to science that is closer to reality. A semi-structured interview, observation and analysis of the dialogues were used to identify their understanding of the Nature of Science (NdC). The content analysis was based on aspects and excerpts from the speeches that show understanding of the production of scientific knowledge, but do not present a deepening of consistent dialogues with the scientist. The dialogues also showed an awareness based on the understanding that the scientific knowledge produced is intrinsically linked to the current social, political and economic context. Finally, the educators pointed out that the extensive curriculum for the science area and the reduced number of classes make practices that could lead their students to a better understanding of how science is produced to be unfeasible.

Keywords: teachers' understanding, authentic science, nature of science, scientific knowledge, TDIC.

SUMÁRIO

PRÓLOGO	13
1 - INTRODUÇÃO	18
2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 - A ciência autêntica	28
2.2 - A Natureza da ciência	31
2.3 - Relação entre Ciência autêntica e Natureza da Ciência:	35
3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
3.1 - Projeto UCL: uma colaboração internacional	38
3.2 - Viabilidade do desenvolvimento da pesquisa no Brasil	39
3.3 - Participantes	48
3.4 - Coleta de dados e contextualização	51
3.5 - Análise de dados	54
4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
4.1 - Compreensões sobre a produção do conhecimento científico	63
4.2 - Compreensões sobre o contexto social, político e econômico	74
4.3 - Compreensão dos professores sobre o ensino de uma ciência mais próxima do real aos alunos	79
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS	94

PRÓLOGO

Nas próximas páginas apresento minha dissertação de Mestrado em Educação em Ciências, na qual abordo as compreensões dos professores de Física da Educação Básica (EB) sobre a produção do conhecimento científico quando em diálogo com um cientista que desenvolve uma pesquisa com células solares. Primeiramente gostaria de compartilhar com você, leitor, alguns detalhes da minha trajetória ao longo da minha vida até a culminância neste trabalho. Tornei-me professora de EB há mais de vinte e cinco anos e achei pertinente narrar minha trajetória na educação e como ela se relaciona com minha pesquisa. No Ensino Médio (EM) estudei no Curso Normal, depois cursei Licenciatura em Matemática e Física. Quando iniciei minha jornada na educação nos anos iniciais, durante a graduação, lecionava para turmas de Educação Infantil (EI) e Ensino Fundamental anos Iniciais (EF). Após o término da graduação continuei lecionando num segundo cargo e paralelamente às turmas de EF, comecei a lecionar para o Ensino Fundamental Anos Finais (EF) e EM. Durante meu percurso realizei algumas especializações como Matemática e Estatística pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Coordenação Pedagógica: Supervisão e Gestão Educacionais e fiz uma segunda graduação em Pedagogia. Trabalhei com alunos de todas as séries e faixas etárias ao longo desses vinte e seis anos. Essa jornada me proporcionou muita prática e conhecimento sobre o desenvolvimento cognitivo da criança e adolescente desde os cinco anos de idade até os dezessete, quando terminam o EM. Sem contar também a educação de Jovens e Adultos (EJA) onde pude ter o prazer de lecionar algumas vezes. Além de lecionar todas as disciplinas no EF, lecionava também a disciplina de Matemática no EF e Física no EM. No ano de 2010 me tornei professora coordenadora do EF em duas escolas municipais diferentes onde permaneci no cargo por mais de dez anos. Paralelamente, em 2013 deixei de lecionar as aulas de Física no EM de uma escola estadual e passei a exercer o cargo de Especialista em Educação Básica (EEB), também conhecido como Supervisão Escolar, no qual permaneço até o momento. Enquanto coordenadora e EEB, trabalho diretamente com professores regentes de ambas as etapas EM e EF.

Em 2021 iniciei meus estudos no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEC) pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), em pleno período de pandemia global do Covid-19 e em meio a tantas aulas online (das escolas de EF e EM). As aulas do mestrado também passaram a ser neste formato e foi justamente esse o pontapé que eu precisava para encarar um curso tão complexo como este. Sem os deslocamentos de uma cidade para outra, ganhei tempo entre o trabalho e as aulas e pude usar este tempo precioso

para ler, estudar e realizar todas as atividades propostas. Destaco aqui a grande importância das ferramentas digitais, pois todo o meu percurso do mestrado, incluindo a pesquisa realizada para esta dissertação foi por intermédio das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e com o aporte delas pude desenvolver todas as fases necessárias. Não é exagero dizer que sem essas aulas online talvez eu ainda estivesse sonhando e lutando para tentar encaixar os estudos na rotina de trabalho exaustiva de uma professora/supervisora com dois cargos públicos.

Já na universidade pública, durante as aulas do Mestrado, deparei-me com a oportunidade de fazer algumas escolhas que nortearam minha formação: escolher as disciplinas, a pesquisa que eu desenvolveria. Abriram-se diferentes caminhos que me forçaram a escolher dentre uma infinidade de possibilidades. Dentre essas oportunidades, a mais importante foi o convite para participar de um projeto colaborativo internacional de grande importância que já acontecia há um certo tempo e envolvia a ciência autêntica nos contextos escolares. Frente a esse desafio, tomei a atitude audaciosa de abandonar meu projeto original já pronto e aprovado e embarcar nessa nova experiência.

O convite em questão partiu de uma equipe de quatro professores da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) em parceria com a *University College London* (UCL) no Reino Unido. O estudo desenvolvido pelos pesquisadores do Reino Unido procurava compreender as formas de diálogo dos estudantes universitários e do Ensino Médio quando engajados com uma pesquisa biológica contemporânea. Um desses estudos foi realizado no Departamento de Ciências Biológicas e no Departamento de Educação de uma universidade do Chipre (HADJICOSTI, et al. 2021). Os pesquisadores conduziram alguns grupos de estudantes para realizar discussões sobre um problema biológico que envolvia células embrionárias animais com as quais um cientista da UCL vinha trabalhando nos últimos vinte anos. O objetivo foi investigar como esses estudantes conversam entre si ao tentar resolver um problema de Biologia até então desconhecido para eles. Investigar como os alunos reagem quando confrontados com problemas científicos desconhecidos pode permitir aos pesquisadores perceber como tornar a ciência mais compreensível para eles.

Devido ao período de pandemia do Covid-19 a qual enfrentávamos, não seria possível desenvolver uma pesquisa semelhante no Brasil, visto que as aulas naquele momento eram todas online e a possibilidade de aglomeração de alunos num laboratório seria inviável. Assim, em diálogo conjunto entre a equipe brasileira e a equipe da UCL, foi decidido que diante das adversidades, seria interessante levar o cientista até nossos objetos de pesquisa para

essa conversa que deveria acontecer totalmente online por meio de recursos tecnológicos. Mas um outro problema ainda precisava ser solucionado. A maioria dos nossos alunos não possuíam uma conexão de internet com velocidade suficiente para uma boa qualidade de diálogo, então nos concentramos nos professores.

A equipe brasileira optou por realizar o mesmo tipo de estudo, mas com foco voltado aos professores a fim de buscar entender as compreensões que pudessem apresentar esses professores diante de um problema de pesquisa contemporâneo. Uma vez que são eles que levam o conhecimento para a sala de aula, Cian e Cook (2020) e Strupe, Caballero e White. (2018) sugerem que é responsabilidade dos professores criar condições durante as discussões em sala de aula que ajudem os alunos a fazer conexões entre seus conhecimentos anteriores e o problema que estão discutindo. Nesse sentido, achamos importante também analisar as compreensões dos professores diante de uma pesquisa atual e em desenvolvimento, assim como fizeram os pesquisadores da UCL com os estudantes da educação básica.

Devido à base sólida na produção do conhecimento científico nos campos da Física que a UNIFEI desenvolve, minha experiência lecionando a disciplina de Física no EB e minha atuação como EEB e coordenadora no trabalho com professores, escolhemos uma pesquisa científica muito relevante e interessante para os dias atuais que envolve a produção de energia renovável com células solares. Um cientista da UNIFEI se prontificou a participar da pesquisa conversando com os professores sobre o trabalho que ele vem desenvolvendo neste campo. Assim, mesmo estando em período de pandemia do Covid-19, convidamos professores da disciplina de Física, atuantes nas escolas da região da Superintendência Regional de Ensino de Itajubá (SRE), para conversarem com este cientista da UNIFEI e participarem desta pesquisa. O uso de energia solar na sociedade proporciona diversos benefícios econômicos e ambientais e é um dos assuntos sempre discutidos nas aulas da disciplina de Física no EB, conforme Dos Santos et. al. (2020) apontam:

“A abordagem do conteúdo de energia solar como fonte de energia renovável, enfatizando sua produção, consumo e potência podem ser um diferencial no processo de ensino e aprendizagem para incentivar sua produção e utilização em suas residências, diminuindo assim o consumo de energia elétrica e consequentemente a redução na conta de energia”. Dos Santos et. al. (2020, p. 2)

Em minha experiência na atuação na EB pude conhecer a realidade educacional em que estamos inseridos e perceber que muitas vezes as temáticas estudadas nas graduações não chegam à sala de aula. Também foi por meio dessas percepções que me interessei pela

atuação direta com professores. Ao receber esse convite para participar de uma pesquisa dessa natureza, tão importante e que me possibilitaria também conhecer a realidade educacional de outros países, não hesitei e aceitei de imediato. Desenvolvendo esta dissertação pude perceber os pressupostos da ciência autêntica e da influência dela sobre a sociedade. Pude também, através de discussões em seminários com a equipe nacional e internacional, analisar, conjecturar possibilidades e entender melhor a compreensão de alunos e professores diante de problemas científicos reais e ainda sem solução que requerem de cientistas muito esforço, estudo, inteligência e criatividade numa época em que nosso país viveu tempos difíceis que envolviam o descrédito da ciência e o negacionismo.

A escolha pelo formato de desenvolvimento desta pesquisa com ferramentas digitais permitiu estudar os efeitos e perspectivas associados à presença das tecnologias digitais na educação científica, as possibilidades de construção e socialização de conhecimento científico, considerando os desafios e modificações que essas tecnologias têm provocado. Assim sendo, por meio de ferramentas digitais levamos o cientista e sua pesquisa para dentro da residência dos professores e estes, com o auxílio de um vídeo e reuniões online, puderam conhecer, dialogar, refletir e interagir com o cientista, tudo com a segurança que exigia a pandemia que enfrentamos. Vale destacar aqui que as ferramentas foram o meio adotado para realizar a pesquisa, mas não são o objeto da pesquisa.

Como trabalho atualmente como EEB e Coordenadora, achei pertinente desenvolver uma pesquisa voltada para a percepção dos professores sobre a produção do conhecimento científico e a forma como ele é desenvolvido nos dias de hoje. Para delimitar minha pesquisa, optei por entrevistar professores da disciplina de Física, pois permaneci nesta função por mais de treze anos e minha experiência na área poderia me auxiliar a entender com mais propriedade as compreensões apresentadas por eles.

E como é importante estudar! Como é importante refletir sobre as nossas ações!

A minha inserção no campo da pesquisa, a busca por respostas aos problemas do ensino que eu tanto presenciei permitiram que eu realizasse reflexões que até o momento não tinha oportunidade de me dedicar. De acordo com Saramago (1998, p. 10), “É preciso sair da ilha para ver a ilha, não nos vemos se não saímos de nós”. Essa é uma alegoria que me leva à reflexão sobre minha inquietação e a pesquisa foi a alavanca que me fez sair em busca de respostas. A partir de um referencial teórico bem fundamentado, metodologia coerente e uma orientação impecável, a pesquisa que eu apresento aqui traz algumas reflexões importantes sobre a produção do conhecimento científico, principalmente para o momento tão conturbado

que passamos durante a pandemia. Presenciamos em nosso país uma redução dos investimentos em Ciência. A Ciência nunca foi tão desacreditada e bombardeada com “*fake news*”. As bolsas de estudo e licenças para aprofundamento de estudos diminuíram drasticamente e não foram concedidas e eu sou um exemplo disso. Mesmo me dedicando a um curso tão importante na área de educação como este, não pude em momento algum me afastar do trabalho para estudar, por isso as aulas online e as TDIC foram de fundamental importância para mim e me proporcionaram um tempo precioso.

Durante toda essa trajetória tive a oportunidade de aprender muito. Seja através do referencial teórico escolhido, com diversos livros complementares, artigos e documentos analisados e principalmente na conversa e nas entrevistas para o desenvolvimento desta pesquisa. Espero que os resultados possam contribuir para os futuros pesquisadores da área.

Assim, é com imensa satisfação que eu apresento meu trabalho na esperança de que esses dias obscuros de pandemia fiquem no passado e que as reflexões que proponho contribuam de alguma forma para mudanças.

Que a ciência tenha sempre avanços e nunca retrocessos!

1 - INTRODUÇÃO

A busca pela compreensão da construção da Ciência pode ser percebida desde a antiguidade. Na Grécia, os filósofos pré-socráticos do século V e VI a. C., por exemplo, tentaram encontrar os elementos que teriam dado origem a toda realidade. Moreira (2021) esclarece que eles procuravam explicar a natureza, para além das informações que os sentidos proporcionavam, buscando um conhecimento mais verdadeiro em que se verificasse a adequação entre o pensamento e as coisas observadas. A partir do século XVII, a busca por essa compreensão tornou-se mais evidente na história, onde é possível perceber algumas posições filosóficas que objetivam caracterizar e explicar a construção do conhecimento científico. Dentre algumas delas podemos destacar duas que se tornaram notórias: a *empirista* e a *racionalista*. Chalmers (2009) destacou a corrente filosófica empirista baseada no raciocínio indutivo, no qual o conhecimento científico advém da observação e experimentação, de onde se derivam leis e fundamentos. Já a corrente filosófica racionalista dá ênfase à importância da razão para a construção do conhecimento científico; para eles as experiências eram realizadas para confirmar as teorias (ZATERKA, 2004). A partir do século XX, o entendimento sobre a construção da Ciência sofreu alterações. Os trabalhos realizados pelo Círculo de Viena¹, por exemplo, tinham o objetivo de discutir os fundamentos da Ciência, propuseram o Positivismo Lógico apresentando uma ideia unificadora de Ciência onde os enunciados verificáveis não poderiam integrar o discurso científico. Logo essa posição começou a ser questionada e, dentre as críticas, Karl Popper (2004) se destaca apontando observações contrárias a essa proposição em sua obra intitulada “A Lógica da Pesquisa Científica”. Para Popper a Ciência e a Filosofia falam de um mundo real e propõe que a pesquisa científica pode ser vista como um instrumental metodológico.

No século XX ocorreram diversas tentativas de abordar a demarcação do fazer científico e seu progresso ao longo dos tempos conforme Silva et al. (2018) comentam:

No século XX, em particular, surgiram muitas abordagens filosóficas, relativas à epistemologia e à história das Ciências, que tentaram abordar as questões sobre a demarcação do fazer científico, bem como caracterizar seu eventual progresso. Dentre as principais abordagens estão aquelas de Popper, com sua lógica da metodologia científica, Lakatos, com sua teoria dos programas de pesquisa, Kuhn com a história e a sociologia das ciências e Laudan, com a perspectiva de uma epistemologia pragmática, voltada para a caracterização do fazer científico com base na resolução de problemas. (SILVA et al, 2018, p. 15)

¹ O Círculo de Viena foi o nome como ficou conhecido um grupo de filósofos que se juntou informalmente na Universidade de Viena de 1922 a 1936 com a coordenação de Moritz Schlick.

Na segunda metade do século XX, nas décadas de 1970 e 1980, os estudos sobre a construção do conhecimento científico apresentam avanços consideráveis com os trabalhos de Kuhn e Lakatos, entre outros. Kuhn, por exemplo, apresenta a Ciência como uma atividade que se desenvolve a medida do tempo e esclarece que cada época imprime características próprias que não devem ser negligenciadas na construção do conhecimento. Segundo ele, a Ciência avança por meio de Revoluções Científicas, de tal forma a aproximar-se da verdade. Essa aproximação ocorre substituindo as teorias existentes, ou em suas palavras, “substituindo um paradigma por outro” (KUHN, 1997, p.30). Lakatos caracterizou a Ciência como um programa de pesquisa. Já o filósofo da ciência Paul Karl Feyerabend, de acordo com Chalmers (2009), apontava que a Ciência progride a partir da interação de teorias que se desenvolvem e se confrontam simultaneamente umas com as outras e com outras teorias. Vemos até aqui que as teorias nos apontam ideias na tentativa de cercear o conhecimento científico.

A Ciência também é analisada a partir de outras perspectivas. Além de aspectos históricos e filosóficos, questões sociológicas também influenciaram no entendimento do desenvolvimento do conhecimento científico. RozentalSKI (2018) explica que esses aspectos, por vezes se associam nos discursos de seus partidários:

“A defesa de abordagens históricas e filosóficas no Ensino de Ciências tem longa tradição, a ponto de, em geral, ambas se encontrarem associadas nos discursos de seus partidários. Contudo, propostas fundamentadas no campo da Sociologia da Ciência não têm a mesma tradição no âmbito do ensino, e ainda não atingiram o mesmo patamar de discussão que a História e a Filosofia da Ciência.” (ROZENTALSKI; 2018, p.78).

De acordo com Gough (1998), a educação científica é abordada em alguns currículos pelo mundo. No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento que orienta as instituições de ensino sobre o currículo que deve ser desenvolvido em todas as etapas de formação escolar básica. Esse documento destaca como segunda competência geral a importância em exercitar a curiosidade intelectual recorrendo à abordagens próprias das ciências através de investigações, análise crítica, imaginação, criatividade e reflexão, com o objetivo de elaborar e testar hipóteses, resolver problemas e criar soluções (BRASIL, 2018).

Apontamos até aqui, ideias abordadas ao longo dos anos que demonstram formas de compreender a Ciência e sua construção ao longo do tempo. Assim, para Kuhn (1997), a

ciência é um esforço humano que busca uma melhor maneira de explicar fenômenos científicos por meio de investigações experimentais e teóricas. “O veículo que avança a ciência é a investigação científica” (LEE e BUTLER, 2003, p. 923). Assim o contexto desta investigação, busca averiguar como a ciência autêntica, produzida no contexto dos laboratórios de pesquisa, é compreendida pelos professores nos dias de hoje. Nos dedicamos a analisar interações dialógicas entre um cientista e professores atuantes na educação básica diante de um problema real que está sendo investigado.

2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Paiva (2009) a demanda por práticas pedagógicas que estimulem o aprendizado dos estudantes é objetivo recorrente na educação. Dentre essas práticas podem ser citados o uso do método científico e a elaboração de pesquisa científica em sala de aula como forma de proporcionar aos estudantes a aquisição de novos conhecimentos sobre fatos do cotidiano e a resolução de problemas práticos. Mas Lee e Butler (2003) elucidam que, embora a ciência tenha sido uma parte importante dos currículos do Ensino Médio, ainda é controverso como a ciência escolar deve ser ensinada para representar a essência da ciência autêntica aos alunos. Diversos autores procuraram entender e analisar a dinâmica educacional do ensino de ciências e algumas fragilidades são apontadas por Gil Perez et al. (2001). Eles analisaram grupos de professores e realizaram uma reflexão sobre possíveis deformações que o ensino das ciências poderia estar transmitindo acerca da compreensão do trabalho científico e de acordo com suas análises:

Faria sentido pensar que [...] sendo nós professores de ciências, deveríamos ter adquirido – e, portanto, estaríamos em situação de transmitir – uma imagem adequada do que é a construção do conhecimento científico.[...] Por tudo isto, as concepções dos estudantes – incluindo as dos futuros docentes – não se afastam daquilo a que se pode chamar de uma imagem “folk”, “naif” ou “popular” da ciência [...] associada a um suposto método científico, único, algorítmico, bem definido e quiçá, mesmo, infalível. (GIL PEREZ et al., 2001, p. 2)

Essa afirmação de Gil Perez et. al. (2001) elucidada a ideia de que a ciência autêntica pode não estar sendo ensinada e discutida em sala de aula de forma adequada à realidade da produção do conhecimento científico.

Quando se pensa em ensino de Ciências nas escolas de EB, definições mais recentes apontam que ele deveria estar voltado ao “ensino científico focado em estudo de riscos e impactos na sociedade e, mais recentemente, no papel da ciência como ferramenta de mudança social” (VALLADARES, 2021, p. 558). Compartilhamos dessa ideia e acreditamos que a Ciência e a sociedade se influenciam mutuamente, interagem e são co-construídas ao longo dos tempos, por isso consideramos importante compreender também o que os professores pensam sobre o contexto social, político e econômico em que a ciência é produzida nos dias de hoje.

Mas afinal, qual a importância de se ensinar ciências na EB? Acevedo Díaz et al. (2005) apontam que para formar cidadãos críticos é necessária a apropriação do conhecimento

científico e que uma melhor compreensão da ciência contribui para tomar decisões mais reflexivas. “Diversos pesquisadores da área de ensino, apontam que para que esse objetivo seja alcançado, além de conceitos, os estudantes precisam aprender como a ciência é construída e quais suas relações com a sociedade e tecnologia” (MEDEIROS, 2022, p. 8). A retenção e a aplicação do conhecimento dependem muitas vezes do contexto em que o conhecimento é adquirido e, no caso da investigação científica, os alunos precisam estar envolvidos na cultura onde a investigação científica é possível. Lee e Butler (2003) explicam melhor essa ideia apontando que as tarefas que envolvem ciência autêntica podem apoiar a cultura das ciências nas salas de aula:

“As práticas tradicionais nas salas de aula de ciências, como palestras, demonstrações e experimentos de laboratório com livros de receitas, raramente apoiam uma cultura de investigação e, em vez disso, promovem a cultura da escolarização. Acredita-se que as tarefas autênticas apoiam a cultura da ciência nas salas de aula. Embora ainda não haja consenso sobre o que constituem tarefas científicas autênticas e como criá-las, as atividades autênticas são definidas como práticas comuns da cultura ou o que os alunos enfrentam no mundo real.” (LEE, BUTLER; 2003, p. 5, tradução nossa).²

Mas é evidente e necessário fazer distinções entre a investigação científica que os cientistas buscam em suas profissões e a investigação científica que os alunos podem buscar em suas salas de aula. Bransford, Brown e Cocking (2000) apontam que a diferença entre as duas inclui: (1) o conhecimento, a experiência, a atitude, o pensamento científico do investigador; e (2) o contexto da investigação. Deve-se levar em consideração também que a investigação dos alunos é mais restrita em termos de tempo, recursos, e requer muita orientação, ao contrário da investigação dos cientistas. As situações de aprendizagem tradicionais que utilizam palestras e demonstrações raramente desafiam os estudantes a praticar atividades específicas da comunidade científica como fazer perguntas, planejar, conduzir investigações, tirar conclusões, revisar teorias e comunicar resultados. Muitas vezes a ciência do mundo real não é acessível aos alunos porque “atividades envolvendo ciência autêntica e que são interessantes aos alunos são muito abertas e exigem conhecimento do conteúdo e pensamento científico que os alunos não têm os suportes para realizar” (LEE, BUTLER; 2003, p. 923). Nós nos perguntamos se essa situação, de alguma forma, pode estar relacionada à compreensão que o professor apresenta sobre a ciência autêntica.

² “Traditional practices in science classrooms such as lectures, demonstrations, and cookbook lab experiments rarely support a culture of inquiry and often instead promote the culture of schooling. Authentic tasks are believed to support the culture of science in classrooms. Even though there is still no consensus on what constitutes authentic science tasks and how to create them, authentic activities are defined as ‘ordinary practices of the culture or what students face in the real world.’”

De acordo com Chinn e Malhotra (2002), a investigação científica autêntica refere-se à pesquisa que os cientistas realizam e é uma atividade complexa que emprega equipamentos caros, procedimentos e teorias elaboradas, conhecimentos altamente especializados e técnicas avançadas de análise e modelagem de dados.

Diversas pesquisas a nível nacional e internacional da área de Educação em Ciências têm identificado que tanto estudantes quanto professores apresentam compreensões pouco elaboradas sobre a ciência (LEDERMAN, 1992, 2007; PRAIA; CACHAPUZ, 1994; LEDERMAN; WADE; BELL, 1998; VÁZQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS, 1999; LOPES; KRÜGER; DEL PINO; SOUZA, 2007; GURGEL; MARIANO, 2009; TOBALDINI; CASTRO; JUSTINA; MEGLHIORATTI, 2011; OLEQUES; BOER; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2013). Neste trabalho, focamos e exploramos a compreensão dos professores diante de um problema de ciência autêntica.

Este trabalho envolve levar uma pesquisa de ciência autêntica até os professores para uma ação dialógica com o cientista, mas as discussões que apresentamos vão além da análise da ciência autêntica, elas abordam visões que refletem sobre a relação entre a ciência e a sociedade e como isso pode ser desenvolvido em sala de aula. Assim, em alguns aspectos, ela se assemelha ao que alguns autores denominam Natureza da Ciência (NdC) e embora não tenhamos um consenso entre pesquisadores da área sobre o que vem a ser NdC, RozentalSKI (2018) elucida que “NdC é um conhecimento a partir de um esforço explícito e reflexivo a respeito da ciência e sua prática” (ROZENTALSKI, 2018, p. 106).

Na tentativa de avaliar quão próximas do trabalho dos cientistas estão as tarefas escolares de investigação, Chinn e Malhotra (2002) mostram que a discussão sobre produção da pesquisa é um aspecto pouco trabalhado nas escolas de nível básico. O trabalho do cientista envolve criatividade, investigação de problemas abertos, problematização e socialização dos achados em uma comunidade específica, o que não é frequentemente apresentado e discutido ao longo das aulas que envolvem ciências.

Por outro lado, o conhecimento científico está sendo atualizado constantemente e, com isso, a transmissão deste conhecimento precisa ser dinâmica. Lederman (1992), Losee (1993), Heidelberger e Stadler (2002) e Wong e Hodson (2009) acreditam que a compreensão da ciência está sempre sujeita a mudanças quanto ao conhecimento científico em si e nos questionamos se a forma como a ciência é apresentada nos livros didáticos também reflete plenamente a prática científica do século XXI. Alves e Praxedes (2016) afirmam que as concepções sobre a construção do conhecimento científico apresentado nos livros didáticos

apontam para a necessidade de uma revisão na forma como a ciência é apresentada, de maneira a fornecer aos estudantes uma visão mais adequada da ciência e seu desenvolvimento. E complementam apontando que a forma como a ciência é apresentada nos livros didáticos influencia no modo que o professor aborda determinados conteúdos o que repercute na forma como os estudantes concebem a ciência. De acordo com Wong e Hodson (2009), muito do que se apresenta aos alunos através do currículo de ciências é confuso e desatualizado. Conversar com professores atuantes na EB pode fornecer informações sobre que aspectos da ciência contemporânea deveriam ter maior atenção.

Sobre a produção da pesquisa científica, Hulme e de Wilde (2015) afirmam que algumas pesquisas têm indicado que alunos do EM que têm a chance de ir para o ensino superior acabam por realizar uma transição difícil, sobretudo no sentido de entender melhor o campo científico no qual irão adquirir formação. De fato, parece que só muito depois de um estudo de doutorado os alunos entendem sua prática como um autêntico cientista. De outro modo, ao discutir a tensão entre o processo educativo escolar e a prática científica, Kapon, Laherto e Levine (2018) referem-se à necessidade de despertar o espírito científico nos estudantes e possibilitar que conheçam com mais clareza a prática dos cientistas (EDELSON, 1998; LEE e BUTLER, 2003; WONG e HODSON, 2010; HODSON e WONG 2014).

Conforme abordamos até este momento, existem algumas tensões no processo educativo que envolvem o ensino de ciência na EB, que tradicionalmente se volta exclusivamente para a apresentação do produto científico, sendo este a-histórico, não-problematizado e descontextualizado. Derry (2016) aponta que os alunos da escola básica são frequentemente avaliados com base no conhecimento que adquiriram como indivíduos, ao passo que o discurso científico reflete a colaboração, atos comunicativos de significado normativo.

Embora a prática científica varie muito, Chinn e Malhotra (2002) identificaram diferenças significativas entre a investigação científica e o que se apresenta na escola como ciência. As diferenças nos processos cognitivos e nas perspectivas epistemológicas entre a forma como os cientistas fazem pesquisas e a investigação científica escolar são significativas e parecem estar na base de uma formação deficitária no campo da educação em ciências.

Tendo em vista estas tensões no processo educativo, novas abordagens sobre como ensinar ciências vêm ganhando força no cenário educacional. A pesquisa desenvolvida pelos

colegas da UCL no Reino Unido, faz parte de uma colaboração que envolve abordagem da ciência por investigação e consequentemente envolve um conceito recente e ainda pouco conhecido no Brasil, *socio-scientific inquiry-based learning (SSIBL)*, em uma tradução livre: aprendizagem sociocientífica baseada em investigação.

“O caso da aprendizagem baseada na investigação sociocientífica (SSIBL) com base no projeto EU PARRISE³ nas escolas é apresentado através de três pilares – educação para a cidadania, questões sociocientíficas e educação científica baseada na investigação [...] – dentro do contexto abrangente da Iniciativa de Investigação e Inovação Responsável da União Europeia. A integração desses pilares fornece um modelo de uso e construir conhecimento científico para permitir a mudança fazendo perguntas autênticas (‘Pergunte’); fazer um inquérito (‘Descobrir’) e agir (‘Agir’). (LEVINSON, 2018, p. 31, tradução nossa)

O projeto PARRISE (*Promoting Attainment of Responsible Research & Innovation in Science Education*), citado acima, visa introduzir o conceito de Investigação e Inovação Responsável no ensino primário e secundário, combinando a aprendizagem baseada na investigação e a educação para a cidadania com questões sociocientíficas no ensino das ciências. “O projeto visa também recolher e partilhar as melhores práticas existentes em toda a Europa e desenvolver ferramentas de aprendizagem, materiais e cursos de formação para professores de ciências com base na abordagem SSIBL” (PARRISE, 2022).

De acordo com Levinson (2018), a ciência e a tecnologia influenciam nossas vidas em nível local e global, diariamente e a longo prazo. Há muitas incertezas científicas em seu desenvolvimento e riscos sociais em seus impactos. Como há custos e ganhos sociais e científicos no desenvolvimento e uso de muitos produtos contemporâneos, eles geram polêmica. Abordar essas questões por meio de uma abordagem de investigação é fundamental para a aprendizagem sociocientífica baseada em investigação (SSIBL).

Diante desse cenário, entende-se que há muitos caminhos que podem auxiliar a enfrentar o problema da dificuldade em abordar a ciência autêntica em sala de aula e de se ensinar ciências por meio da investigação. Neste contexto, uma das possibilidades nas quais os professores que atuam na EB poderiam melhor abordar aspectos da produção do conhecimento científico se relaciona com a perspectiva de trabalhos em conjunto com colegas que atuam na produção da ciência.

³ The case for socio-scientific inquiry-based learning (SSIBL) based on the EU PARRISE project in schools is presented through three pillars – citizenship education, socio-scientific issues and inquiry-based science education (IBSE) – within the overarching context of the EU Responsible Research and Innovation (RRI) initiative. Integrating these pillars provides a model for using and building scientific knowledge to enable change by asking authentic questions (‘Ask’); doing an inquiry (‘Find out’) and taking action (‘Act’).

Em um estudo realizado com alunos do Ensino Médio, entre 16 e 17 anos e alunos do primeiro ano da graduação, Hadjicosti et al. (2021) mostraram que quando instigados a solucionar um problema de pesquisa da área biológica, o diálogo entre os pares e equipes é essencial para melhor compreender o trabalho do cientista. “Tentar dar sentido a dados de pesquisa que vão além da ciência aprendida na escola é um processo colaborativo” (HADJICOSTI et al., 2021, p. 3). Entende-se que esse diálogo nas aulas de Ciências, em particular de Física, tanto na EB quanto em qualquer outra instância de ensino, deve ser proporcionado e incentivado pelo professor atuante em sala de aula. Esses autores ainda sugerem que a responsabilidade de criar condições em sala de aula que ajudem os alunos a fazer conexões entre seus conhecimentos e o problema discutido é do professor. Assim entende-se ser fundamental entender quais as compreensões sobre a produção de conhecimento científico são apresentadas pelos professores de Física que atuam em sala de aula.

Dessa forma, partiu-se do princípio de que os professores são atores essenciais no processo de ensino e aprendizagem a respeito da produção do conhecimento científico. Neste sentido, entendemos que qualquer mudança a ser pensada no processo de aprendizagem dos alunos tem que passar antes pelos professores. Desse modo, entende-se necessário obter dados sobre o que pensam os docentes sobre a produção do conhecimento científico e a ciência autêntica, em especial quando estão diretamente envolvidos com pesquisas científicas e/ou com produtores de pesquisas científicas contemporâneas.

Nessa perspectiva, este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que foi direcionada para explorar que compreensões sobre a produção do conhecimento científico possuem os docentes ao se envolverem com um problema de pesquisa científica autêntica e os tipos de interações dialógicas que podem facilitar aos seus alunos um entendimento mais profundo da ciência mais próxima do real. A pesquisa ocorreu com 9 docentes com idades entre 25 a 50 anos que atuam em escolas públicas estaduais de EB da SRE de Itajubá. Esses docentes têm diferentes tempos de atuação profissional que vão de 2 a 22 anos.

Especificamente, nossas questões de pesquisa foram:

a) *Que compreensões sobre a produção do conhecimento científico no campo da física são apresentadas por professores de física que atuam em escolas públicas do Ensino Médio?*

b) *Que compreensões possuem esses professores sobre o contexto social, político e econômico em que o conhecimento científico é produzido?*

c) *Que compreensões têm esses professores sobre a educação em ciências, na perspectiva de apresentar aos alunos do ensino médio uma ciência mais próxima do real?*

2.1 - A ciência autêntica

Segundo Brown, Collins e Duguid (1989, apud OLIVEIRA; HARRES, 2017), o termo ciência autêntica foi cunhado na década de 1980 e diz respeito a relacionar o cotidiano escolar dos alunos com atividades científicas que sejam mais próximas das desenvolvidas pelos pesquisadores, ou seja, são aquelas atividades desenvolvidas pelos cientistas e que se tornam um modelo para propostas investigativas na sala de aula. Varellas, House e Wenzel (2005) elucidam que a ciência autêntica se preocupa não apenas com o que a ciência desenvolve, mas também como a ciência se desenvolve, ou seja, ela visa contribuir para que os alunos se apropriem de práticas, linguagens e metodologias empregadas nas atividades científicas a fim de reduzir a construção de visões simplórias acerca da NdC.

Rahm et al. (2003) apontam outra forma de entendimento de ciência autêntica como sendo aquela que ocorre quando estudantes trabalham com cientistas nos centros de pesquisas, compondo uma equipe voltada para solucionar um problema real que está sendo analisado e que contribua para o desenvolvimento da ciência. Realizar observações, investigar, levantar questões sempre foram uma abordagem fundamental para compreender o mundo. Essa é uma visão comumente aceita e apontada por Munford (2006) que aborda a curiosidade humana e a investigação como uma característica natural do ser humano:

“A curiosidade é uma característica natural (e essencial) do ser humano e que, conseqüentemente, todas as atividades humanas deveriam ser guiadas pela curiosidade e pela investigação.” (MUNFORD, 2006, p. 3)

Matthews (2014) explica que existem várias abordagens para ensinar e aprender ciências e algumas estão intimamente ligadas à abordagem investigativa. Cada uma delas enfatiza diferentes aspectos do ensino, aprendizagem, atividades dos alunos, experimentação, instrumentos científicos etc. Mas segundo Mumford (2006), nas escolas o ensino de ciências raramente é voltado para o processo e para o contexto de produção do conhecimento científico.

Ao pensarmos na ciência escolar poucos questionaram a colocação de que o ensino de ciências em nossas escolas tem sido predominantemente centrado no ensino de conceitos e teorias já consolidadas no campo, raramente voltando-se para o processo e para o contexto de produção desses conhecimentos cientificamente aceitos. (MUNFORD, 2006, p.1)

Em contraposição a essa colocação, Munford (2006) ainda complementa que outros autores podem afirmar que não há nada de novo em aprender ciência através de investigação e que realizar observações, investigar, levantar questionamentos sempre foram abordagens fundamentais para se compreender o mundo. Seja de uma forma ou de outra, o que pode parecer aqui é que não há nada de novo na transmissão de conceitos e teorias, contudo, educadores das ciências da natureza têm desenvolvido nos últimos anos profunda reflexão sobre o assunto em uma relação direta com discussões que ocorrem nos campos da filosofia, sociologia e história da ciência, bem como no campo dos estudos do currículo.

Essa abordagem de ciência autêntica nas aulas de ciências da natureza foi analisada por alguns pesquisadores. Chinn e Malhotra (2002), por exemplo, compararam atividades de investigação autênticas - ou seja aquelas desenvolvidas por cientistas envolvidos em problemas científicos e que construíram respostas a ele - com atividades escolares de investigação que eles denominaram de investigação simples encontradas em livros didáticos. De acordo com os autores, ao analisar nove livros didáticos do ensino fundamental e médio, perceberam que a maioria das atividades de pesquisa práticas se enquadravam em três categorias: experiências simples, investigação simples e ilustrações simples. Esses autores apresentam uma estrutura teórica para avaliar as tarefas de investigação escolar em termos de sua semelhança com a ciência autêntica. Eles apontam que os modelos que fundamentam a pesquisa científica autêntica são qualitativamente diferentes dos modelos que fundamentam as tarefas simples de investigação escolar. Os resultados dessa análise demonstraram a necessidade de projetar tarefas de investigação que incorporem mais características da ciência autêntica, que os alunos devem aprender que existem muitas formas de pesquisa científica, que o viés do observador é uma ameaça à interpretação e que diferentes pesquisadores usando diferentes métodos podem obter resultados diferentes. O trabalho apresentado por eles empregou análises cognitivas no intuito de obter *insights* sobre como promover a investigação autêntica nas escolas.

Já Munford (2006) avaliou até que ponto as atividades investigativas desenvolvidas na escola representavam fielmente o tipo de raciocínio dos cientistas e as visões sobre os conhecimentos produzidos neste contexto científico. Ela analisou diferentes abordagens ao ensino de ciência por investigação, incluindo uma análise dos Parâmetros Curriculares Norte-Americanos de Ensino de Ciências, e de alguns autores que avaliaram práticas escolares de ensino de ciências e que enfatizam a necessidade de aproximá-las ao máximo do trabalho de cientistas em seus laboratórios. Ela conclui que é necessário vivenciar

diferentes tipos de investigação científica - como aprendiz e como educador - para poder relacionar a ciência produzida por cientistas com experiências concretas e construir novos conhecimentos acerca do ensino por investigação no contexto das salas de aula.

Mais recentemente, Oliveira e Harres (2017) fizeram uma revisão de literatura e analisaram vinte artigos que abordam uma cooperação em diferentes cenários e apresentaram as principais contribuições que a interação entre professores e cientistas pode trazer para o desenvolvimento profissional docente. Eles verificaram que a maior parte dos esforços empregados no desenvolvimento profissional docente ocorre por meio de palestras, cursos e oficinas que buscam versar sobre conteúdos científicos específicos ou pedagógicos e que em geral os professores interagem com cientistas por um curto período de tempo e em situações pontuais, onde o professor tem uma postura passiva de ouvinte. Dentre suas contribuições, eles apontam que atividades propostas na forma de investigação provocam mudanças nas práticas docentes mais efetivas e significativas do que quando os professores adotam posturas passivas durante os processos formativos.

Nesta pesquisa procuramos ir mais profundamente naquilo que o professor entende por ciência autêntica. Entendemos que quando Chinn e Malhotra (2002) apontam para a necessidade de projetar tarefas de investigação que incorporem mais características da ciência autêntica, quando Munford (2006) enfatiza que é necessário vivenciar diferentes tipos de investigação científica para relacionar a ciência autêntica com a ciência ensinada nas salas de aula, ou ainda quando Oliveira e Harres (2017) apontam que as atividades de formação propostas aos professores na forma de investigação provocam mudanças mais efetivas e significativas, é necessário analisar o que se passa na cabeça dos professores diante de situações que envolvem ciência autêntica. São eles os principais responsáveis por fazer essa ponte e conduzir o aluno nesta jornada e para isso eles precisam estar seguros daquilo que ensinam e dos objetivos a serem alcançados. Quando colocamos professores em uma conversa direta com um cientista, nos questionamos até que ponto os professores compreendem a ciência autêntica, o que eles entendem por ciência autêntica e que compreensões apresentam quando em diálogo direto com um cientista e sua pesquisa.

Diante de nossas observações, que são apresentadas mais adiante em maiores detalhes, a ciência autêntica percebida pelos professores vai além da pesquisa desenvolvida em laboratório e se relaciona também ao esforço explícito e reflexivo a respeito da ciência e sua prática e suas consequências para a sociedade, ou seja, ela se envolve também com alguns aspectos da NdC.

2.2 - A Natureza da ciência

Definir o que vem a ser NdC não é uma tarefa simples. Rozentalski (2018) esclarece que a expressão é bem conhecida dos pesquisadores da área de Educação em Ciências, que existem divergências quanto a seu significado e que não há uma única definição para esse termo.

Há mais de trinta anos, Lederman (1992) a definiu como um modo de conhecer valores ou crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento. Já McComas, Clough e Almazroa (1998) a definiram como uma fértil arena que mistura aspectos de estudos sociais da ciência, das ciências cognitivas e uma rica descrição de como a ciência funciona, como os cientistas atuam e como a sociedade reage aos esforços científicos. Vital e Guerra (2014) afirmam que a NdC inclui contextos de produção da ciência, seus métodos, suas crenças, valores envolvidos, o papel dos cientistas e a relação das ciências com a sociedade, enquanto Moura (2014) esclarece que compreender a NdC significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que ela influencia e como é influenciada.

Ainda sobre a expressão NdC, Azevedo e Scarpa (2017) resumem que ela está fortemente associada à forma como a ciência funciona, como os cientistas coletam, interpretam e utilizam dados para as pesquisas científicas, como o conhecimento científico é produzido e construído e qual a relação desses fatores com a sociedade. Assim, entende-se que compreender a NdC e sua importância é fundamental para a formação de alunos e professores críticos que estejam integrados à realidade e ao mundo em que vivem.

Ainda de acordo com Moura (2014), esta compreensão é fundamental para a formação de professores e alunos mais críticos e integrados com a realidade e com o mundo. A defesa pela incorporação de discussões sobre a NdC no ensino tem sido uma constante em diversos âmbitos da educação. Ainda complementa que o propósito de fazer com que os professores ensinem não somente ciência, mas também sobre a ciência é um objetivo pretendido por um grande número de educadores, formadores e acadêmicos.

Mesmo não tendo uma definição geral e consistente de como a ciência avança ou uma fórmula que descreva o método científico, McComas e Olson (1998) apontam uma concordância substancial numa série de estudos sobre documentos de reforma curricular produzidos no Reino Unido, Canadá, Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia sobre os elementos da NdC que devem ser incluídos no currículo escolar, uma visão endossada por

Abd-El-Khalick, Bell e Lederman (1998), McComas, Clough e Almazroa (1998) e Cobern e Loving (2001). Os elementos a que eles se referem dizem respeito a: analisar e interpretar dados, ciência e certeza, hipótese, cooperação e colaboração, testes e método científico, desenvolvimento histórico do conhecimento científico, ciência e questionamento, diversidade de pensamento científico,. Embora sua pesquisa estabeleça um apoio claro para incluir esta lista específica de itens da NdC no currículo de ciências, Osborne et al. (2003) expressam preocupação de que os itens podem ser considerados pelos professores como componentes discretos e podem ser ensinados de forma abstrata e descontextualizada.

Em um esforço para tentar esclarecer mais sobre esse assunto, Osborne et al. (2003) realizaram um estudo conduzido pela Universidade de York, Universidade de Leeds, Universidade de Southampton e King's College London, cujo principal objetivo era desenvolver e melhorar a prática baseada em evidências no ensino de ciências. Eles procuraram entender empiricamente qual a extensão da concordância entre vinte e três participantes sobre quais ideias sobre ciência deveriam ser ensinadas nas escolas. O grupo era composto por cinco cientistas, cinco pessoas categorizadas como historiadores, filósofos e/ou sociólogos da ciência, cinco educadores de ciências, quatro professores de ciências e quatro comunicadores de ciências. Embora houvesse diferentes opiniões entre esses participantes sobre quais ideias sobre ciência deveriam ser ensinadas nas escolas, numa análise ao trabalho realizado por estes pesquisadores, Wong e Hodson (2009) apontam que houve concordância entre nove temas, são eles: método científico e testes críticos, criatividade, desenvolvimento histórico do conhecimento científico, ciência e questionamento, diversidade de pensamento científico, análise e interpretação de dados, ciência e certeza, hipótese e previsão, e cooperação e colaboração. Wong e Hodson (2009) então compararam esses temas com os temas identificados nas análises de documentos e normas de ensino de ciências, o que revelou diversas semelhanças: a ciência é experimental, subjetiva (no sentido de ser guiada pela teoria), baseada empiricamente e socioculturalmente incorporada (no sentido de influenciar a sociedade e ser influenciada por ela) e dependente da criatividade e imaginação humana. Eles apontam também uma preocupação com a necessidade de fazer uma distinção entre observação e inferência e reconhecer a diferença entre teorias e leis e enxergam no papel do professor uma essencialidade de forma a não levar esses temas para a sala de aula de forma descontextualizada.

De acordo com Dos Anjos e Justi (2015), a presença de aspectos da NdC tem sido

recorrente em documentos curriculares em diferentes partes do mundo. No Brasil não é diferente. As autoras complementam que houve um tímido passo quanto à apresentação e discussão de aspectos de NdC, percebido nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais) que apresentavam competências que deveriam ser desenvolvidas pelos estudantes ao longo da sua formação que abordavam a investigação e compreensão do conhecimento científico. Podemos perceber neste trecho que aparece nos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.

Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Pode-se pensar também na importância de se compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia nos mais diversos campos e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades [...] (BRASIL, 1999, vol. 2, p. 64)

No Plano Nacional de Educação (PNE) que vigorou entre 2001 e 2011, alguns objetivos relacionados a aspectos da NdC foram elencados e dentre eles destacavam-se a ampliação de atendimento dos níveis de ensino conforme pode ser observado no objetivo 3:

3. [...] A ampliação do atendimento, neste plano, significa maior acesso, ou seja, garantia crescente de vagas e, simultaneamente, oportunidade de formação que corresponda às necessidades das diferentes faixas etárias, assim como, nos níveis mais elevados, às necessidades da sociedade, no que se refere a lideranças científicas e tecnológicas, artísticas e culturais, políticas e intelectuais, empresariais e sindicais, além das demandas do mercado de trabalho. Faz parte dessa prioridade a garantia de oportunidades de educação profissional complementar à educação básica, que conduza ao permanente desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva, integrada às diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia.
[...] (BRASIL, 2001, p. 6)

De forma similar, as Diretrizes Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica de 2002 orientavam, também timidamente, que as licenciaturas deveriam incluir em seus currículos competências que favorecessem aos futuros professores o domínio de conteúdos a serem socializados de forma a relacioná-los com outros assuntos e seus diferentes significados e contextos, bem como as competências referentes a processos de investigação, não apenas discussões específicas à sua área de formação, indicando que algumas ideias da NdC estavam sendo contempladas, mesmo que não de forma explícita. No sexto artigo apresentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, na construção do projeto político pedagógico, deveriam

ser incluídas competências referentes ao conhecimento de processos de investigação.

[...] Parágrafo único. A aprendizagem deverá ser orientada pelo princípio metodológico geral, que pode ser traduzido pela ação-reflexão-ação e que aponta a resolução de situações-problema como uma das estratégias didáticas privilegiadas. Art. 6º Na construção do projeto pedagógico dos cursos de formação dos docentes, serão consideradas: [...] V - as competências referentes ao conhecimento de processos de investigação que possibilitem o aperfeiçoamento da prática pedagógica [...] (BRASIL, 2002, p. 3)

Na versão mais recente das Diretrizes Nacionais para a Formação de Professores de Educação Básica, dentre as competências gerais docentes da Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) as ideias que permeiam a NdC ainda estão presentes, como por exemplo no que podemos notar na sétima competência geral constante no anexo desta lei.

[...] 7. Desenvolver argumentos com base em fatos, dados e informações científicas para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental, o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta [...]. (BRASIL, 2019, p. 13)

Já na BNCC, que é o documento curricular vigente, podemos perceber a presença de aspectos epistemológicos da NdC como modelos, leis, teorias, regularidades etc. Já aspectos sociais da NdC são bem mais genéricos deixando a cargo da contextualização conforme pode apresentado nos trechos a seguir.

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, [...] a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza. Na área de Ciências da Natureza, os conhecimentos conceituais são sistematizados em leis, teorias e modelos. A elaboração, a interpretação e a aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. (BRASIL, 2018, p. 547)

A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. (BRASIL, 2018, p. 549)

Nesta perspectiva, diante de todas colocações apresentadas, entendemos que a NdC pode ser compreendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico e pode abranger uma visão mais avançada, tais como método científico, relação entre teoria e experimentação, elementos culturais, religiosos, políticos e sociais que interferem na aceitação ou rejeição de uma ideia ao longo da produção do conhecimento científico.

Ao desenvolver esta pesquisa, percebemos um viés crítico por parte dos professores diante da ciência que vem sendo produzida nos dias de hoje e sua influência na sociedade, talvez por conta da realidade vivenciada no momento. Entendemos que quando o professor aborda esse tipo de conceito, ele está se referindo, além de tudo, a aspectos da NdC. Afinal a NdC envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência. “Compreender a natureza da Ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada” (MOURA, 2014, p. 33).

2.3 - Relação entre Ciência autêntica e Natureza da Ciência:

Chinn e Malhotra (2002) apontam que a investigação científica autêntica se refere à pesquisa que os cientistas realmente realizam, é uma atividade complexa e que as escolas carecem de tempo e recursos para reproduzir tais tarefas de pesquisa. Em vez disso, os educadores costumam desenvolver tarefas mais simples que capturem componentes centrais do raciocínio científico e possam ser realizadas dentro das limitações de espaço, tempo, dinheiro e conhecimentos existentes na sala de aula. Ao realizar essas tarefas, espera-se que os alunos aprendam a raciocinar cientificamente.

De acordo com Osborne et al. (2003), atividades de investigação, cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico permitem aos alunos uma visão menos estereotipada da atividade dos cientistas. Sua discussão favorece o entendimento de que “o conhecimento científico é fruto de construção humana, é fruto de trabalhos colaborativos e resulta da contribuição de vários cientistas e comunidades científicas e é passível de aceitação e/ou refutação pelos seus pares” (DOS ANJOS E JUSTI, 2015, p. 3). Essas atividades de investigação, segundo Chinn e Malhotra (2002), aparecem regularmente em livros didáticos, mas estão em um extremo oposto à investigação científica. “Segundo seus estudos, as tarefas de investigação de livros

didáticos assumem uma epistemologia que está inteiramente em desacordo com a epistemologia da ciência real”⁴ (CHINN E MALHOTRA, 2002, p. 204).

Por outro lado, a NdC diz respeito a compreender do que a ciência é feita, como elaborá-la e o que ela influencia e como é influenciada na sociedade em que é produzida. Dos Anjos e Justi (2015) apontam que as dimensões morais e éticas no desenvolvimento do conhecimento científico devem estar claras para os alunos, esclarecendo que as escolhas sobre a aplicação de conhecimentos científicos não é livre de valores. Elas podem, portanto, entrar em conflito com valores morais e éticos de uma sociedade. Assim, o aluno poderá exercer sua cidadania mais intensamente quando estiver de posse dessa dimensão do conhecimento.

Esta pesquisa, conforme esclarecido no início deste trabalho, teve início com um convite recebido para participar de uma pesquisa internacional maior envolvendo ciência autêntica no âmbito escolar. O que se pretende com esta investigação é entender a compreensão dos professores sobre a prática da produção do conhecimento científico quando em contato com uma ciência autêntica, entender que compreensões têm esses professores sobre a educação em ciências, quando na perspectiva de apresentar aos alunos uma ciência mais próxima da ciência autêntica. Além disso, também procuramos entender quais as compreensões são apresentadas por esses professores no contexto social, político e econômico em que o conhecimento científico é produzido. Neste sentido, entendemos que a ciência autêntica vai além e se estende a conceitos que são descritos pela NdC quando aborda o conjunto de elementos que tratam da organização do conhecimento científico abrangendo uma visão mais ampla que envolve método científico, relação entre teoria e experimentação, elementos culturais, religiosos, políticos e sociais que interferem na aceitação ou rejeição de uma ideia ao longo da produção do conhecimento científico.

Chinn e Malhotra (2002) fizeram uma extensa pesquisa com o objetivo de determinar uma estrutura teórica que avaliasse as tarefas de investigação escolar com a ciência autêntica e descobriram que as tarefas de investigação comumente usadas nas escolas evocavam processos de raciocínio que eram diferentes dos processos empregados numa investigação científica real. Como resultado, os estudantes tendiam a desenvolver uma visão excessivamente simples da ciência, acreditando que a ciência seria uma disciplina que usa padrões simples de raciocínio que não são aplicáveis em outros empreendimentos

⁴ “As a result, textbook inquiry tasks assume an epistemology that is entirely at odds with the epistemology of real science”.

humanos.

Nós nos perguntamos se os professores também possuem essa visão simples ou confusa sobre a ciência e se eles percebem diferenças nas atividades empregadas nos livros didáticos em relação às atividades desenvolvidas pelos cientistas. Chinn e Malhotra (2002) também concluíram que tarefas de investigação simples usadas em processos de aprendizagem por professores requerem o uso de estratégias de raciocínio simples, muitas vezes algorítmicas. Em contraste, o raciocínio na ciência real envolve julgamentos incertos e heurísticas. Uma consequência das tarefas de investigação que invocam o raciocínio algorítmico é que os alunos podem vir a ver a ciência como compreendendo certo conhecimento derivado de regras lógicas simples de raciocínio. Eles não aprenderão que a ciência é incerta, constantemente submetida a escrutínio e revisão, empregando heurísticas que ficam aquém da certeza. Nós nos perguntamos se os professores também têm essa visão de ciência simples ou se percebem a complexidade quando se desenvolve ciência autêntica.

Diante da necessidade de entender esse cenário e dos argumentos apresentados para que a ciência seja desenvolvida nas escolas de forma mais efetiva, conforme os pesquisadores apontam, é necessário entender o que se passa no pensamento do professor responsável por elaborar e conduzir a aula e sobre determinado assunto, como ele compreende a construção da ciência e suas implicações. Dessa forma entendemos que a ciência autêntica se entrelaça à NdC, uma vez que a ciência autêntica trata da construção, organização e descrição das formas como a ciência é produzida pelos cientistas e a NdC vai além, incluindo elementos sociais, políticos, religiosos, culturais entre outros.

3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 - Projeto UCL: uma colaboração internacional

Em 2019 os professores da UNIFEI, Newton de Figueiredo Filho e Luciano Fernandes Silva, entraram em contato com uma pesquisa que estava sendo desenvolvida no Reino Unido que envolvia investigação sobre ciência autêntica em contextos educacionais. Eles foram convidados a formar uma colaboração internacional envolvendo algumas instituições de ensino pelo mundo, dentre elas a UNIFEI e a UCL. Os pesquisadores da UCL criaram uma experiência de pesquisa autêntica que envolvia cientistas do campo de Biociências da referida universidade e alunos de escolas públicas de Londres. A ideia central da pesquisa desenvolvida por eles era promover o encontro de cientistas do campo de Biociências com os estudantes, de tal forma que os cientistas pudessem apresentar para os alunos, por meio de uma linguagem acessível, os principais problemas investigativos nos quais estavam envolvidos. Nesse contexto, os estudantes tiveram um acesso direto aos produtores do conhecimento científico e receberam deles considerações sobre os desafios atuais de seus campos de atuação, pois de acordo com os pesquisadores, o diálogo “permite que os alunos desenvolvam sua compreensão das ideias científicas” (HADJICOSTI et al., 2021, p. 3).

Ao longo de 2021, à medida que esta pesquisa foi sendo desenvolvida, ficou-se em constante colaboração com os professores Ralph Levinson, Ruth Wheeldon e Stephen Price, atuantes na UCL, sobre as informações colhidas ao longo do processo. No dia dezoito de março de 2022 ocorreu uma reunião virtual com o professor Ralph Levinson na qual tivemos a oportunidade de mostrar o desenvolvimento da nossa pesquisa e ouvir a opinião dele sobre o assunto, bem como uma interação a respeito da pesquisa desenvolvida por eles em Londres. Em trinta de março, nosso grupo de pesquisa participou de um seminário conjunto denominado *Authentic Science Experiences Through Discussion* com a participação de equipes do Reino Unido, Chipre, Nova Zelândia, Espanha, Holanda e Coréia do Sul, todos envolvidos em pesquisas da mesma natureza que fazem parte desta colaboração. Pôde-se conhecer melhor e compreender o trabalho de cada uma das equipes e também apresentar o trabalho desenvolvido por nosso grupo de pesquisa a todos.

A equipe do Reino Unido mostrou sua pesquisa sobre como a ciência é percebida nas escolas pelos estudantes quando comparada com a pesquisa científica. O projeto se

concentrou em fornecer aos alunos a oportunidade de discutir e considerar um problema de pesquisa com sugestões e apoios de um pesquisador. Houve um debate entre os participantes envolvendo uma das descobertas: a possibilidade de alunos de escolas privadas conhecerem cientistas e entenderem seu trabalho muito melhor do que alunos das escolas públicas. De acordo com suas pesquisas no Reino Unido, a probabilidade de alunos de escolas privadas conhecerem cientistas e entenderem que seu trabalho é muito maior (seu capital científico é alto), enquanto os alunos das escolas públicas, especialmente aqueles com baixo nível socioeconômico, tal conhecimento é mais raro. Além disso, seus professores (das escolas públicas) são também menos propensos a ter experiência de pesquisa, demonstrada pelo pequeno número de professores com doutorado (um terço disso para escolas com financiamento privado).

A pesquisa realizada pela equipe do Chipre, com estudantes universitários e alunos de escolas de EB, teve o professor Kostas Korfiatis fornecendo informações de forma semelhante e estimulando a discussão, conforme observado anteriormente. O estudo considerou as características das discussões com os alunos durante a apresentação do problema de pesquisa em biologia e os resultados das discussões foram apresentados pela equipe. Após, ocorreu a oportunidade de apresentar a pesquisa do nosso grupo, desenvolvida no Brasil, e os resultados parciais que já haviam sido alcançados até aquele momento. Houve um momento de debate e a apresentação de possíveis novas tarefas, elaborações e colaborações. Foi uma experiência única que nos possibilitou uma interação internacional que permitiu compreender o programa de pesquisa desenvolvido pela UCL envolvendo a ciência autêntica no âmbito escolar.

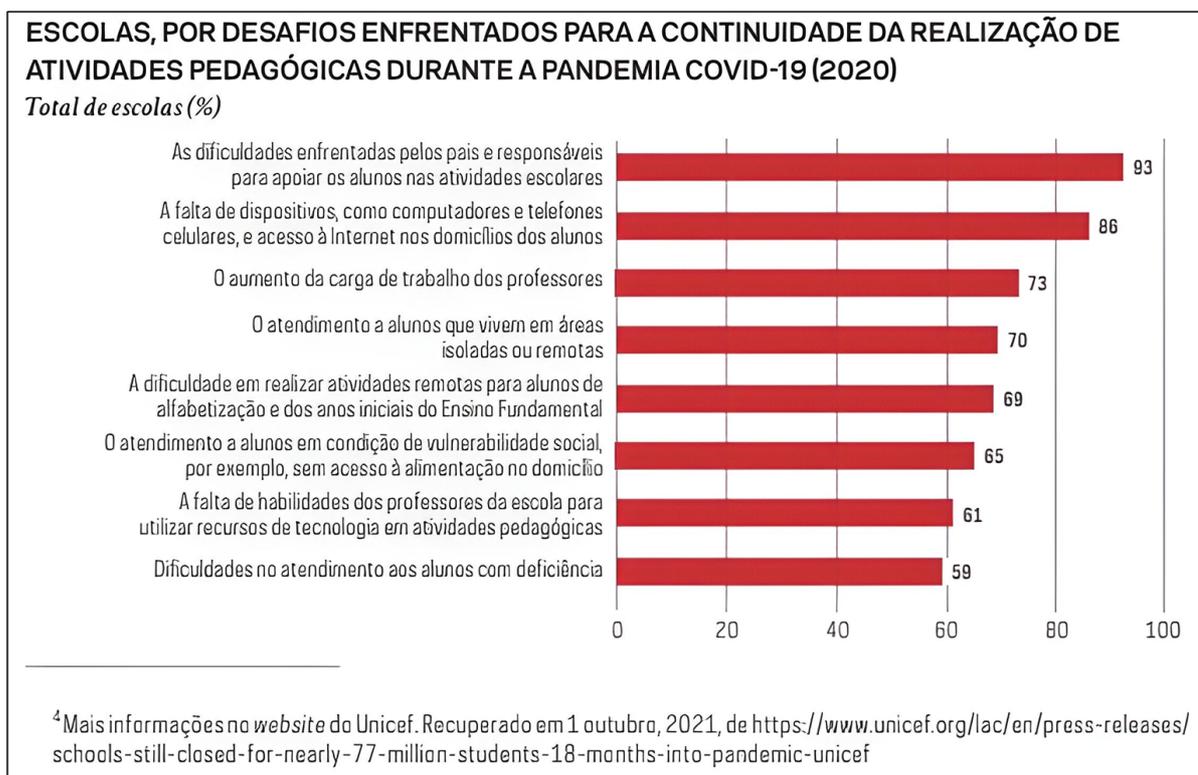
3.2 - Viabilidade do desenvolvimento da pesquisa no Brasil

No Brasil, inicialmente a ideia era de reproduzir a mesma pesquisa realizada no Reino Unido com alunos, levando-os a um laboratório de pesquisa para terem ações dialógicas com um cientista, mas devido à pandemia do Covid-19 isso se tornou inviável, pois a necessidade de distanciamento social era primordial para a saúde das pessoas. Então pensamos inicialmente em fazer o reverso e levar o cientista até os alunos, afinal muitas escolas estavam disponibilizando aulas online e os alunos procuravam acompanhar na maioria das vezes pelo celular. De acordo com dados fornecidos pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC.br) em pesquisa realizada pelo órgão em 2021:

“Além das desigualdades de raça e classe, a compreensão das desigualdades educacionais envolve também o acesso a equipamentos que viabilizem o ensino remoto, sobretudo no contexto social da pandemia COVID-19, iniciada em 2020. A pandemia impactou fortemente o sistema educacional brasileiro em virtude tanto das desigualdades dentro do sistema escolar quanto das desigualdades de acesso aos recursos necessários para a continuidade dos estudos no modo remoto” (COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL, 2021a, p. 118)

Devido às muitas dificuldades de acesso à internet e a aparelhos eletrônicos que os alunos possuíam, não seria possível desenvolver essa pesquisa com esse segmento. De acordo com a pesquisa disponibilizada pelo CETIC.br, no ano de 2021, os desafios enfrentados para que os alunos dessem continuidade às atividades pedagógicas de forma remota por meio de dispositivos eletrônicos foram diversos, 86% dos alunos não possuíam computadores, telefones celulares e acesso à internet em seus domicílios conforme apresentado no gráfico 1:

GRÁFICO 1 – ESCOLAS, POR DESAFIOS ENFRENTADOS PARA A CONTINUIDADE DA REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES PEDAGÓGICAS DURANTE A PANDEMIA COVID-19 (2020).



Fonte: COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL (2021b, p. 64)

Então voltamos nossa atenção aos professores, pois estes tiveram que se adaptar à nova realidade forçada pela pandemia com mais rapidez e poderiam, através de TDIC, participar desta pesquisa:

“O ensino remoto, que antes era uma ideia distante, se tornou realidade da noite para o dia. Os professores se adaptaram e passaram a perceber a tecnologia como uma aliada da aprendizagem. [...] 94% passaram a reconhecer a importância da tecnologia para o processo de aprendizagem.” (COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL, 2021b, p. 137)

Reconhecendo a importância desta pesquisa e todos os desafios que a pandemia COVID-19 impôs, chamamos atenção para a necessidade de colocarmos à disposição dados e informações sobre o(a) educador(a) e o que ele compreende sobre determinados assuntos. Se buscarmos nos apropriar de um discurso atualizado, alinhado ao que o(a) professor(a) quer e compreende sobre a ciência autêntica, parece que estamos em um dos caminhos possíveis: entender como compreendem e estão se sentindo para que a análise da

sua realidade possa ser mais bem compreendida e traduzida e assim, futuros pesquisadores poderão alinhar ações que conduzam a uma aprendizagem mais significativa.

Desta forma, construímos com professores da disciplina de Física de escolas públicas da microrregião de Itajubá uma ação dialógica entre um cientista da UNIFEI que desenvolve uma pesquisa envolvendo a construção de células fotovoltaicas. Optamos por esse tema pois é atual e possui grande interesse em diversos campos de pesquisa. Além disso, é um tema de grande interesse para a indústria e a economia. Há ainda grande interesse no assunto por parte da sociedade que pensa em questões de sustentabilidade ambiental. Entende-se que esta é uma boa oportunidade para os professores de física discutirem com um especialista a produção do conhecimento científico e construir diálogos que poderiam nos auxiliar a compreender as percepções destes profissionais quanto ao seu entendimento sobre a natureza da ciência.

A ideia desta pesquisa foi possibilitar a construção de um trabalho colaborativo entre a universidade e as escolas públicas. Mesmo considerando as diferenças dos contextos sociais no Brasil e no Reino Unido, parece-nos importante essa perspectiva na qual há o engajamento de cientistas no processo de apresentar aos estudantes da escola básica alguns aspectos da produção do conhecimento científico.

No nosso contexto, entende-se que a UNIFEI tem historicamente uma base sólida na produção de conhecimento científico e tecnológico, juntamente com o compromisso de aumentar as oportunidades de acesso ao ensino superior. Mas para entendermos como o jovem percebe a ciência autêntica, é necessário primeiro compreender como os professores atuantes nas escolas entendem como se dá a produção do conhecimento científico.

Ao pensar nos docentes de Física, tem-se consciência das enormes dificuldades que se enfrenta na atualidade, sobretudo por conta da vivência atual de uma pandemia associada com o vírus da Covid-19. Esse fato nos colocou explicitamente impedidos de atingir os estudantes da escola pública a contento. O trabalho com alunos das escolas públicas, da forma como foi feito em Londres, pode ficar para uma pesquisa no futuro.

A ideia desta pesquisa, foi colocar professores de Física que atuam no ensino básico na jurisdição da SRE de Itajubá em diálogo com um cientista do campo da Física da UNIFEI, que desenvolve uma pesquisa com células solares sensibilizadas por corante (DSSC) e, através desse diálogo, procurar entender as percepções que estes professores apresentam em relação à produção do conhecimento científico, afinal entendemos que

para se desenvolver aulas que envolvam ciência autêntica com seus alunos, é necessário que o professor conheça e entenda minimamente sobre o assunto para que se alcance os objetivos propostos.

Em um primeiro momento a pesquisa foi submetida para avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa. Após a aprovação (CAAE 48477421.0.0000.5094), foi realizado o levantamento, junto à superintendência de ensino, dos professores que atuam na disciplina de Física em escolas públicas. Conforme apontamos no início deste trabalho, o período em que ele foi desenvolvido coincidiu com o período da pandemia do Covid-19, então todos os contatos eram permeados por meios eletrônicos. Neste período, o celular foi a principal ferramenta utilizada para entrarmos em contato uns com os outros e foi através dele que conseguimos contactar os professores para convidá-los a participar e posteriormente, realizamos a primeira parte da coleta de dados. De acordo com pesquisas desenvolvidas naquela época pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil, o celular foi o principal dispositivo utilizado para comunicação.

Segundo a pesquisa TIC Domicílios 2019 (Comitê Gestor da Internet no Brasil [CGI.br], 2020), [...] O celular despontava como o dispositivo mais usado – 85% dos usuários de Internet [...] O uso principal foi para atividades de comunicação, que compreenderam o envio de mensagens por WhatsApp e/ou Messenger do Facebook, bem como o uso de redes sociais, como Facebook e/ou Instagram. (COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL, 2021b, p.157)

Através de uma mensagem de apresentação e explicação da pesquisa e seus objetivos, convidamos esses professores a participarem. Nossa amostra de professores foi composta por aqueles que nos retornaram as mensagens e concordaram em participar.

Dentre os professores que foram apresentados à pesquisa e convidados, nove concordaram, voluntariamente, em participar. Todos são professores de escolas públicas estaduais da região. Um deles atua em uma escola referência do governo de Minas Gerais e um deles, além de professor na escola estadual, é também professor em uma escola particular. Alguns desses docentes, que atuam na microrregião de Itajubá, são egressos do curso de Licenciatura em Física e ou da Pós-graduação em Educação em Ciências da UNIFEI. Eles lecionam em seis cidades diferentes em um raio de 75 km de Itajubá e trabalham em nove escolas estaduais diferentes.

Os docentes voluntários receberam *links* para os formulários de consentimento e questionários iniciais. A reunião com cada um e as entrevistas ocorreram remotamente, via

Google Meet. O principal objetivo da discussão foi familiarizá-los com os problemas da pesquisa apresentada e considerar como resolvê-los. Todos os participantes foram orientados com relação aos riscos mínimos da pesquisa e também das opções de pedido para se retirar dela e de não mostrar sua imagem ao longo das reuniões, desligando a câmera de vídeo. Todos os dados foram coletados de forma anônima e confidencial. Não havendo resultados prejudiciais, espera-se que os professores colaboradores do ensino básico incentivem seus alunos em seus estudos para no futuro se envolverem com pesquisadores de uma unidade de pesquisa de prestígio e pela oportunidade de discutir a pesquisa.

Com o auxílio inteiramente de tecnologias digitais, esta pesquisa pode ser desenvolvida com êxito e destaque aqui a eficiência das ferramentas que nos auxiliaram. Nosso primeiro contato com os professores foi através do aplicativo de comunicação nomeado *WhatsApp*, onde nos apresentamos, esclarecemos os objetivos da pesquisa e pedimos a colaboração dos professores. Após o consentimento dado, o professor recebeu um vídeo com um seminário em que o cientista se apresentava e explicava sua pesquisa em desenvolvimento envolvendo células solares DSSC. O professor teve total liberdade de assistir no local e horário que fosse mais conveniente a ele. Após o prazo de uma semana, ele foi convidado a se reunir com o cientista e a pesquisadora através de uma reunião online com o auxílio do aplicativo de videoconferência chamado *Google Meet* (mesmo aplicativo utilizado nas escolas públicas e indicado pelo governo do estado de Minas Gerais durante a pandemia) num horário que melhor lhe conviesse.

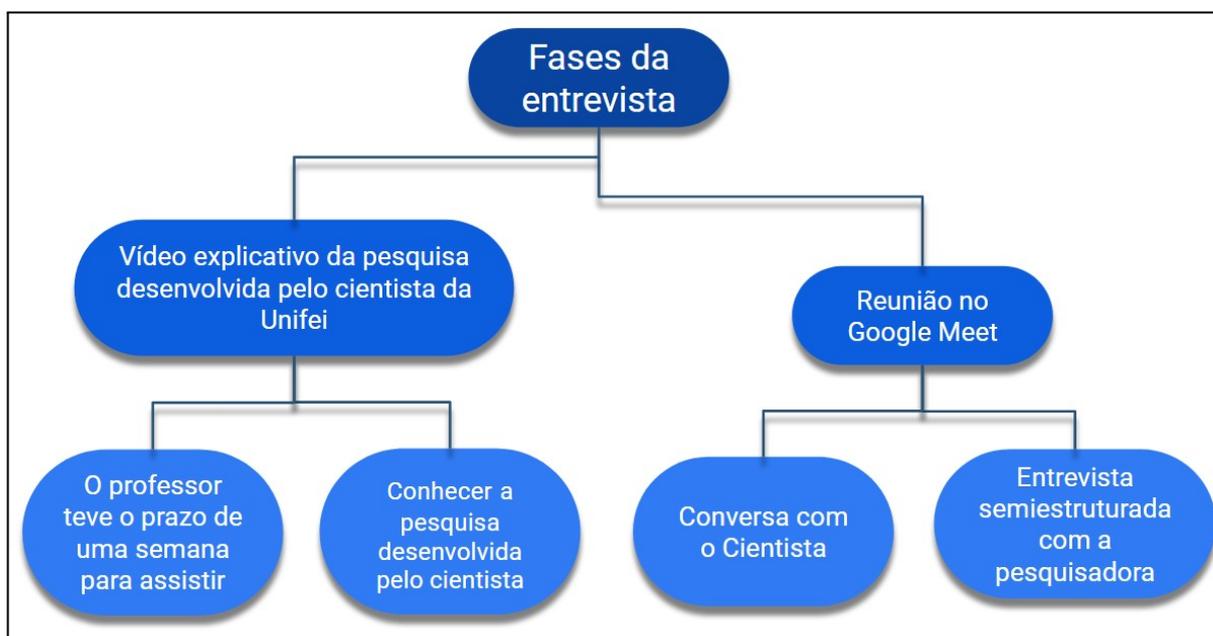
Assim, conforme apontado no título desta dissertação, os professores tiveram uma conversa com o cientista sobre a pesquisa desenvolvida e através de um diálogo aberto e uma entrevista semiestruturada, pudemos ouvir as compreensões apresentadas por eles diante de uma pesquisa contemporânea. Este momento aconteceu individualmente com cada professor. Numa mesma reunião, ele conversou num primeiro momento com o cientista e depois, num segundo momento com a pesquisadora, autora deste trabalho. Da mesma forma que no Reino Unido, quando os alunos tiveram a oportunidade de conversar com o cientista diretamente e expor suas compreensões, tivemos a oportunidade de ouvir e perceber algumas singularidades nas falas dos professores que apresentamos ao longo deste trabalho.

Ressaltamos aqui a importância da utilização das reuniões com o aplicativo *Google Meet* para pesquisas com professores, isso nos possibilitou oportunidade de envolver professores de diversas localidades, pois diferentemente dos alunos onde podemos convidar uma sala inteira, colocá-los num transporte e levá-los até o cientista, a disponibilidade do

professor é muito mais limitada devido aos seus horários de trabalho, distância da universidade e seria muito difícil desenvolver essa pesquisa de forma presencial, com a mesma agilidade e eficiência que as ferramentas digitais nos proporcionaram.

Conforme elucidamos anteriormente esclarecendo sobre a escolha dos professores para o desenvolvimento desta pesquisa, os passos para coleta de dados também foram adaptados de forma a permitir que a conversa entre cientista e professor acontecesse de forma eficiente com os meios digitais à nossa disposição. Para o desenvolvimento desta pesquisa, optou-se por dividir a coleta de dados em dois momentos, como apresentado esquematicamente na Figura 1.

FIGURA 1: ESQUEMA DE COLETA DE DADOS



Fonte: autoria própria (2022).

No primeiro momento, os participantes foram convidados a assistir a um vídeo em que um cientista do campo da Física lhes apresentou sua pesquisa em desenvolvimento sobre células solares DSSC. No segundo momento os professores foram convidados a participar de uma conversa com o cientista sobre a pesquisa desenvolvida. Como forma de estabelecer um padrão nas conversas, o cientista utilizou as questões apresentadas no Quadro 1 como forma de orientação com os professores de Física da EB. Nesta etapa, a pesquisadora, autora desta dissertação, também esteve presente, registrando num diário de campo suas percepções sobre os entrevistados e a conversa estabelecida. No terceiro momento da pesquisa os professores de

física permaneceram na reunião e participaram de uma entrevista semiestruturada com a pesquisadora, que realizou o conjunto de questões apresentadas no Quadro 2. Esta etapa também ocorreu individualmente. Todos os três momentos ocorreram remotamente devido à necessidade de distanciamento social imposto pela pandemia da Covid-19.

QUADRO 1 - QUESTÕES REALIZADAS PELO CIENTISTA

Questões	
1	Assistindo ao vídeo você compreendeu como uma célula solar funciona?
2	Você entendeu que problemas estávamos pesquisando?
3	Suponha que você esteja envolvido numa pesquisa desse tipo, você teria uma proposta, para enfrentar esse problema?
4	Dentre os seus alunos você veria a possibilidade de alguns voluntários participarem de uma pesquisa dessa natureza?

Fonte: autoria própria (2022)

QUADRO 2 - QUESTÕES REALIZADAS PELA PESQUISADORA

Partes	Objetivos	Questões
PARTE 1 Perfil dos participantes da pesquisa	Construir um perfil deste professor (a) que atua no ensino médio no campo do ensino de Física.	1- Quais foram as razões da escolha da sua formação acadêmica?
		2- Qual foi seu curso inicial de graduação que lhe permitiu ministrar aulas de Física no ensino médio?
		3- Em que universidade/ faculdade você fez a graduação? Conte um pouco da sua formação inicial.
		4- Você fez alguma iniciação científica? Mestrado? Doutorado?
		5- Qual foi o tema do seu trabalho final de graduação? Conte um pouco sobre este trabalho.
PARTE 2 Dados sobre compreensão do ensino de Física	Obter dados sobre a compreensão do professor de Física sobre o ensino de Física na escola pública	6- Na sua opinião qual é o objetivo de ensinar física no ensino médio?
		7- Como é ser professor no estado?
		8- Como você procura ensinar Física nas escolas?
		9- Que conceitos você normalmente aborda com seus alunos?
PARTE 3 Dados sobre compreensão do conhecimento científico	Obter dados sobre a compreensão dos professores de Física sobre a produção do conhecimento científico	10- Na sua opinião, em quais situações os alunos do ensino médio aprendem algo sobre a produção do conhecimento científico?
		11- Como trabalha um cientista na produção do conhecimento?
		12- O que distingue um problema de pesquisa de um problema de Física em um livro didático?
		13- O que você entendeu sobre a pesquisa desenvolvida pelo cientista que trabalha com fotocélulas?
		14- Quais os problemas de pesquisa que aquele cientista está envolvido?
		15- Os problemas de pesquisa apresentados pelo cientista são problemas abertos? Ou são problemas como uma solução à vista?
		16- Você ficou com alguma dúvida sobre o trabalho do cientista? Qual?
17- O que você gostaria de saber (em acréscimo) sobre o trabalho daquele cientista?		
PARTE 4 Dados sobre pretensões do professor na sala de aula	Obter dados sobre o que o professor pretende fazer em sala de aula após a conversa com o cientista.	18- O que você entende que pode ser modificado em suas aulas depois da conversa com o cientista?
PERGUNTA DE AFERIÇÃO:	Utilizadas caso o professor se disperse do assunto relacionado a pergunta referente.	1 - E no campo da Física, como você acha que é a produção? (referente à pergunta 11)
		2 - E o livro didático, como são os problemas? (referente a

		pergunta 12)
--	--	--------------

Fonte: autoria própria (2022).

O conjunto de dados obtidos da conversa com o cientista e da entrevista com a pesquisadora foram utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa. A análise das falas é apresentada nas próximas seções.

3.3 - Participantes

Como mencionado anteriormente, dadas as restrições impostas pela Covid-19, todos os momentos da coleta de dados foram conduzidos no formato remoto com cada um dos nove professores participantes. Além do professor convidado, estavam presentes em cada entrevista o cientista e a pesquisadora. O principal objetivo da discussão foi familiarizar os professores com o problema de pesquisa e considerar como resolvê-los, além de apontar comportamentos relativos à produção do conhecimento científico que podem ser abordados em sala de aula.

A participação dos professores na pesquisa foi inteiramente voluntária e estes receberam um formulário explicando a pesquisa e que eles poderiam participar ou não. Permissões por escrito foram fornecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa e pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE-MG). Os participantes deram sua permissão por escrito para serem gravados em áudio e vídeo e estavam cientes de que poderiam desistir da pesquisa a qualquer momento e terem seus dados completamente excluídos. Os participantes são identificados aqui por P1, P2, ... P9.

Cabe aqui informar que nenhum dos professores teve contato com os tópicos de DSSC ao longo de seus estudos universitários ou de pós-graduação. Na Tabela 1 são apresentadas informações sobre o perfil pessoal de cada professor e o tempo de experiência na função. No Quadro 3 é apresentado o perfil de formação acadêmica de cada professor que participou desta pesquisa.

TABELA 1 - PERFIL PESSOAL DOS PROFISSIONAIS E TEMPO DE EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL

Identificação	Idade	Gênero	Tempo de experiência profissional
P1	36 anos	Feminino	14 anos
P2	37 anos	Masculino	14 anos
P3	29 anos	Masculino	7 anos
P4	42 anos	Masculino	14 anos
P5	45 anos	Masculino	10 anos
P6	31 anos	Masculino	7 anos
P7	34 anos	Masculino	8 anos
P8	38 anos	Masculino	2 anos
P9	48 anos	Masculino	22 anos

Fonte: autoria própria (2022).

QUADRO 3 – FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS ENTREVISTADOS

Identificação	Formação Acadêmica	Especialização	Mestrado	Doutorado
P1	Matemática e Física			
P2	Física		Mestrado em Ciência de Materiais	Doutorado em Ciência de Materiais
P3	Matemática e Física		Mestrado em Educação em Ciências	Cursando Doutorado em Ensino de Física
P4	Física		Mestrado em Engenharia de Materiais	Cursando Doutorado
P5	Matemática, Física e Química			
P6	Matemática, Física e Enfermagem	Especialização em Supervisão e Orientação. Pós-graduação em Formação de Professores	Mestrado com foco na Formação de Professores	
P7	Física		Fez duas disciplinas isoladas de Mestrado em Educação em Ciências	
P8	Engenharia Agrícola			
P9	Licenciatura em Matemática	Pós-graduação em Psicopedagogia		

Fonte: autoria própria (2022).

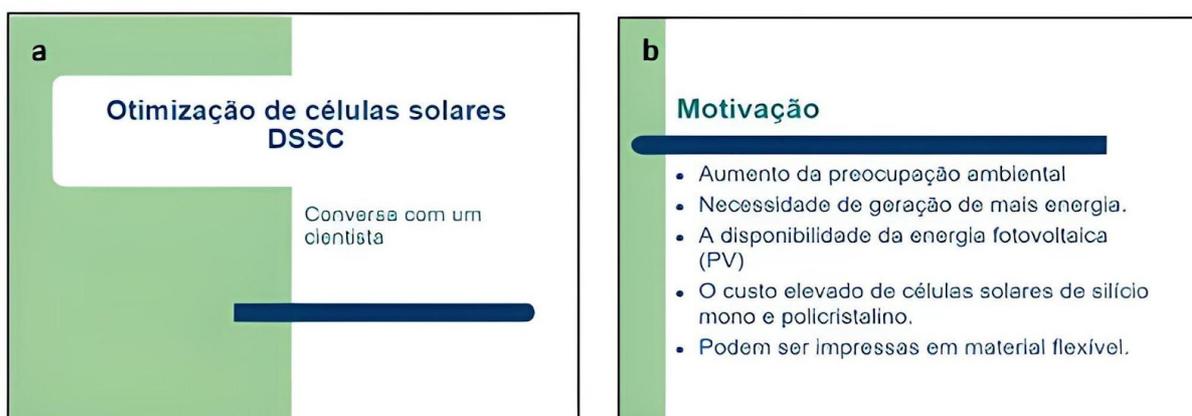
3.4 - Coleta de dados e contextualização

As discussões com os professores ocorreram no mês de novembro de 2021 entre os dias 4 e 18. Cada reunião teve duração média de 40 minutos. Os participantes receberam previamente um vídeo, de aproximadamente 20 minutos, em que o cientista apresentava o problema de pesquisa sobre DSSC com o qual ele estava envolvido. Os professores tiveram o prazo de uma semana para assistirem o vídeo. O objetivo desta atividade foi dar a oportunidade ao entrevistado de assistir e refletir sobre os problemas estudados em relação à pesquisa.

O problema de pesquisa relatado no vídeo foi apresentado nas seguintes etapas: apresentação da pesquisa (Figura 2a), motivação que conduz a pesquisa (Figura 2b), explicação sobre estrutura dos semicondutores (Figura 2c), estrutura das células solares de silício (Figura 2d), apresentação do conceito de energia de Fermi (Figura 2e), explicação do que é uma junção PN (Figura 2f), comportamento da junção em uma célula solar de Si (Figura 2g), características de uma DSSC (Figura 2h), funcionamento básico de uma DSSC (Figuras 2 i e j) e problemas encontrados (Figura 2k).

FIGURA 2 - ETAPAS DA APRESENTAÇÃO DO PROJETO PELO CIENTISTA

Apresentação da (a) pesquisa aos participantes e (b) motivação da pesquisa desenvolvida; (c) explicação básica do funcionamento de um semicondutor; (d), (e), (f) e (g) explicação do funcionamento de uma célula solar de silício; (h), (i) e (j) apresentação do funcionamento e construção de uma célula solar sensibilizada por corante; (k) apresentação dos principais problemas de pesquisa enfrentados no desenvolvimento deste dispositivo.



c

Semicondutor

d

Células solares de Silício (Si)

- Ao se adicionar átomos dopantes com três elétrons de valência, aparecem buracos, tornando o semicondutor do tipo P.
- Ao adicionar átomos dopantes com cinco elétrons de valência, haverá elétrons em excesso que vão para a BC.

e

- Nos semicondutores existe um nível de energia chamada energia de Fermi que no semicondutor tipo N é maior que a do tipo P.
- A Energia de Fermi é a energia do nível ocupado mais energético em um sistema quântico fermiônico à temperatura de zero absoluto.

f

- Na construção de uma célula solar de Si são empregados ambos os tipos de semicondutores, formando uma junção PN.
- Na junção os lados N passar ficar negativa inverso ocorre cargas aprisic

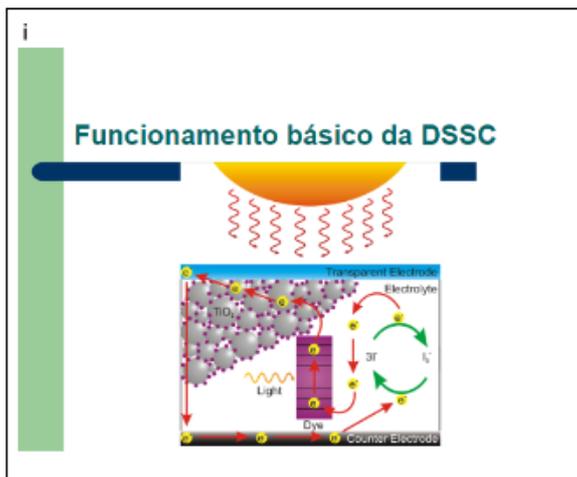
g

- Ocorre o nivelamento das energias de Fermi do lado N com o lado P, na região da junção.
- Se a junção for exposta à luz, com energia maior que a BG, ocorrerá a formação de pares elétrons-buracos

h

Células solares sensibilizadas por corante

- Do inglês: Dye Sensitized Solar Cells – DSSC
- Alternativa de baixo custo.
- Eficiência em torno de 10% na configuração clássica
- Modificações aumentam essa eficiência.



j

Funcionamento básico da DSSC

- Excitação do Corante:
 $D + h\nu \longrightarrow D^*$
- Injeção de elétrons:
 $D^* + \text{TiO}_2 \longrightarrow D^+ + e^- \text{ (BC do TiO}_2\text{)}$
- Regeneração do Corante:
 $D^+ + 3/2 I^- \longrightarrow D + 1/2 I_3^-$
- Regeneração do Eletrólito
 $1/2 I_3^- + e^- \text{ (contra eletrodo)} \longrightarrow 3/2 I^-$

k

Problemas da DSSC

- Baixa eficiência.
- Processos de recombinação:
 $D^+ + e^- \text{ (BC do TiO}_2\text{)} \longrightarrow D$
 $1/2 I_3^- + e^- \text{ (BC do TiO}_2\text{)} \longrightarrow 3/2 I^-$
- Resistência do contra eletrodo e do eletrodo.

Fonte: Slides apresentados no vídeo pelo cientista (2022).

Após o envio do vídeo, os participantes receberam um link para a reunião remota em horário agendado por eles, de acordo com a disponibilidade. Em cada conversa estavam presentes um professor da disciplina de Física que seria entrevistado, o cientista e a pesquisadora. A reunião foi dividida em duas partes. Na primeira, promovemos um diálogo entre o professor e o cientista quando eles puderam conversar sobre a pesquisa em desenvolvimento, suas percepções, dúvidas e implicações na sociedade. Durante esse diálogo, o cientista utilizou um roteiro que lhe permitiu conduzir a conversa de modo a identificar a compreensão que aquele professor apresentava sobre o problema (Quadro 1).

Na segunda parte da reunião a pesquisadora deu continuidade ao diálogo com o professor utilizando-se de uma entrevista semiestruturada para identificar as percepções destes sobre a produção do conhecimento científico, como descrito no Quadro 2.

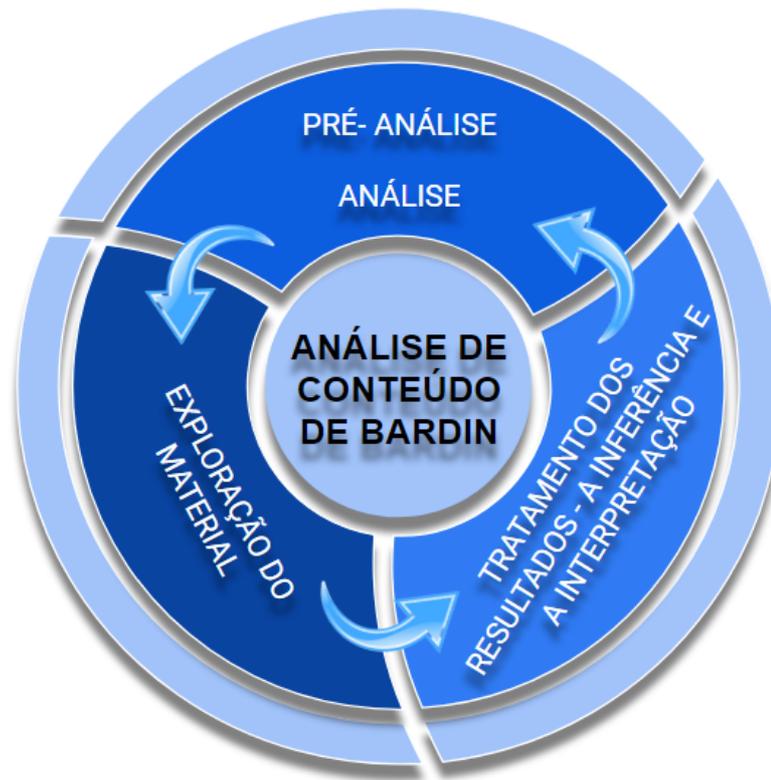
3.5 - Análise de dados

Por promovermos uma ação dialógica entre professores e cientistas, consideramos na pesquisa a fala contextualizada do entrevistado sobre as ações e relações de seu cotidiano, optamos por realizar uma pesquisa de natureza qualitativa/interpretativa uma vez que a investigadora estaria envolvida em uma experiência intensiva com os participantes. De acordo com Cohen, Manion e Morrison (2000) as pesquisas qualitativas são de natureza indutiva e buscam entender a subjetividade da experiência humana e do mundo, além de focar as ações e as intenções dos atores envolvidos na pesquisa. Os dados obtidos e construídos a partir de contextos sociais são ricos e complexos em significados. Nesse sentido, o trabalho do pesquisador é de natureza interpretativa e os dados são socialmente situados, relatados de forma contextual, dependentes e ricos. Às vezes o estudo pode ser organizado em torno da identificação do contexto social, político ou histórico do problema, sendo a pesquisa qualitativa uma forma de investigação interpretativa do pesquisador.

Para organizar e compor o corpus desta pesquisa utilizamos a Análise de Conteúdo de Bardin (2010). “A análise do conteúdo é um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados” (BARDIN, 2010, p. 15). De acordo com a autora, uma análise de conteúdo ocupa-se de uma descrição sistemática, objetiva e quantitativa do conteúdo extraído das comunicações e sua respectiva interpretação. É um conjunto de instrumentos metodológicos que podem ser aplicados a discursos extremamente diversificados, com uma hermenêutica controlada baseada na inferência, possibilitando o cálculo de frequências que fornecem desde dados cifrados até a extração de estruturas traduzíveis em modelos (Figura 3).

Optou-se pela análise de conteúdo, pois é uma ferramenta que permite examinar discursos ou sistematizar narrativas como as produzidas na conversa entre o cientista e os professores e também na entrevista realizada pela pesquisadora com os professores. Quando bem estruturada, a análise de conteúdo é uma importante ferramenta para os trabalhos que utilizam metodologia qualitativa. “Desta forma, é um procedimento com grande potencial de desenvolvimento e que pode contribuir efetivamente com o avanço do conhecimento científico” (SILVA; FIGUEIREDO FILHO; SILVA, 2015, p. 123). Bardin (2010) sugere três etapas na fase de planejamento de uma análise de conteúdo apresentados na figura 3:

FIGURA 3 - FASES DA ANÁLISE DE CONTEÚDO DE BARDIN



Fonte: autoria própria (2022)

Na pré-análise procura-se organizar o material a ser analisado com o objetivo de sistematizar as ideias iniciais. Faz-se uma organização por meio de quatro etapas: (a) leitura flutuante onde procura-se conhecer os textos; (b) Seleção dos documentos para a demarcação do que será analisado; (c) formulação das hipóteses e possíveis núcleos de sentido; (d) referenciar índices e elaborar indicadores por meio de recortes de texto nos documentos de análise (Bardin, 2010).

Na exploração do material faz-se a definição de categorias e a identificação das unidades de registro (unidade de significação corresponde ao segmento de conteúdo, visando à categorização e à contagem frequencial) e das unidades de contexto nos documentos (unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e compreender a significação exata da unidade de registro) (Bardin, 2010).

No tratamento dos resultados, inferência e interpretação, faz-se a condensação e o destaque das informações para análise. Estas culminam nas interpretações inferenciais; é o

momento da análise reflexiva e crítica (Bardin, 2010).

Especificamente para este trabalho, em um primeiro momento realizamos a transcrição de todo o material proveniente dos áudios das entrevistas e das anotações do diário de campo. Para essa ação utilizamos o editor de texto *Google Docs*. O *Google Docs* é o editor de texto na nuvem do *Google*⁵ e funciona de forma síncrona e assíncrona. Ele permite criar e editar documentos *online* e ao mesmo tempo, colaborando em tempo real com outros usuários. Para a transcrição utilizamos a ferramenta de digitação por voz proporcionada por esse editor de texto, assim as entrevistas que foram gravadas em vídeo puderam ser transformadas em texto. Após, fizemos uma revisão manual das transcrições fazendo os ajustes necessários gramaticalmente e na pontuação. Acrescentamos também uma marcação temporal nas falas de forma a facilitar a conferência após as análises, caso fossem necessárias. A partir desta transcrição foram realizadas algumas leituras flutuantes para que fosse possível apropriar-se do contexto e pensar em possíveis núcleos de sentido. Segundo Bardin (2010), na fase inicial o material deve ser organizado, compondo o *corpus* da pesquisa.

Em um segundo momento, ainda na fase da pré-análise, as transcrições foram inseridas em um computador contendo *software* NVivo⁶ que realiza análise de dados qualitativos. “O NVivo é um programa para análise de informação qualitativa que integra as principais ferramentas para o trabalho com documentos textuais, multimétodo e dados bibliográficos” (SILVA; FIGUEIREDO FILHO; SILVA, 2015, p. 125). Ele ajuda a organizar e analisar dados não numéricos ou não estruturados permitindo que o pesquisador organize as informações, examine relacionamentos nos dados, combinando análises com vinculações, identificando tendências e examinando as informações de várias maneiras. O avanço tecnológico ajuda a realizar essas análises com maior precisão tornando esses programas bastante úteis conforme Silva e Silva Filho (2015) apontam:

“O avanço tecnológico favoreceu o desenvolvimento de muitos softwares que auxiliam na realização de análises de dados. Suas funcionalidades variam desde análises simples, como estatística descritiva e contagem de palavras até procedimentos mais complexos como elaboração de mapas de conexão e a estimação de modelos de séries temporais. Em particular, no que diz respeito a análise de

⁵ Google é uma empresa multinacional americana de tecnologia com foco em tecnologia de mecanismos de busca, publicidade online, computação em nuvem, software de computador, computação quântica, comércio eletrônico, inteligência artificial e eletrônicos de consumo. Para mais informações acessar: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/drive/>>

⁶ NVivo é um pacote de software de computador de análise de dados qualitativos (QDA) produzido pela QSR International. “NVivo é um software que suporta métodos qualitativos e variados de pesquisa. Ele é projetado para ajudar a organizar, analisar e encontrar informações em dados não estruturados ou qualitativos como: entrevistas, respostas abertas de pesquisa, artigos, mídia social e conteúdo web”. Ver <<http://www.qsrinternational.com/nvivo>>

conteúdo, o surgimento desses programas foi essencial para viabilizar a codificação e categorização de uma enorme quantidade de informações. [...] Esses programas são bastante úteis quando estamos trabalhando com uma pesquisa que tem um grande número de dados ou quando precisamos confrontar as informações.” (SILVA, FILHO e SILVA, 2015, p. 124)

A figura 4 apresenta uma visão geral do percurso realizado no software NVivo que nos propiciou os meios de análise do material para o alcance de nossos resultados neste trabalho.

FIGURA 4 - PERCURSO DE ANÁLISE DA PESQUISA NO SOFTWARE NVIVO



Fonte: autoria própria (2022)

O *software* nos ajudou a organizar os dados a partir de núcleos de sentido. Dentro do NVivo, no processo de organização, iniciamos o trabalho fazendo *upload* dos textos transcritos das entrevistas, que foram organizados em pastas dentro do programa, estabelecendo uma hierarquização inicial do projeto de acordo com os dias das entrevistas realizadas.

“O programa tem sua interface baseada nas diretrizes da *Microsoft*, o que facilita o uso devido à familiaridade. No processo de organização dos dados o pesquisador inicia reunindo os textos/áudio/imagens/vídeo em “nós/nodes”, que são organizados em pastas estabelecendo uma hierarquização do projeto. Os “nós” funcionam como variáveis que reúnem informações descritivas do texto, possibilitando a identificação

de tendências. Por exemplo frequência e árvores de palavras. Os “nós” assumem significados diferentes dependendo do interesse do trabalho”. (SILVA; FIGUEIREDO FILHO; SILVA, 2015, p. 125)

Neste trabalho os “nós” são fragmentos de textos, ou seja, pequenos excertos das transcrições das entrevistas que apareceram com uma certa tendência. No NVivo, um nó é uma coleção de referências sobre um tema, caso ou relacionamento específico. Reúne-se às referências 'codificando' as fontes para um nó. Ao abrir o nó (clicando duas vezes nele na visualização de lista), é possível ver todas as referências em um só lugar. As anotações em diário de campo que realizamos durante as entrevistas puderam, através do software, ser associadas a outros documentos como os textos da fundamentação teórica através de anotações internas do programa. É possível, dentro do *software*, hierarquizar categorias e subcategorias, o que auxiliou a procura dos dados.

“A categorização é uma operação de classificação de elementos construtivos de um conjunto por diferenciação e seguidamente, por reagrupamento segundo gênero (analogia), com os critérios previamente definidos” (BARDIN, 2010 p. 145)

A partir desta organização foram construídos agrupamentos. Para sistematizar e analisar os dados coletados, a leitura constituiu o principal procedimento de pesquisa, momento no qual foram analisados o material transcrito e identificaram-se informações que pudessem apresentar dados relevantes para os objetivos desta pesquisa como por exemplo: como os professores entendem a produção do conhecimento científico estando em diálogo direto com um cientista, como compreendem a educação científica quando apresentada aos alunos uma ciência próxima do real ou ainda o que pensam os professores sobre o contexto social, político e econômico em que o conhecimento científico está sendo produzido.

Após uma primeira leitura flutuante e seletiva, iniciou-se uma análise crítica do material transcrito. Buscou-se identificar as informações relevantes que estavam relacionadas com os objetivos da pesquisa. Esse processo de reconhecimento das informações relevantes se deu por meio da identificação dos núcleos de sentido do texto.

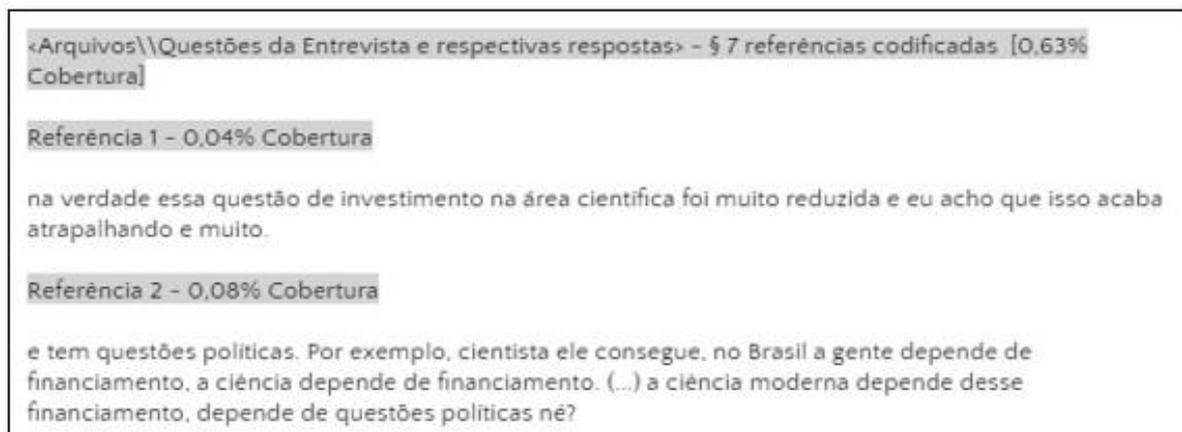
No NVivo, foram elaboradas fichas de leitura para organizar os núcleos de sentido. Junto aos núcleos de sentido, conforme solicita uma análise de conteúdo temática, deixou-se registrados passagens e excertos dos textos transcritos que apontavam os elementos mais importantes na pesquisa. Por sua importância, as passagens ou excertos dos textos e das entrevistas constituíram em material privilegiado para a nossa análise. Os critérios para a escolha dos excertos estavam diretamente relacionados com os objetivos específicos desta

pesquisa que são:

- a) *buscar distinguir que compreensões sobre a prática da produção do conhecimento científico no campo da física são apresentadas por professores de física que atuam em escolas públicas do Ensino Médio;*
- b) *que compreensões possuem esses professores sobre o contexto social, político e econômico em que o conhecimento científico é produzido;*
- c) *que compreensões possuem esses professores sobre a educação em ciências, na perspectiva de apresentar aos alunos do ensino médio uma ciência mais próxima do real.*

Destaco aqui a importância do uso das TDIC que permitiram realizar a pesquisa, mesmo em período de afastamento social imposto pela pandemia. Além disso, possibilitou a rápida comunicação entre professores que não teriam a possibilidade de participar da pesquisa se esta estivesse no modelo presencial. Todos os diálogos das conversas com o cientista e as entrevistas com a pesquisadora foram analisados e separados de acordo com sua significância, baseado nos objetivos desta pesquisa. Procuramos destacar tudo aquilo que era relevante e poderia nos indicar possíveis respostas ao nosso problema de pesquisa. Na codificação efetuamos recortes das unidades de registro separando trechos de frases e sentenças que nos ajudariam a responder nosso problema de pesquisa, descartando assim, tudo aquilo que não era relevante e fugia do assunto. Utilizamos as ferramentas do programa NVivo para realizar os recortes das unidades de registro e agrupá-las de acordo com o tema envolvido. As unidades de contexto foram fornecidas pelo programa através de links que indicavam os textos onde as falas foram originadas (Figura 5). Através de uma análise da pertinência de cada unidade de registro relacionada à sua unidade de contexto, fizemos uma seleção das sentenças que eram relevantes e nos indicavam possíveis respostas ao nosso problema de pesquisa.

FIGURA 5 - UNIDADES DE REGISTRO NVIVO



Fonte: autoria própria (2022)

Após, relemos cuidadosamente o material com a finalidade de realizar agrupamentos das unidades de registro para posterior análise. Bardin (2010) esclarece que os temas com maior frequência devem ser recortados para análise:

“Os temas que se repetem com muita frequência são recortados do texto em unidades comparáveis de categorização para análise temática e de modalidades de codificação para o registro dos dados” (Bardin, 2010, p.100).

Cada unidade de registro foi isolada e algumas foram reescritas para que fossem compreendidas fora do contexto original em que se encontravam. Nesta transformação de dados brutos em unidades de registro, tivemos o cuidado de levar em conta que elas deveriam representar conjuntos de informações que teriam significado completo em si mesmas, ou seja, poderiam ser interpretadas sem auxílio de informação adicional. Isso foi importante pois essas unidades de registro, nas fases posteriores da análise, seriam tratadas fora do contexto das mensagens originais.

Após, cada unidade de registro foi submetida a classificação para a criação dos núcleos de sentido, num esforço para realizar uma síntese de forma a destacar os aspectos mais importantes dos dados. Isso facilitou nossa análise das informações, pois foi realizada com base numa fundamentação precisa do problema de pesquisa. Entendemos que a análise do material não deve acontecer de forma sequencial e linear, mas de forma cíclica e circular, pois é necessário extrair significado dos dados. Nesta fase realizamos a categorização utilizando critérios expressivos dos dados coletados. Moraes (1999), define a categorização como um procedimento de agrupamento de dados com características comuns:

A categorização é um procedimento de agrupar dados considerando a parte comum existente entre eles. Classifica-se por semelhança ou analogia, segundo critérios previamente estabelecidos ou definidos no processo. Estes critérios podem ser semânticos, originando categorias temáticas. Podem ser sintáticos definindo-se categorias a partir de verbos, adjetivos, substantivos, etc. As categorias podem ainda ser constituídas a partir de critérios léxicos, com ênfase nas palavras e seus sentidos ou podem ser fundadas em critérios expressivos focalizando em problemas de linguagem. (MORAES,1999, pág. 6)

Depois de organizar os núcleos de sentido, foi realizada a sua classificação em subcategorias, que foram organizadas em tabelas. A Figura 6 ilustra de forma geral, os três momentos do procedimento utilizado para a análise dos dados coletados.

FIGURA 6 - ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS



Fonte: autoria própria (2022).

Oliveira et al. (2003) afirmam que o sistema de categorização ocorre mediante um reagrupamento progressivo de categorias, variando desde uma amplitude de generalidade mais forte até uma generalidade mais fraca (o que caracteriza as subcategorias) e que há a possibilidade de uma categorização com categorias *a priori*, sugeridas pelo referencial teórico, e com categorias *a posteriori*, elaboradas após a análise do material. No caso deste trabalho, optou-se por construir as categorias *a posteriori* baseadas nas análises do material que coletamos e chegamos a três categorias gerais: (a) Conhecimento científico em geral, (b) relação entre ciência e sociedade e (c) transmissão do conhecimento científico, conforme

apresentado no quadro 4:

QUADRO 4 – CATEGORIAS

Unidades de Significação	Objetivos da pesquisa	Categoria
Entendimento da pesquisa apresentada	Compreensão sobre a produção do conhecimento científico	Conhecimento científico em geral
Identificação do problema de pesquisa apresentado		
Proposta de modelos para solução de um problema aberto		
Relação ciência e sociedade	Compreensão sobre o contexto social em que a ciência é produzida	Relação entre ciência e sociedade
Identificação de elementos influenciadores		
Objetivo de se ensinar Física	Compreensão sobre como levar ao aluno o ciência autêntica	Transmissão do conhecimento científico
Situações em que os alunos aprendem sobre a produção do conhecimento científico nas escolas		
Como ensinar Física		

Fonte: autoria própria (2022).

De acordo com os objetivos desta pesquisa, após a realização de todas as análises das subcategorias, chegamos a 8 unidades de significação que foram agrupadas de forma a compor três categorias gerais, conforme apresentado no quadro 4. Com base nestas análises e interpretação dos dados, chegamos aos nossos resultados.

Como forma de visualização dos dados mais frequentes que aparecem nas falas dos professores, apresentaremos uma frequência de palavras para cada categoria analisada. Uma maneira eficiente e eficaz de saber o que os entrevistados estão pensando e descobrir quais tópicos são relevantes é realizar uma consulta de frequência de palavras para descobrirmos sobre o que eles dizem, quais termos surgem mais. Utilizamos como ferramenta de consulta de frequência palavras na nuvem de palavras do NVivo. Como nossas unidades de registro foram realizadas por frases e sentenças, levamos em conta o sentido semântico das sentenças. O *software* NVivo possibilita que o usuário marque palavras com um mesmo radical sendo contadas como uma só - por exemplo: peixe, peixes e pesca. Também podemos excluir da contagem as preposições e artigos, ou excluir determinadas palavras que não fazem sentido para a análise. Na nuvem de palavras disponibilizada pelo *software*, as palavras com mais frequência aparecem maiores que as demais palavras, assim podemos ter uma ideia do que a maioria dos entrevistados pensa sobre o assunto.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante os diálogos entre os professores e o cientista, algumas questões sobre a produção de conhecimento científico foram abordadas e discutidas. Apresentam-se aqui resultados provenientes de parte desses diálogos e das entrevistas. Para facilitar a compreensão e a leitura do texto, os resultados foram organizados em oito unidades de significação, conforme apresentado no quadro 4 visto no capítulo anterior e divididos em três categorias de acordo com os objetivos da pesquisa. Na primeira parte apresentamos os dados relativos às compreensões sobre a prática da produção do conhecimento científico que os professores apresentam. Na segunda apresentamos os dados relativos às compreensões que possuem esses professores sobre o contexto social, político e econômico em que o conhecimento científico é produzido. Já na terceira, apresentamos os dados relativos à compreensão dos professores sobre a educação em ciências, na perspectiva de apresentar aos alunos do EM uma ciência mais próxima do real.

4.1 - Compreensões sobre a produção do conhecimento científico

Para análise das compreensões dos professores sobre a produção do conhecimento científico, selecionamos as três unidades de significação que se relacionavam de acordo com nossos objetivos: *entendimento da pesquisa apresentada pelo cientista, identificação do problema de pesquisa e propostas de modelos para solução do problema*. Entendemos que essas unidades de significação são importantes, pois nos permitem vislumbrar as ideias que os professores apresentaram sobre a produção do conhecimento científico durante a conversa com o cientista, mas não são únicas.

Para a categoria “conhecimento científico em geral”, no tema que compreendia “entendimento da pesquisa apresentada”, realizamos uma enumeração de acordo com nossos critérios através da frequência de palavras nas respostas dos professores para nos auxiliar na interpretação dos dados. A frequência de palavras é apresentada em forma de nuvem de palavras que consiste na representação gráfica das palavras e frases mais comuns das respostas abertas. Ela identifica palavras no singular e no plural, variações de tempo verbal e outras frases e palavras parecidas, agrupando em uma única palavra. A nuvem de palavras é uma representação visual onde as palavras com maior frequência nos textos selecionados

QUADRO 5 - ELEMENTOS QUE COMPÕEM A PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Unidade de significação	Exemplos
Conhecimento científico em geral	<i>[...] "nem sempre tem um referencial teórico ou alguma coisa para ser embasada, às vezes você está partindo do zero [...]" (P2)</i>
	<i>"A ciência é uma construção humana que tem seus erros, seus acertos" (P3)</i>
	<i>[...] "coisa que é braçal, tentativa e erro, às vezes é meio que empírico" (P2)</i>
	<i>"É uma pesquisa árdua" (P2)</i>
	<i>"Elas têm problemas práticos que requerem soluções práticas, então elas vão buscar essa solução, que seria no caso da pesquisa aplicada. [...] na pesquisa pura eu desenvolvo um certo conhecimento. A aplicada faz esse conhecimento servir para alguma coisa." (P5)</i>
	<i>[...] "necessita um amplo conhecimento teórico" (P1)</i>
	<i>[...] "cientista trabalha como curioso como investigativo" (P4)</i>
	<i>[...] "a ciência, ela não está vinculada a ciência em si, mas a sociedade ao contexto social"(P6)</i>

Fonte: autoria própria (2022).

Também realizamos uma análise com base nas nossas percepções registradas no caderno de campo. Ao longo da conversa entre cientista e professor, a troca dialógica entre eles nos mostrou se o professor havia entendido o contexto em que é realizada a pesquisa sobre as células solares apresentada no vídeo. O quadro 6 sintetiza esse entendimento por parte dos professores entrevistados:

QUADRO 6 - ENTENDIMENTO SOBRE A PESQUISA APRESENTADA

Agrupamento	Frequência	Exemplo
Apresentou evidências de compreensão da pesquisa	1	<i>"Sim. O que mais ficou evidente foi exatamente isso dos elétrons voltarem, isso é indesejado, porque como criar um filtro? isso é interessante resolver porque aí você teria uma eficiência por garantir que os elétrons vão só em um fluxo outra coisa também eu acho que não tava lá mas eu to vendo agora em quanto a durabilidade desse material porque um material normal de célula solar dura em torno de 20 anos né por aí mas e esse material tem que ser durável." (P7)</i>
Não identificamos evidências que nos permitiram identificar entendimento	4	<i>"Sim, eu achei interessante, porque a gente sabe que no campo energético tem que haver uma procura maior, é a questão que a gente precisa cada vez mais de energia, e é uma forma de ter um impacto menor no ambiente." (P1)</i>
Demonstrou evidências de entendimento parcial	2	<i>Ah, como sempre nós temos mais dúvidas do que certezas. Eu achei fascinante principalmente a parte sobre você conseguir ter uma tinta que capta energia solar e transforma em energia elétrica, achei muito fascinante a sua colocação sobre termos roupas fotossensíveis onde nós podemos estar no nosso dia-dia caminhando e consegui captar energia solar. Achei fantástico, achei muito legal. No todo foi fascinante." (P5)</i>
Afirmações vagas	1	<i>"Hã, ham!" (P1)</i>

Fonte: autoria própria (2022).

Enquanto a conversa discorria entre professor e cientista, pudemos perceber ações dialógicas muito interessantes. A maioria se mostrou bem interessada e curiosa sobre o desenvolvimento e aplicações das células solares desenvolvidas na pesquisa, essa percepção se deu através das anotações realizadas no diário de campo. Para determinar os agrupamentos (quadro 6), as análises das respostas foram realizadas em conjunto com o cientista que desenvolveu a pesquisa sobre células solares. Com base nas análises dele diante das respostas, pudemos determinar se os professores apresentaram evidências de entendimento ou não, ou ainda se o entendimento foi parcial ou se apresentou afirmações vagas.

Dos nove professores entrevistados, cinco afirmaram que compreenderam a pesquisa apresentada pelo cientista sobre células solares, entretanto evidenciamos esse entendimento somente na fala do professor P7. Ele mencionou o problema principal da pesquisa e perguntou sobre como é o funcionamento de dispositivos comerciais similares ao pesquisado. Ele

manteve um diálogo bem rico e fez uma pergunta que foi além da pesquisa, interagindo com o cientista. Para quatro professores, apesar de desenvolverem diálogos e troca de ideias com o cientista bastante ricas, não foi possível evidenciar entendimento da pesquisa apresentada. Ao analisarmos suas respostas isso não se confirmou. Dois deles mostraram entendimento da justificativa e contexto da pesquisa (P1 e P2) e dois deles focaram no aluno e como associar a pesquisa com matérias que eles lecionam no EM (P2 e P9).

Percebemos nos diálogos com os professores com maior tempo de atuação lecionando a disciplina de Física, uma conexão com assuntos do currículo para o EM. Eles apresentaram diálogos relacionados a sua bagagem de conhecimento e experiências. O professor P9 verbalizou a conexão da pesquisa com temas desenvolvidos no EM:

“[...] eu trabalho muito esse assunto aí de energia renovável e não renovável esse assunto com o pessoal do 3º ano. Eu estava até comentando com eles o porque que a energia tá cara nessa época de estiagem. Eu falo com eles também sobre as energias renováveis, mas a fundo, como o senhor comentou, infelizmente eu não tenho esse conhecimento mesmo né, eu tenho mais conhecimento do EM. Eu trabalharei a parte de diferença de potencial, resistência em série, em paralelo esses conceitos que a gente tem que ter no EM e na parte de energias renováveis, energia solar, é isso que eu trabalho com meninos”. (P9)

Ainda nos agrupamentos relacionados com a categoria “conhecimento científico em geral” (quadro 4), analisou-se também as unidades de significação que compreendiam “identificação do problema de pesquisa apresentado pelo cientista” e “propostas de modelos para solução do problema de pesquisa apresentado”, onde procurou-se perceber se o professor diante da proposta de ciência autêntica contemporânea apresentada no vídeo, teria a possibilidade de compreender e identificar o problema de pesquisa na qual o cientista estava envolvido. Isso poderia nos ajudar a perceber nuances sobre como o professor compreende a ciência autêntica.

Wong e Hodson (2009) esclarecem que as hipóteses e problemas de pesquisa são identificados por cientistas como um dos fatores que orientam o desenho da investigação que desenvolvem. Temos a consciência de que nem toda ciência é regida por hipóteses ou problemas de investigação, que esta pode variar de acordo com o tipo de estudo que está sendo realizado e que nos dias atuais a tecnologia tem um grande impacto na concepção de projetos científicos. Entretanto, no vídeo enviado aos professores sobre a pesquisa realizada pelo cientista, ele aborda seu problema de pesquisa que consiste no baixo rendimento do modelo de célula solar estudado por ele. Ainda dentro da categoria “conhecimento científico em geral”, o quadro 7 apresenta nossas percepções sobre como os professores entenderam

qual era o problema da pesquisa apresentada.

QUADRO 7 - IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA APRESENTADO

Agrupamento	Frequência	Exemplo
Apresentou evidências de identificação correta do problema da pesquisa	2	<i>“[...] isso é interessante resolver porque aí você teria uma eficiência para garantir que os elétrons vão só em um fluxo. Outra coisa também, eu acho que não estava lá, mas eu estou vendo agora, a durabilidade desse material, porque um material normal de célula solar, dura em torno de 20 anos e esse material tem que ser durável.” (P7)</i>
Não identificamos evidências que nos permitiram identificar entendimento	2	<i>Hã, ham! (P1)</i>
Afirmou que entendeu, mas não identificamos evidências que confirmem a afirmação	5	<i>“[...] eu confesso que quando eu assisti ele (referindo-se ao vídeo da pesquisa) com um olhar não tão aprofundado quanto deveria, eu vi a proposta das células. Eu fiz uma associação, acredito que não esteja enganado, sobre a fotovoltaica né, que a proposta era diferente daquela tradicional de silício mas eu não consegui absorver totalmente. Qual era o objetivo final dessa proposta?(P6)</i>

Fonte: autoria própria (2022).

Para determinar os agrupamentos (quadro 7), as análises das respostas foram realizadas em conjunto com o cientista. Com base nas análises dele diante das respostas, pudemos determinar quais professores apresentaram evidências de identificação correta do problema, a não identificação ou afirmações que identificaram mas não apresentaram evidências. Conforme apresentado no quadro 7, durante a conversa com o cientista, dois professores identificaram corretamente o problema de pesquisa e abordaram tópicos de aprofundamento do problema. Eles abordam a eficiência da célula solar apresentada no vídeo e outros aspectos. Cinco professores afirmaram que compreenderam, mas durante a conversa com o cientista, não conseguimos identificar evidências que comprovem essa afirmação. Percebemos através das anotações realizadas no diário de campo que dentre esses cinco professores alguns demonstraram insegurança ao determinar o problema de pesquisa com o qual o cientista estava envolvido e não tem certeza se é isso mesmo. De acordo com o cientista, eles não apresentam evidências consistentes da identificação do problema conforme podemos constatar na fala do professor P5:

“Sim. O rendimento é de 10% que é muito abaixo do que se precisa é isso mesmo?”(P5)

Apesar de afirmarem entendimento, nas ações dialógicas com o cientista apresentam evidências parciais desse entendimento e algumas falas que demonstram insegurança e incerteza. Eles identificam a causa da eficiência da célula solar, e alguns arriscam propor soluções para a resolução deste problema. Segundo o cientista, as compreensões dos professores quanto à produção do conhecimento científico são satisfatórias, embora exista a necessidade de maior aprofundamento, melhor organização de ideias e conhecimento do assunto abordado na pesquisa apresentada por ele. Essa percepção pode ser evidenciada por exemplo, na fala do professor P7:

“O que mais ficou evidente foi exatamente isso dos elétrons voltarem, isso é indesejado, porque como criar um filtro? Isso é interessante resolver porque aí você teria uma eficiência para garantir que os elétrons vão só em um fluxo. Outra coisa também eu acho que não tava lá, mas eu to vendo agora quanto à durabilidade desse material porque um material normal de célula solar dura em torno de 20 anos né por aí, mas esse material tem que ser durável.” (P7)

Segundo o cientista, o professor abordou o problema do material utilizado na célula ser orgânico limitando sua durabilidade e também apresentou a sugestão de um filtro que limite a recombinação dos elétrons, aumentando a eficiência do dispositivo. Ou seja, ele entende o problema e arrisca uma linha de solução através de um filtro, mas não arrisca um palpite sobre que tipo de filtro usar ou que mecanismos poderiam ser empregados para a realização desse filtro.

Munford (2006) explicita que fazer e compreender a investigação científica significa combinar processos, tais como observação, inferência e experimentação, com conceitos e teorias científicas. Ela aponta ainda que o olhar impregnado de teorias científicas é parte essencial no fazer científico que muitas vezes não recebe a ênfase apropriada no ensino. Já Demo (2014) aponta para a precariedade na compreensão do professor sobre processos científicos que pode conduzir a uma tendência de tornar a educação em ciências nas escolas uma mera promoção de eventos, campanhas e iniciativas tipicamente eventuais e não como parte da formação do aluno.

No que se refere à compreensão da produção do conhecimento científico, os resultados indicam que os professores demonstram uma boa percepção da construção, mas não apresentam compreensões bem elaboradas e não aprofundam suas ideias. Por exemplo,

quando os professores se referem a erros e acertos, a uma pesquisa árdua, eles demonstram uma noção do trabalho do cientista como algo complexo e difícil de ser desenvolvido, mas não especificam quais aspectos desse trabalho possuem essas características. Segundo Chinn e Malhotra (2002), na pesquisa científica autêntica, os métodos são complexos e incertos, e os cientistas gastam muito tempo e esforço se preocupando com possíveis erros nos métodos, tanto em seu próprio trabalho quanto no trabalho dos outros cientistas, não identificamos essa visão mais detalhada na fala dos professores,

Entendemos que descrever como a ciência é produzida não é tarefa fácil, entretanto Chinn e Malhotra (2002) estabeleceram seis processos cognitivos nos quais os cientistas se envolvem quando estão realizando uma pesquisa:

“Em nossa análise, discutimos seis dos processos cognitivos fundamentais em que os cientistas se envolvem quando realizam pesquisas: gerar uma questão de pesquisa, projetar um estudo para abordar a questão de pesquisa, fazer observações, explicar resultados, desenvolver teorias e estudar a pesquisa de outros.” (CHINN; MALHOTRA, 2002, p.183, tradução nossa)⁷

Parece-nos que os professores identificam a existência de algumas dessas fases da produção do conhecimento como fazer observações, explicar resultados e estudar a pesquisa de outros, mas não identificam outras como por exemplo projetar um estudo para abordar a questão de pesquisa ou desenvolver teorias.

Na conversa com o cientista, os professores foram convidados a supor que estivessem envolvidos na pesquisa apresentada pelo cientista e a propor uma possível solução para enfrentar o problema apresentado. O objetivo desta proposta foi compreender até que ponto o professor desenvolveria hipóteses sobre o assunto apresentado pelo cientista, mesmo que estas não se apresentassem corretas. Na pesquisa de Hadjicosti et al. (2021), em relação aos alunos, os resultados mostram a influência dos conhecimentos prévios. Eles observaram que em algumas ocasiões, os alunos podiam recorrer a temas já estudados anteriormente e utilizar experiências e conhecimentos prévios para formular hipóteses e sugerir soluções. Em nossa pesquisa entendemos que o professor que leciona a disciplina de Física, tem um trajeto de estudos (apresentado no quadro 3) mais avançado, especificamente na área de Física a qual se desenvolvia a pesquisa sobre células solares que apresentamos a eles. Assim entendemos

⁷ In our analysis, we discuss six of the fundamental cognitive processes that scientists engage in when they conduct research: generating a research question, designing a study to address the research question, making observations, explaining results, developing theories, and studying others' research.

que os professores teriam condições de dialogar com o cientista e propor possíveis soluções baseadas em seus conhecimentos prévios. No quadro 8 apresentamos nossas percepções quanto a propostas para solucionar o problema de pesquisa apresentado pelo cientista:

QUADRO 8 - PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA DA PESQUISA

Agrupamento	Frequência	Exemplo
Apresentou proposta coerente ao problema da pesquisa apresentado	4	<i>“[...] bom acho que tem vários pontos para serem resolvidos aí né, porque eu acho que a pesquisa tá num nível inicial ainda. Eu acho que o principal ponto, tem outros para serem resolvidos depois, é esse do polarímetro. É muito importante, mas acho que o principal ponto é essa coleta. Porque mesmo que você tenha esse retorno de elétrons, parece para mim que se você tiver uma boa coleta, você já vai ter uma geração de energia, aí depois tem que sanar essa, achando um filtro uma maneira de direcionar o elétron. Acho que a coleta de energia aqui seria um ponto para focar de começo para você ter um resultado.” (P7)</i>
Apresentou uma proposta que não se encaixa na pesquisa apresentada	3	<i>“[...]se eu tivesse que escolher entre um norte desses que você me apresentou, olha não é um assunto que eu domino, mas acreditando por exemplo que a gente tem uma grande quantidade de grafeno, talvez seja um caminho a seguir, não sei.” (P6)</i>
Não apresentou proposta para solução do problema da pesquisa apresentada	1	<i>“No momento não pensei nada não.”(P1)</i>

Fonte: autoria própria (2022).

As análises das respostas foram realizadas em conjunto com o cientista que participou desta pesquisa. Os professores participantes usaram os conhecimentos adquiridos na sua formação e experiências no ensino da disciplina de Física para propor soluções para o problema de pesquisa apresentado. Assim, a participação dos professores foi classificada de três maneiras distintas pelas quais os participantes dialogaram com o cientista na tentativa de encontrar um mecanismo que pudesse ajudar na solução da eficiência da célula solar:

i. Uma resposta negativa que resultou de um diálogo não construtivo e um professor que não abordou o assunto.

ii. quatro referências a conceitos vistos normalmente em física, como o grafeno por exemplo, mas que de acordo com o cientista, não se encaixava na pesquisa apresentada.

iii. três propostas coerentes na tentativa de avançar em direção a uma solução como propôs o exemplo apresentado por P5 que aborda pontos quânticos ou uma busca por um referencial teórico como forma de despertar novas ideias conforme abordado por P2:

“Olha, boa pergunta! Não sei viu, mas talvez eu tentaria inicialmente ver se na literatura tem alguma pesquisa similar; alguma coisa, tentar comparar [...]. De repente um referencial teórico poderia me dar uma dica, uma sacada ou despertar uma outra ideia.” (P2)

Ao responder a essa pergunta, o professor P2 demonstrou entender que o trabalho do cientista se inicia, na maioria das vezes, com uma revisão de literatura e uma perspectiva teórica consistente.

Já o professor P5, de acordo com análise realizada em conjunto com o cientista, compreendeu o problema da pesquisa e, embora não tenha apresentado uma hipótese consistente para o problema proposto, apontou um possível caminho dialogando construtivamente com o cientista:

[...] “eu procuraria saber o que está fazendo com que eu não tenha o máximo de eficiência no uso das células. Tenho 10% de retorno, ótimo. Onde está tendo perda de energia? O que está provocando essa perda? Eu partiria desse ponto.” (P5)

O pesquisador pergunta aos participantes se eles têm uma teoria para o problema de pesquisa apresentado. O que se distingue nessa sequência não é a qualidade da sugestão inicial, mas que tanto o pesquisador quanto o professor tentaram construir diálogos construtivos sobre essa sugestão. Ao longo dessa discussão, o pesquisador não fornece conhecimento, mas estrutura uma linha de raciocínio ocasionalmente fazendo perguntas para identificar possíveis lacunas. Três dos nove entrevistados demonstraram confusão ao apontar possíveis soluções ou formular hipóteses diante do problema de pesquisa apresentado como podemos perceber no excerto apresentado:

“Bom assim [...] rever o processo praticamente e fazer várias experiências até procurar uma forma de organizar essa situação a reação do elétron aí. Eu não sei se vai dar um novo corante, se entra com um material fora do corante, se inserindo ali [...] junto com corante para poder fazer com que esse elétron não seja combinado ou perca... então não sei, talvez tenha que fazer a prática. Eu acho que é muito importante praticar várias vezes, tentar várias vezes e tentar várias coisas outros corantes, outras situações e experimentar coisas fora do corante [...]” P8

Ao longo das entrevistas, indagamos também como trabalha um cientista na produção do conhecimento científico. Alguns professores apresentam ideias confusas sobre esse aspecto. Também foi possível identificar que alguns docentes apresentaram considerações simples sobre como a ciência é produzida conforme P4 aponta, ou levando as respostas algumas vezes para o lado social da produção do conhecimento científico, conforme P5 sugere ao abordar os cientistas como pessoas que estão empenhadas em criar um mundo melhor:

“[...] eu acho que na verdade primeiro né, para desenvolver a ciência tem que gerar esse “start” da curiosidade, do desafio, do novo. [...] Eu acho que cientista trabalha como curioso como investigador.” (P4)

“Hoje nós temos pessoas que estão empenhadas em criar um mundo melhor. Elas têm problemas práticos que requerem soluções práticas, então elas vão buscar essa solução, que seria no caso da pesquisa aplicada.” (P5)

Quando P4 expõe o que pensa sobre como o trabalho do cientista ocorre, ele aborda a curiosidade necessária para o desenvolvimento do trabalho científico, mas não aprofunda suas ideias ou aborda outras que explicitariam um pouco mais seu entendimento do assunto. P5 considera o lado dos benefícios à sociedade e como isso motivaria os cientistas na produção do conhecimento científico, sem aprofundar em mais detalhes. Outros professores, como por exemplo P7 e P8, destacam alguns aspectos relevantes sobre a produção do conhecimento científico:

[...] é muito difícil o cientista trabalhar sozinho (P7)

[...] o cientista, ao longo dos anos de experiência que ele tem, vai tentar buscar, dentro daquilo que ele vê como lacuna em alguma área, uma resposta e tentar preencher isso. (P8)

O professor P7 apresenta considerações em que consegue perceber que ao produzir conhecimento, o cientista trabalha em equipe, a produção do conhecimento científico é um trabalho coletivo que muitas vezes envolve diversas pessoas, enquanto P8 enfatiza a necessidade de construir respostas para aquilo que ainda está em aberto em determinada área do conhecimento.

Conforme Demo (2014) aponta, para que o professor possa ensinar sobre a produção do conhecimento científico e ciência autêntica ele precisa, entre outras coisas, identificar

elementos da produção científica e também produzir conhecimento científico. Ele precisa de formação inicial e continuada na qual ele possa discutir e refletir sobre o conhecimento científico e, especialmente, aprender a como desenvolver práticas voltadas a discutir isso com seus estudantes. Os dados analisados nesta pesquisa nos indicam que, embora o professor entenda a produção do conhecimento científico, ele ainda carece de aprofundamento no assunto.

Glasson e Bentley (2000) sugerem mais diálogo entre educadores e a comunidade científica sobre NdC, tecnologia e sociedade, e questões curriculares relacionadas numa tentativa de melhorar ainda mais a compreensão destas questões, uma visão que todos partilham.

4.2 - Compreensões sobre o contexto social, político e econômico

No que se refere às compreensões dos professores referentes à produção científica e sociedade, procuramos perceber entre as falas dos professores as compreensões relacionadas ao contexto social, político e econômico em que o conhecimento científico é produzido. Para isso selecionamos duas unidades de significação que se relacionam de acordo com nossos objetivos de pesquisa: *relação entre ciência e sociedade*; e *elementos influenciadores*. Procuramos encontrar nas falas dos professores referentes a este assunto, repetições e frequências nas ideias e palavras utilizadas. Utilizamos novamente, para a enumeração a frequência de palavras nas respostas dos professores para nos auxiliar na interpretação dos dados. Na figura 7 apresentamos a frequência de palavras composta pelas respostas dos professores relativas às suas compreensões sobre o contexto social, político e econômico no qual o conhecimento científico é produzido.

QUADRO 9 - IDEIAS RELACIONADAS AO CONTEXTO SOCIAL, POLÍTICO E ECONÔMICO

Categoria	Exemplos
Relação entre ciência e sociedade	<i>"Eu consigo enxergar que existe uma necessidade real de incentivo a ciência e a produção científica de uma maneira geral" (P6)</i>
	<i>"No Brasil a gente depende de financiamento, a ciência depende de financiamento. [...] a ciência moderna depende desse financiamento, depende de questões políticas" (P3)</i>
	<i>"na verdade, essa questão de investimento na área científica foi muito reduzida e eu acho que isso acaba atrapalhando e muito" (P1)</i>
	<i>"neste processo de desenvolvimento do conhecimento, numa sociedade capitalista que visa basicamente o lucro, o cientista é só mais um em um todo." (P9)</i>
	<i>"uma crítica eu faço em relação a isso, esse meio de produção de conhecimento científico [...] vai muito do interesse das vezes da indústria" (P7)</i>

Fonte: autoria própria (2022).

O conhecimento científico é construído a partir de interesses e valores que estão constantemente em disputa no mundo moderno. De acordo com Marx (1988), as forças produtivas são condições de produção do conhecimento, dessa forma pode-se pensar no desenvolvimento da ciência como uma forma de desenvolvimento das forças produtivas humanas.

Nas entrevistas realizadas com professores, muitas falas apontam para uma ideia central e recorrente, na qual a prática da produção do conhecimento científico está diretamente relacionada à questão do investimento e do incentivo ao desenvolvimento científico. A seguir é transcrito, como exemplo, o trecho da opinião de um dos professores em relação ao fato de que o empreendimento científico está atrelado a um contexto maior do que o exclusivamente do campo da Ciência:

"O cientista que faz pesquisa, que procura dar alguma contribuição para o desenvolvimento tecnológico ou científico de alguma forma, tem um papel central nesse processo, mas infelizmente não depende só dele". (P3)

Esse apontamento do professor P3 encontra eco na pesquisa realizada por Ramzi Rahim e Skhiri (2022) na Tunísia. Esta investigação contou com 206 pesquisadores que trabalhavam em diferentes áreas e apontou que existem muitas dificuldades administrativas, humanas e financeiras que dificultam o processo de valorização do conhecimento científico.

Essas dificuldades são comuns em diferentes países, portanto devem existir políticas públicas de divulgação do conhecimento científico, mostrando sua importância para o crescimento social e econômico.

Além disso, alguns professores relacionaram o fato de estarmos inseridos numa sociedade capitalista que visa principalmente o lucro, com os rumos da produção do conhecimento científico, em especial com as dificuldades em direcionar esta produção para algo que venha a beneficiar a sociedade:

“Então o cientista ele é sim, tem um papel central neste processo de conhecimento, mas ele não é único na sociedade que a gente vive, uma sociedade capitalista que que visa basicamente o lucro, o cientista ele é só mais um em todo aquele corpo né, [...] no contexto de um país ou de uma sociedade que de alguma forma quer algum desenvolvimento científico”. (P3)

Esse entrevistado demonstra uma preocupação clara e evidente com a necessidade de mudar o cenário atual em que a ciência é orientada de acordo com os interesses do capital, ou então muitas vezes fica em segundo plano. Bazzul (2012), por exemplo, aponta que muitas pesquisas, principalmente as de base, são abandonadas por falta de incentivo, o que aparece na entrevista do professor P6:

“Eu consigo enxergar que existe uma necessidade real de incentivo a ciência e a produção científica de uma maneira geral, não só da física da química enfim das ciências exatas, mas de produção de conhecimento porque a gente só consegue melhorar e evoluir enquanto cidade, enquanto cidadão, enquanto sociedade quando a gente produz conhecimento a gente melhora a tecnologia e a tecnologia transforma de forma positiva melhorando a vida das pessoas. Então, mas não é o que acontece na prática. Eu vejo que no Brasil por falta de incentivo talvez de governo, questões governamentais os cientistas acabam sendo limitados e muitos não conseguem concluir suas pesquisas por falta de recursos.” (P6)

A fala do professor P6 reafirma a importância social da ciência e da produção do conhecimento científico, como afirmado pelo P3. De acordo Castells et al. (1999):

[...] um tipo de capitalismo que é ao mesmo tempo muito antigo e fundamentalmente novo. É antigo porque apela à competição implacável em busca do lucro e porque a satisfação individual (diferida ou imediata) é seu motor. Mas é fundamentalmente novo porque é instrumentalizado por novas tecnologias de informação e comunicação que estão na raiz de novas fontes de produtividade[...]. Ele destaca a extrema flexibilidade do sistema, que permite vincular tudo o que é valioso de acordo com os valores e interesses dominantes, ao mesmo tempo em que desconecta tudo o que não é valioso ou se desvaloriza. Essa capacidade simultânea de incluir e

excluir pessoas, territórios e atividades baseia-se em uma capacidade de rede. (CASTELLS et al., 1999, página 4, tradução nossa)⁸

A ciência é um processo rico e criativo, no qual especulação, imaginação, observação e experimentação possuem um papel relevante, mas o crescente domínio técnico e o controle humano sobre a natureza acentuam o nível de desigualdade e produzem um mundo injusto, de acordo com a lógica do mercado (CASTELLS et al., 1999). O professor P7 faz uma crítica a essa relação de ciência versus o mercado quando descreve:

“Uma crítica eu faço em relação a isso, que esse meio de produção de conhecimento científico como trabalho de um pesquisador vai muito do interesse da indústria”. (P7)

O apontamento do professor P7 corrobora a importância da pesquisa científica no desenvolvimento social e tecnológico. Segundo Sidhu et al. (2015), muito tem sido falado sobre globalização e transferência de tecnologia, mas pouco sobre o que os impulsiona e suporta a espinha dorsal das transferências internacionais de tecnologia, que são os centros globais de pesquisa e desenvolvimento colaborativo.

Quando perguntamos aos professores como trabalha um cientista na produção do conhecimento científico, no início das falas houve hesitação e alguns apresentaram pausas para compor o seu pensamento e formular suas ideias, o que pode indicar insegurança e incertezas. De uma forma geral, nas respostas percebemos um viés voltado para os problemas sociais que influenciam no desenvolvimento da ciência. Eles abordam visões que refletem uma determinada relação entre ciência e sociedade que envolve principalmente recursos financeiros. Suas percepções sobre ciência autêntica vão além do desenvolvimento e da prática científica em si e abordam aspectos que entendemos ser descritos pela NdC. Rozentalski (2018) esclarece que NdC é um conhecimento resultante de um esforço reflexivo a respeito da ciência e sua prática, enquanto Vital e Guerra (2014) afirmam que NdC inclui seus métodos, suas crenças, valores envolvidos, o papel dos cientistas e a relação das ciências com a sociedade. O fato dos entrevistados relacionarem suas percepções a aspectos sociais,

⁸ Yet this is a brand of capitalism that is at the same time very old and fundamentally new. It is old because it appeals to relentless competition in the pursuit of profit, and because individual satisfaction (deferred or immediate) is its driving engine. But it is fundamentally new because it is tooled by new information and communication technologies that are at the root of new productivity sources [...] He stresses the extreme flexibility of the system, which allows it to link up everything that is valuable according to dominant values and interests, while disconnecting everything that is not valuable, or becomes devalued. This simultaneous capacity to include and exclude people, territories and activities is based upon a capacity to network.

pode refletir que talvez eles não entendam tão bem o trabalho diário do cientista, por isso apresentam essas considerações amplas.

O que não percebemos nas falas dos professores foi um aprofundamento das concepções sobre outros fatores que também podem influenciar a produção científica além dos fatores financeiros e econômicos, como as formas que a ciência influencia a sociedade, aspectos socioculturais ou a falta de estratégias tecnológicas para avanços científicos. Yacoubian e Hansson (2020) afirmam que a ciência e a sociedade não se influenciam simplesmente, nem simplesmente interagem, mas são co-construídas, por isso é tão importante perceber as interações entre elas. Leden, Hansson e Thulin (2022) argumentam que quando o professor direciona a atenção de suas aulas para a NdC, o ensino pode contribuir para desafiar as imagens estereotipadas da ciência e dos cientistas, o que, por sua vez, pode levar a um aumento do empoderamento e do protagonismo do aluno.

4.3 - Compreensão dos professores sobre o ensino de uma ciência mais próxima do real aos alunos

Nosso terceiro objetivo de pesquisa foi procurar compreender a transmissão do conhecimento científico praticada pelos nossos entrevistados e quais compreensões eles apresentam sobre como levar ao aluno a ciência autêntica e como ela é desenvolvida nas escolas de EB. Esta categoria é composta por três unidades de significação que foram abordados pela pesquisadora após a conversa dos professores com o cientista: *objetivos de ensinar física percebidos pelos professores entrevistados, situações em sala de aula onde os professores compreendem que os alunos aprendem sobre a produção do conhecimento científico e como ensinar física na perspectiva de aproximá-la de uma ciência mais próxima da realidade*. Nosso objetivo aqui foi de procurar obter dados sobre a compreensão dos professores de Física sobre o ensino de Física na escola pública de EB e traçar um perfil de como a produção do conhecimento científico é apresentada aos alunos nos dias de hoje.

Quando questionamos os professores sobre o que consideravam ser os objetivos de se ensinar física nas escolas, os professores apresentaram diversas concepções, mas algumas se destacam. Na ferramenta de frequência de palavras fornecida pelo NVivo e apresentada na figura 9, podemos perceber que o que mais foi abordado pelos professores foi que o objetivo de ensinar Física está diretamente ligado à ciência e a compreender a natureza.

QUADRO 10 - OBJETIVOS DE ENSINAR FÍSICA

Agrupamento	Frequência	Exemplo
Preparar o aluno para a vida	2	<i>“Para tentar preparar pra vida, o dia a dia, quem sabe? [...] eu até brinco com os alunos que a gente estuda física até para não morrer né, por exemplo essas questões de descarga elétrica [...] saber entender um manual no dia a dia, poder compreender na hora de escolher um produto eletrônico, entender algumas coisas e saber qual que é mais vantajoso.” (P2)</i>
Entender fenômenos da natureza	4	<i>“[...]eu acho que a física tem um papel importante principalmente de tentar explicar para os nossos alunos [...] os fenômenos que acontecem na natureza de forma prática de forma clara, buscando colocar ciência em cima disso.” (P6)</i>
Formar cidadãos críticos e reflexivos	2	<i>“Hoje é um desafio. eu acho que é levar a tecnologia, levar a ciência, levar com esse conteúdo técnico para que eles (se referindo aos alunos) possam aumentar o pensamento crítico, reflexivo, o pensamento de análise.” (P7)</i>
Compreender a ciência	3	<i>“Então, nós (se referindo aos professores) estamos lá para fazer eles enxergarem que a ciência existe, a ciência é importante, é a ciência que muda o mundo e eles podem fazer ciência até nas pequenas coisas do dia a dia. Aquela coisa sem importância a ciência está ali, ele (se referindo ao aluno) tem que enxergar ciência.” (P5)</i>

Fonte: autoria própria (2022)

Ao serem questionados sobre como deve-se realizar o ensino da física nas escolas em que atuam, todos os professores apontam a importância de conciliar aulas práticas e aulas teóricas. Para eles, as aulas práticas têm o poder de intensificar a compreensão tanto do conteúdo trabalhado como da prática de produção do conhecimento científico, mas eles apontam para a diferença entre escolas públicas e escolas privadas. Conforme P4 evidencia em sua fala:

“Como eu tô na particular [...] a gente tem acesso a laboratórios, então facilita bastante as aulas de física e até de biologia. Quando eu lecionava a gente sempre tentava fazer no laboratório, não na sua totalidade, mas na grande maioria das aulas, a gente tem um contato dentro do laboratório, ou até mesmo em ambiente aberto né, para que a gente possa ter exploração, e eu acredito que ensinar física no concreto ajuda muito. Fazendo experimentos e depois tentando questioná-la, entender através da parte teórica aquilo que a gente viu de fato numa experiência”.
(P4)

Durante as ações dialógicas entre professor e pesquisadora, pode-se perceber que essa realidade não é evidenciada nas escolas da rede pública do Brasil. Este mesmo professor, denominado aqui de P4, deixa claro que apesar de trabalhar também numa escola pública de

referência para a SRE, não tem as mesmas condições de trabalho que encontra na escola particular. Apesar disso, P1 mostra que mesmo sem as condições ideais, procura utilizar em suas aulas atividades experimentais com materiais alternativos:

“Então, a gente procura algumas vezes, nem todos os conteúdos a gente consegue, tem questão do tempo também, mas a gente usa algumas atividades experimentais com materiais alternativos”. (P1)

Helms (1998) e Roth (1996) argumentam que diversos educadores de ciência afirmam que uma compreensão do que constitui a prática científica autêntica pode ser melhor adquirida pelo aluno por experiência de aprendizagem em primeira mão, em ambiente de laboratório ou de campo. Essas experiências não são apenas difíceis de proporcionar como apresentadas nas falas dos professores, como podem não trazer o entendimento desejado tão rapidamente como pretendido. Parece-nos que não são só essas atividades que proporcionam uma experiência autêntica de investigação científica, mas a reflexão sobre essas experiências através de anotações e escrita em diários e seminários, levando assim, os alunos a tomar conhecimento dos conflitos potenciais existentes entre as atividades destinadas à compreensão conceitual.

Para Silva e Mendes (2020), o desenvolvimento científico é fruto do questionamento, da necessidade de aprimoramento de processos humanos e apontam que o conhecimento na área de Ciências é essencial para entender o mundo e realizar escolhas conscientes. Desta forma, percebe-se que a escola tem um papel fundamental na disseminação da cultura científica e o ensino da física pode contribuir nesta perspectiva. Algumas situações apresentadas pelos professores apontam essa consciência. Eles demonstram usar em suas aulas diferentes métodos além das aulas tradicionais expositivas. P3 afirmou já ter utilizado, por exemplo, a metodologia ativa *Peer Instruction* como forma de promover a construção do conhecimento científico em seus alunos, mas afirma também que para cada turma utiliza uma metodologia diferente de acordo com o interesse dos alunos.

“Eu tive que me adaptar, para cada turma que eu ia, eu tinha que usar uma metodologia. Para algumas a metodologia do ensino expositivo ainda né, aquela velha metodologia de professor no quadro aluno sentado, dá certo. É aquilo que eles querem. Para outras turmas outras metodologias dão muito certo, então fazer um experimento, levar eles para fazer uma experiência ao ar livre, levar uma simulação... [...] Leva aquelas simulações para eles darem uma olhada para eles tentarem entender a teoria, fazerem atividades... Fazer essas relações com uma parte matemática também que a Física tem, não tem como abrir mão disso”. (P3)

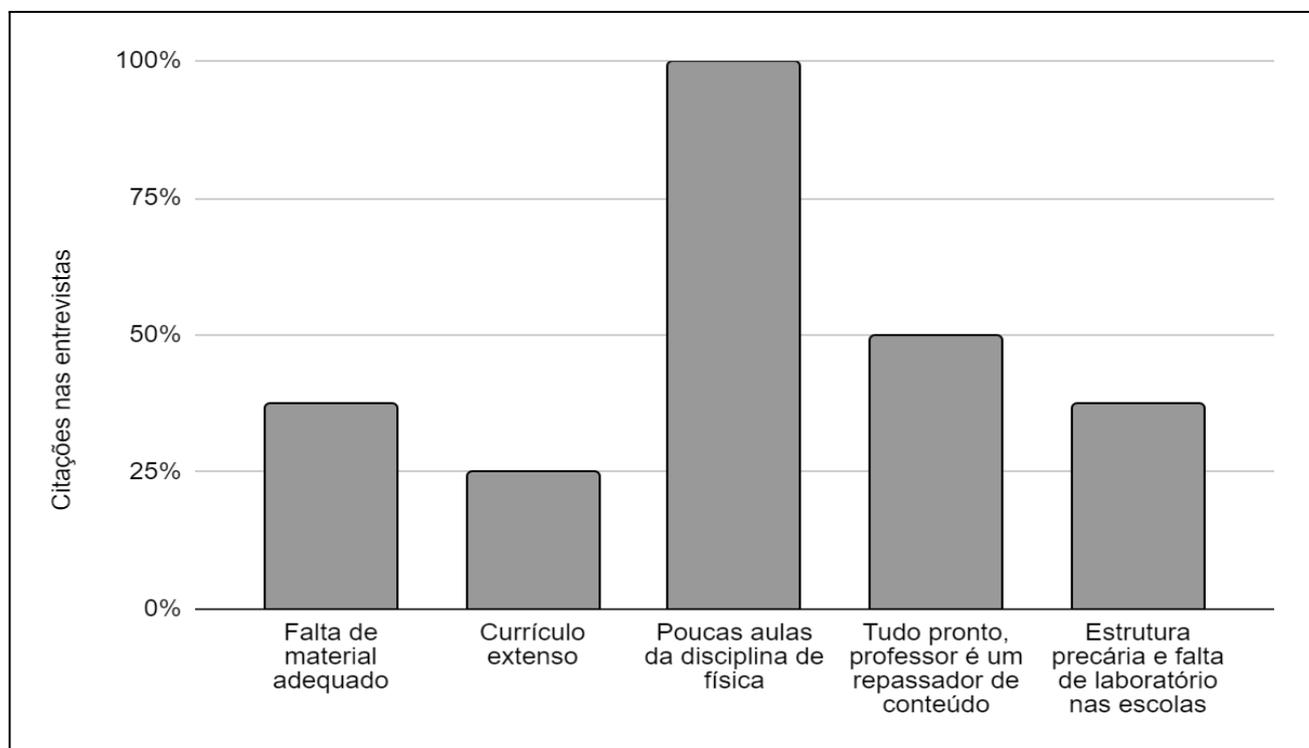
Buxton (2006) aponta alguns problemas adicionais associados a tentativa de implementação de experiências em sala de aula focadas em aspectos da autenticidade da

produção do conhecimento científico e indica os trabalhos nos quais os alunos identificam a área de interesse, formulam as questões de pesquisas, projetam suas investigações, coletam e interpretam dados e argumentam para conclusões particulares é ciência autêntica do ponto de vista do aluno.

O ensino de ciências assume relevância especial que os sujeitos utilizam para solucionar problemas, pois os procedimentos e conhecimentos científicos auxiliam no entendimento de situações do cotidiano. A BNCC expressa os direitos e objetivos de aprendizagem a serem desenvolvidos pelos estudantes e aponta, na redação da competência número dois, que o aluno deve ser conduzido a exercitar a curiosidade intelectual recorrendo à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2017).

Contudo, a literatura evidencia que as dificuldades encontradas para promover um ensino e aprendizagem significativo são muitas, o que torna o trabalho do professor um tanto desafiador (SILVA; FERREIRA; VIEIRA, 2017, VIECHENESKI; CARLETTTO, 2013). Dentre estas questões desafiadoras, destacam-se a concepção pedagógica, a prática diária e as estratégias de ensino empregadas em sala de aula. Neste aspecto os entrevistados abordaram algumas das dificuldades que encontram. O quadro 10 apresenta a frequência de citações ao longo do diálogo das principais dificuldades apontadas pelos professores, que também são apresentadas no formato do gráfico 2. Pode-se verificar que a dificuldade mais citada pelos professores é o número reduzido de aulas nas disciplinas de Física. Tal fator limita o desenvolvimento das aulas, não permitindo um aprofundamento sobre os temas.

GRÁFICO 2 - DIFICULDADES APONTADAS PELOS PROFESSORES



Fonte: autoria própria (2022).

No Quadro 11 são indicados alguns excertos das entrevistas que apontam as compreensões dos professores as dificuldades apontadas:

QUADRO 11 - DIFICULDADES APONTADAS PELOS PROFESSORES PARA SE ENSINAR FÍSICA

Núcleos de sentido	Número de citações	Exemplos
Falta de material adequado	3	"[...] é difícil ser professor no Estado porque você não tem assistência nenhuma e se você propor uma coisa diferente, você tem que construir aquilo"
		"Assim, quando o material cabe na mochila e eu consigo levar, eu levo. Por exemplo uma bússola para mostrar a interferência do campo eletromagnético perto de uma bússola né que se orienta... perde a orientação na verdade. Então umas coisinhas assim a gente tenta sempre levar."
Currículo extenso	2	"[...] fora o tempo, o currículo é muito extenso, é muito conteúdo para pouco tempo [...] tudo isso interfere no processo de ensino-aprendizagem."
		"Então como eu disse, o currículo de Física é muito inchado e o que dá para fazer a respeito disso é tirar"
Poucas aulas da disciplina de Física	9	"Por exemplo, gosto de usar muita história da ciência. A história da ciência é legal para você trabalhar com isso, falar um pouco da história de como foi a construção de alguns conhecimentos científicos. Eles gostam muito de Einstein, de Newton e Galileu como é que foi o contexto social da época, então dá para trabalhar com isso, dá para trabalhar um pouquinho e aí consegue introduzir pequenas coisas aí, mas ainda é insuficiente. Não dá para fazer mais. Eu gostaria de fazer mais, mas a questão de duas aulas por semana, 50 minutos..."
		"Então... é um desafio muito grande lecionar na rede estadual. Essas disciplinas não são valorizadas e a gente vê, principalmente para o ano que vem né, a diminuição da carga horária dessas disciplinas. Aí a gente nota que lá em cima, a tecnologia, o pensamento científico não tem tanta importância. Diferente de uma escola particular onde eu leciono que há outra pegada. A gente tem laboratório né, a gente tem recursos na nossa mão pra gente poder desenvolver coisas de incentivo para as Olimpíadas de Ciências, para as Olimpíadas de Astronomia, Astrofísica, então a gente leva os nossos alunos a ter um contato um pouco mais próximo com ciências. Agora no estado não, é tentar cumprir o livro didático".
Tudo pronto, professor é um repassador de conteúdo	4	"A gente é mesmo obrigado a seguir, não pode sair [...] infelizmente não tem essa abertura muito grande que eu queria ter."
		"[...] Apesar que há uma discordância sobre quem escolhe o tema porque parece que o tema já veio pronto, é igual quando eu falei, a crítica minha é que está tudo vindo pronto, o professor é apenas um repassador de informações né? (risos) Mas assim então vem tudo pronto, então o tema já vem pronto e a gente tem que assim... vamos dizer, se virar em cima disso para tentar passar para eles aquilo que é necessário aprender né, dentro do conhecimento científico. "
Estrutura precária e falta	3	" É um pouco complicado porque a gente, a Física é uma ciência da natureza, então você precisa pelo menos de materiais no

de laboratório nas escolas		<i>laboratório para você fazer uma atividade experimental com seus alunos, e não tem. Você tem que providenciar materiais pedagógicos, você tem que tirar do seu bolso para fazer; se você quiser fazer alguma coisa"</i>
		<i>"Tem os seus desafios né?! Por exemplo: o laboratório. Laboratório em escola pública é uma coisa que não tem né. A gente tem um ambiente físico, mas não tem material, então é como se não tivesse na verdade."</i>

Fonte: autoria própria (2022).

O que é apresentado no quadro 11 é apresentado de forma semelhante por outros autores (PENA; RIBEIRO FILHO, 2009; AVILA et al. 2017; RIBEIRO; ADAMS; NUNES, 2022) em diferentes regiões e épocas em pesquisas voltadas para o ensino de ciências nas escolas, o que reafirma a necessidade de políticas governamentais de capacitação e infraestrutura ao professor para a realização deste modelo de atividade na escola. Sendo uma das formas mais coerentes de capacitar os professores o estreitamento dos laços entre as universidades e as escolas de formação básica. O contato com produtores de ciência autêntica, pode influenciar e contribuir de forma assertiva para que o professor possa ensinar aos alunos uma ciência mais próxima da realidade

Apesar destas e de outras dificuldades apontadas, perguntou-se aos professores em quais situações os alunos do EM aprendem algo sobre a produção do conhecimento científico. No quadro 12 analisamos a frequência de citações sobre situações em que, segundo eles, os alunos aprendem sobre a produção do conhecimento científico nas aulas da disciplina de Física atuais.

QUADRO 12 - SITUAÇÕES QUE OS ALUNOS APRENDEM SOBRE A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Agrupamento	Frequência	Exemplo
Em nenhuma situação	2	<i>“Eu acho que fica um pouquinho a desejar viu. Porque na verdade tem coisa que a gente não tem muito como trabalhar, como que foi desenvolvido o conteúdo, pela questão de não ter muito material, então na verdade a gente fica mais na... eu acho que a gente faz mais na questão matemática né”. (P1)</i>
Experimentos em sala de aula	3	<i>“É... pouco eles aprendem as vezes quando eu faço, por exemplo esse experimento no quarto bimestre. Geralmente eu dou uma temática para eles, até um vídeo do Youtube, aí eles têm que construir. É aí que eles começam a correr atrás, porque eles vão ter que montar o experimento”. (P2)</i>
Através da história da ciência	3	<i>“[...] gosto de usar muita história da ciência. A história da ciência é legal para você trabalhar com isso, falar um pouco da história de como foi a construção de alguns conhecimentos científicos. Eles gostam muito de Einstein, de Newton e Galileu, como é que foi o contexto social da época, então dá para trabalhar com isso, dá para trabalhar um pouquinho e aí consegue introduzir pequenas coisas, mas ainda é insuficiente”.(P3)</i>
Despertando interesse por tecnologias atuais	1	<i>“Olha eles têm a oportunidade de ter contato (se referindo a produção do conhecimento científico), por exemplo uma oportunidade diferente foi quando mostrei o trabalho do cientista para eles, [...] então assim aquilo ali já despertou o interesse pela quantidade de coisas novas. Então aí [...] eu ia explicando para eles a possibilidade de uma placa de carro captar a luz do sol. Enfim, aquilo ali gerar energia elétrica para eles já gera uma curiosidade tremenda e aí a gente desenvolve [...] nesse sentido né, trazer esse interesse deles mostrar alguma coisa nova para eles. Saindo da rotina também”. (P4)</i>
Em feiras de ciências	2	<i>“[...] no quarto bimestre vai ter a feira de ciências, então eu acho que na feira é o momento que vai ter para poder trabalhar. [...] vamos dizer, se virar em cima disso para tentar passar para eles aquilo que é necessário aprender dentro do conhecimento científico. Mas a feira de ciências é o modo que eles vão ter praticamente para trabalhar”. (P8)</i>

Fonte: autoria própria (2022).

Conforme apresentado no quadro 11, e analisando as ações dialógicas entre professores e a pesquisadora, percebemos que os professores concordam que nas aulas atuais, os alunos não aprendem ou aprendem muito pouco sobre a produção do conhecimento

científico. As situações apontadas por eles ocorrem poucas vezes ao longo do ano letivo, como por exemplo em feiras, pesquisas e experimentos que são apresentados muitas vezes somente no quarto bimestre. P1 afirma que as situações onde o aluno aprende sobre a produção do conhecimento científico “fica a desejar” ficando mais nos cálculos matemáticos e resoluções de exercícios e P7 complementa afirmando que:

"É complicado, então eu diria que [...] eles não têm essa noção de ciência de construção de conhecimento científico, nada, infelizmente. Só tem o conhecimento que a gente tenta fazer por fora, mas de forma geral não. A única situação que você tem é quanto você tá em sala de aula e passa aquilo pro aluno, mas fora disso ele não tem acesso nenhum. ". (P7)

P1 e P7 abordam situações que vivenciam em sala de aula mostrando que não há desenvolvimento de atividades que conduzam os alunos a entender como a ciência autêntica se desenvolve. Suas atividades cotidianas envolvem muitas vezes a apresentação do conteúdo lecionado e resolução de exercícios com interpretação dos textos apresentados e cálculos matemáticos. Pugliese (2017) aponta que os professores de física não estão satisfeitos com suas práticas cotidianas e que a realidade do trabalho acaba por impedir que eles preparem melhor suas aulas de forma a tornar a física mais viva como eles tem vontade, se mantendo assim em aulas expositivas e tradicionais.

Além de P1, P2 e P7 também afirmam que os alunos possuem poucas oportunidades de aprenderem algo sobre a produção do conhecimento científico no cotidiano de suas aulas e acabam se dedicando mais às deduções e resoluções de exercícios, mas eles demonstram uma consciência sobre essa possível deficiência quando P6 afirma:

"Eu acho que de todas as aulas que eu ministrava no estado, eu acredito que aquelas que tinham experiência e tinham contato real com algo concreto os alunos assimilavam mais, então eu sempre tentava buscar coisas do dia a dia para fazer sentido com aquilo que ele estava estudando." (P6)

Essa consciência dos professores corrobora com a afirmação de Ebenezer e Puvirajah (2005) quando afirmam que muitas vezes os alunos aprendem ciência como fatos e definições para memorizar e por isso acham difícil opinar, se comunicar e negociar processos científicos. Mesmo em salas de laboratórios de ciência nas escolas, Strupe, Caballero e White (2018) afirmam que os alunos são posicionados como técnicos que precisam seguir certos passos de “livro de receitas”, não tendo a oportunidade de moldar sua produção de conhecimento e

participar das práticas da comunidade científica.

P4 é um professor que trabalha numa escola referência do governo e aponta a diferença entre o Ensino básico em Tempo Integral, com mais aulas disponíveis e o Novo Ensino Médio que está sendo implantado em 2022 em todo o país.

“[...] a escola em tempo integral é um sonho que deveria ter em toda a escola deveria ser lei, porque ali, por exemplo, em tempo integral o aluno tem [...] duas aulas de práticas experimentais, [...]. Física que eram duas aulas obrigatórias passam a ser três certo ele tem quatro aulas de estudos orientando dois que são técnicas de estudos que a gente passa para o aluno e a gente ramifica o tempo dele ali naquelas 4 horas para ele sozinho, aprender a estudar. E olha que as ciências são uma base para ele em futuras profissões. A gente está falando de saúde, de medicina, de enfermagem, da Biologia né, dos futuros dentistas, dos futuros Engenheiros e aí vai. Então assim, um Novo Ensino Médio ele reduz as aulas, no caso eu só teria duas aulas. Nós vimos uma grade ontem que eu fiquei assustado. Duas aulas do primeiro ano de Física, Biologia e Química e no segundo cai para uma aula e no terceiro uma aula. Então assim, o que já era difícil vai ficar muito pior. [...] então o Ensino Médio em Tempo Integral é espetacular! Novo Ensino Médio tchau ciência! Ainda mais que na cidade, a gente tem uma UNIFEI que é uma universidade voltada literalmente para um público ligado à Ciências em geral, então assim... eu não entendi [...].” (P4)

Em resumo, muitos professores alegam dificuldades em aprofundar nos temas de suas aulas principalmente devido à baixa carga horária da disciplina. Um segundo ponto que também foi muito citado pelos professores é que eles são limitados pelo cumprimento do currículo, dificultando a diversificação ao longo das aulas, o que não permite o aprofundamento nos temas de maneira a tornar o aprendizado significativo (MOREIRA, 2012) para o aluno e muito menos trazer descobertas e problemas abertos das ciências atuais.

De forma geral, os professores se queixam dos currículos e desenvolvem atividades mecânicas com seus alunos reproduzindo práticas consolidadas que outrora foram realizadas por seus professores. Atualmente eles continuam reproduzindo essas práticas com seus alunos, como é o caso da resolução de exercícios conforme apontado por P1. Para conduzir o aluno a conhecer e compreender a ciência autêntica e a forma como ela se desenvolve, são necessárias mudanças na forma de ensinar e talvez na estrutura do ensino, apontado por P4 quando ele aborda as diferenças entre o ensino em tempo integral e o ensino em tempo regular. Os professores apontam também que ensinar aspectos da NdC ajudam a levar o aluno a compreender as formas como a ciência foi e é produzida conforme abordado por P3 no quadro 12.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere ao trabalho nas escolas, “os professores de ciências vêm sendo desafiados a apresentar a ciência como ela “realmente é”, em vez de promover uma ciência mítica de livro didático” (MARTIN; KASS; BROUWER, 1990, p. 543). Tendo como base nossas análises, parece-nos que ainda nos dias de hoje essa premissa é verdadeira e continua atual, tendo em vista as diversas colocações apresentadas pelos professores e os desafios do dia a dia em sala de aula para seguir os documentos orientadores que conduzem a aprendizagem científica nas escolas aos quais foram citados com mais detalhes na introdução deste trabalho.

Com foco nas trocas dialógicas, os participantes mostraram suas formulações de ideias sobre a produção do conhecimento científico (destaco aqui as TDIC que permitiram realizar essa pesquisa mesmo em período de afastamento social imposto pela pandemia, possibilitando a rápida comunicação com os professores e que de forma presencial não teriam a mesma disponibilidade de participação). A conversa com o cientista ajudou a determinar a extensão do entendimento apresentado pelos professores no quesito produção do conhecimento científico. As respostas dos professores nos apontaram diversas evidências, principalmente no que diz respeito às opiniões de cada um. Por exemplo, percebemos que existem compreensões interessantes sobre o tema, mas é possível identificar uma imagem limitada sobre o assunto produção do conhecimento científico.

Sobre a produção do conhecimento científico, os professores participantes desta pesquisa não demonstram conhecer essas ideias com profundidade necessária para conduzir uma aprendizagem adequada das ciências e como elas são desenvolvidas entre os cientistas. Entendemos que para que os professores consigam ensinar a ciência nas escolas o mais próximo da ciência autêntica, é necessário que tenham um relacionamento mais estreito com cientistas de diversas áreas. Demo (2014) afirma que a educação científica só poderá progredir mais visivelmente quando cuidarmos melhor da formação dos nossos docentes, então uma possível causa destas percepções talvez seja a formação que nossos professores têm recebido. Ele ainda afirma que se o docente só dá aula sem produção própria, assim fica difícil superar o instrucionismo dominante nas escolas, pois para que o aluno aprenda a produzir conhecimento, antes é necessário resolver a questão do professor.

“Professores que não produzem conhecimento, “ensinam” aos alunos a como não produzir conhecimento. Abusa-se de “apostilas”, ou seja, de textos oficiais reproduzidos em penca, alinhando as instituições, professores e alunos. Ainda que existam esforços meritórios para empurrar os professores para a atividade de pesquisa [...]a regra ainda é a docência reprodutiva fincada na transmissão de conteúdos”. (DEMO, 2014, p. 3)

Isso pode apontar para uma necessidade de estreitamento das relações com os professores de ensino de ciências e dos produtores de conhecimento científico. Hadjicosti et al. (2021) apontam que os alunos podem começar a lidar com trabalhos de pesquisa com a ajuda de professores e pesquisadores, tanto para obter *insights* sobre as diferenças entre a ciência da pesquisa e a ciência escolar, quanto para desenvolver suas habilidades de argumentação. Os professores em contato com os pesquisadores podem discutir trabalhos com alunos da escola ou podem ser simplificados para que os alunos possam especular usando o conhecimento existente no aprofundamento de sua compreensão da pesquisa. Mas para conduzir o aluno a reconhecer as abordagens próprias da ciência, os professores devem conhecer a prática científica e aspectos do processo de geração de conhecimento. Rudolph (2000) afirma que:

Os educadores precisam começar a explorar a vasta literatura da comunidade de estudos científicos, não desenvolver uma imagem universalista da ciência, cujo valor é questionável, mas começar a entender como são as várias práticas da ciência em todas as suas formas, a fim de fornecer algum contexto razoavelmente autêntico para situar as reivindicações de conhecimento científico do currículo. (RUDOLPH, 2000, p. 409, tradução nossa)⁹

Levar o professor a refletir sobre as práticas da comunidade científica, a natureza da produção do conhecimento científico desenvolvido, os objetivos por trás das pesquisas, as relações com a sociedade podem contribuir substancialmente para o ensino das ciências nas escolas e para a formação dos estudantes durante a EB. Afinal, a principal forma de contato entre os alunos e o conhecimento científico ocorre através de seus professores ao longo do desenvolvimento das aulas que envolvem as ciências da natureza. A forma como os professores compreendem a ciência autêntica e a produção do conhecimento científico influencia diretamente em suas aulas e em consequência os resultados que os alunos apresentarão no futuro.

⁹ Educators need to begin to exploit the vast literature of the science studies community, not to develop some universalist picture of science, the value of which is questionable, but to begin to understand what the various practices of science look like in all their myriad forms, in order to provide some reasonably authentic context in which to situate the scientific knowledge claims of the curriculum.

Dentro da proposta do projeto em colaboração internacional ainda em andamento até o momento, quando comparado aos resultados de Hadjicosti et al. (2021), para os alunos que tiveram contato com a pesquisa científica na área biológica, os resultados mostram a influência dos conhecimentos prévios. Foi observado que em algumas ocasiões, os alunos podiam recorrer a temas já estudados anteriormente e utilizar experiências e conhecimentos prévios para formular hipóteses e sugerir soluções. Com os professores notamos essa recorrência, mas em suas falas também percebemos relações com suas experiências profissionais e com o currículo da EB. Professores com mais tempo de atuação apresentaram em suas falas, ligações com possibilidades de desenvolvimento do currículo, ou seja, eles perceberam uma conexão da pesquisa sobre células solares com temas ensinados no EM. Nossa pesquisa servirá como referência para os demais colaboradores.

Verificou-se neste trabalho a compreensão dos professores de Física da EB sobre a prática da produção do conhecimento científico no campo da Física. Alguns demonstraram entender o trabalho do cientista citando alguns métodos utilizados como revisão teórica, levantamento de hipóteses, trabalho em equipe entre outros, mas a maioria demonstrou ideias confusas ou considerações mais simples sobre como a ciência é produzida. Eles demonstraram ter consciência das imagens estereotipadas sobre a produção científica, sobretudo do perfil do cientista, mas não aprofundam suas opiniões nem apresentam diálogos consistentes quando apresentados a um problema autêntico da ciência.

Dentre as considerações dos professores sobre o contexto social, político e econômico, verificou-se que para eles existe uma grande barreira nas pesquisas científicas com relação à falta de investimentos e do direcionamento das pesquisas em relação à busca pelo mercado. Ou seja, os professores compreendem que pesquisas científicas estão envolvidas no contexto social, político e econômico em que o conhecimento científico é produzido e que muitas vezes a ciência avança de acordo com os interesses de mercado.

Entre os professores surgiu uma grande preocupação da evidente necessidade de mudar o cenário da produção do conhecimento científico que está sendo deixada em segundo plano no Brasil. Além disso, eles alegam que existe uma barreira para mudar esta situação, pois a “realidade dentro da sala de aula” impede que preparem aulas melhores e que tornem o ensino de física mais interessante, como eles desejariam. Na prática a preparação das aulas é feita no formato mecânico e individual, pois os professores alegam um tempo muito curto para desenvolver atividades práticas da forma como é necessário, não existindo uma articulação entre professores, para reflexão e investigação de problemas do cotidiano e pela

busca por aprimoramentos e inovações no ensino. Apesar de existirem diversas implementações de reformas impostas externamente, elas não proporcionam na prática meios de desenvolvimento real, uma vez que as escolas continuam precárias e não há condições objetivas de se abordar a ciência autêntica.

Enfim, existe uma grande necessidade da produção do conhecimento científico e de sua proliferação entre os futuros profissionais da ciência, nossos alunos, que hoje cursam a educação básica. Como foi apresentado na análise das entrevistas, existem alunos perfeitamente aptos para no futuro atuar profissionalmente como cientistas, porém é necessário subsidiar os profissionais da educação para colocar em prática as políticas públicas que tenham prioridade na formação científica, social e cultural dos estudantes. Conforme verificamos, alguns dos professores entrevistados possuíam cursos de mestrado e doutorado, portanto já tiveram contato e produziram pesquisas, mas diante de questões que realizamos sobre o entendimento da ciência autêntica, ainda assim apresentaram dúvidas e incertezas. Em diversas universidades públicas do país já existem laboratórios de pesquisa nos cursos de licenciatura denominados Iniciação Científica e que proporcionam situações de contato com a produção de ciência, mas essa realidade não se estende a todas as universidades. Uma possível solução seriam ações governamentais mais intensas de incentivo a continuação da pesquisa por parte dos professores em cursos de formação continuada. Dessa forma o professor não pararia sua formação e além de ministrar aulas, também participariam de atividades de pesquisa se tornando um pleno pesquisador e não somente um repassador de conteúdo. Assim, o professor poderia através de sua vivência na produção científica, transmitir tal conhecimento aos seus alunos levando-os a vivenciar essa situação também. A possibilidade de entendimento por parte dos alunos do que seria a ciência autêntica e a forma como ela se desenvolve, seria mais efetiva e real uma vez que os temas dessas pesquisas seriam atuais e a pesquisa poderia fazer parte do cotidiano dos alunos. O estreitamento de atividades e contribuições entre universidades e escolas de EB podem auxiliar no entendimento da ciência autêntica e na mudança de percepção tanto de professores quanto de alunos quanto à produção do conhecimento científico.

Os professores entrevistados entendem que o currículo proposto para a área das ciências é extenso e completo, mas apontam que na prática isso não se viabiliza, pois o tempo de trabalho está mal distribuído e o número de aulas, que já é insuficiente, fica cada vez menor, não permitindo aprofundamento e diversificação das aulas. Percebemos que os professores desejam mais tempo de trabalho em classe para apresentar práticas experimentais,

inovações tecnológicas e situações em que os alunos teriam condições de ter contato direto com a produção do conhecimento científico, entender e debater sobre o assunto, tornando suas aulas mais significativas e contribuindo para que a ciência no país avance, uma vez que o processo de transição entre a educação básica e a universidade se tornaria menos difícil. Os resultados apresentados nesta pesquisa servem de orientação para a construção de documentos e normas curriculares da formação científica, pois apresenta as principais necessidades neste contexto, como forma de promover diálogos e entendimentos mais próximos da real produção de conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, Fouad; BELL, Randy L.; LEDERMAN, Norman G. The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. **Science Education**, v. 82, n. 4, p. 417-436, 1998.
- ACEVEDO, J. A. et al. Mitos da didática das Ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.
- ALVES, A. C. M.; PRAXEDES, G. As Visões de Ciência nos Livros Didáticos Utilizados no Ensino Fundamental: Uma Análise do Tópico Gravação. **Revista Labore em Ensino de Ciências**. vol. 1 - n. 3. 2016
- ANJOS, M. M. O.; JUSTIN, R.. Favorecendo a Discussão de Alguns Aspectos de Natureza da Ciência no Ensino Médio. **Quím. Nova Esc. São Paulo**. Vol. 37, Nº Especial 1, p. 4-10. 2015
- AZEVEDO, Nathália Helena e SCARPA, Daniela Lopes. Um levantamento em larga escala das concepções de Natureza da Ciência de graduandos de Biologia Brasileiros e os possíveis elementos formativos associados. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte) [online]. 2017, v. 19 [Acessado 28 Dezembro 2022], e2794. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172017190121>>
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. Portugal. 5 edição. 2010, p.281.
- BARUFFI E PISA. Metodologia e Conteúdos Básicos de Ciências Naturais e Saúde Infantil. Indaial : UNIASSELVI, 2015. 252 p.
- BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R. R. **How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School** (Washington, DC: National Academy Press). 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BRASIL. Plano Nacional de Educação (PNE). Lei Federal n.º 10.172, de 9/01/2001. Brasília: MEC, 2001c.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de Licenciatura, de Graduação plena. Brasília: Diário Oficial da União, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP 2, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília: Diário Oficial da União, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 01 abr. 2022

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/resolucao_cne_cp222dedezembrode2017.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2020.

BROWN, J.S.; COLLINS, A.; DUGUID, P. Situated cognition and the culture of learning. **Educational researcher**, v. 18, n. 1, p. 32-42, 1989.

BUXTON, Cory A. Creating contextually authentic science in a “low-performing” urban elementary school. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 7, p. 695-721, 2006.

CASTELLS, Manuel et al. **Information technology, globalization and social development**. Geneva: UNRISD, 1999.

CHALMERS, AF. **O que é ciência afinal?**. São Paulo: Brasiliense, 2009

CHINN, C. A.; MALHOTRA, B. A. Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. **Science Education**, v. 86, n. 2, p. 175-218, 2002.

CIAN, H; COOK, M. Secondary science student teachers’ use of verbal discourse to communicate scientific ideas in their field placement classrooms. **Research in Science Education**, 50, 1389–1416; 2020

COBERN, William W.; LOVING, Cathleen C. Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. **Science Education**, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001.

COHEN, L., MANION, L. E K. MORRISON. **Research methods in Education**. London: Routledge Falmer, 2000.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros**. São Paulo: Comitê Gestor da

Internet no Brasil, 2021a. 312 p. Disponível em: <https://www.unicef.org/lac/en/press-releases/schools-still-closed-for-nearly-77-million-students-18-months-into-pandemic-unicef>. Acesso em: 17 nov. 2022.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2021b. 312 p. Disponível em: <https://www.unicef.org/lac/en/press-releases/schools-still-closed-for-nearly-77-million-students-18-months-into-pandemic-unicef>. Acesso em: 17 nov. 2022.

DEMO, Pedro. Educação Científica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica** – Vol. 1, nº 01, Maio/2014

DERRY, Jan. Inferentialism and education. In: **Philosophy of education Society of Great Britain annual conference**. Oxford: New College, 2016.

DOS ANJOS, Mary Mendes Oliveira; JUSTI, Rosária. **Favorecendo a discussão de alguns aspectos de natureza da ciência no ensino médio**. 2015.

DOS SANTOS, Walter Fiúsa et al. Ensino de Física e Sustentabilidade: Energia Solar-Produção, Consumo e Potência, como fonte alternativa na produção de energia renovável. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 6, 2020.

EBENEZER, Jazlin; PUVIRAJAH, Anton. WebCT dialogues on particle theory of matter: Presumptive reasoning schemes. **Educational Research and Evaluation**, v. 11, n. 6, p. 561-589, 2005.

EDELSON, Daniel C. Realising authentic science learning through the adaptation of scientific practice. **International handbook of science education**, v. 1, p. 317-331, 1998.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. São Paulo: UNESP, 2011

GIL PÉREZ, D; MONTORO, I. F; ALIS, J. C., CACHAPUZ, A; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, 7(2), 125-153, 2001.

GLASSON, George E.; BENTLEY, Michael L. Epistemological undercurrents in scientists' reporting of research to teachers. **Science Education**, v. 84, n. 4, p. 469-485, 2000.

GOUGH, N. All Around the World: Science Education, Constructivism, and Globalization. **Educational Policy**, 12(5), 507–524, 1998.

GURGEL, C. M. A.; MARIANO, G. E.. Concepção de neutralidade e objetividade da ciência e tecnologia na formação de professores de ciências: argumentos para a inserção da história e

sociologia da ciência na construção do conhecimento científico. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 1(1), 59–72. 2009

HADJICOSTI, Irene; KORFATIS, Konstantinos; LEVINSON, Ralph; PRICE, Stephen. Students' Forms of Dialogue When Engaged with Contemporary Biological Research: Insights from University and High School Students' Group Discussions. **Research in Science Education**, p. 1-20, 2021.

HEIDELBERGER, Michael; STADLER, Friedrich (Ed.). History of Philosophy of Science: New Trends and Perspectives. **Kluwer Academic**, 2002.

HELMS, Jenifer V. Science and/in the community: Context and goals in practical work. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 6, p. 643-653, 1998.

HODSON, Derek; WONG, Siu Ling. From the Horse's Mouth: Why scientists' views are crucial to nature of science understanding. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 16, p. 2639-2665, 2014.

HULME, Julie A.; DE WILDE, Janet. **Tackling transition in STEM disciplines**. York: Higher Education Academy, 2015

KAPON, Shulamit; LAHERTO, Antti; LEVRINI, Olivia. Disciplinary authenticity and personal relevance in school science. **Science Education**, v. 102, n. 5, p. 1077-1106, 2018.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 1997.

LEDEN, L., HANSSON, L., & THULIN, S. Characteristics of book talks about Nature of Science. **Science Education**, 106, 1469– 1500. 2022. <https://doi.org/10.1002/sce.21749>

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

LEDERMAN, N. G Nature of science: Past, present and future. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), **Handbook of research on Science Education** p. 831-880, 2007.

LEDERMAN, N. G., WADE, P.; BELL, R. L. Assessing understanding of the Nature of Science: a historical perspective. **The Nature of Science in Science Education - Rationales and strategies** (pp. 331–350), 1998.

LEE, Hee-Sun; BUTLER, Nancy. Making authentic science accessible to students. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 8, p. 923-948, 2003.

LEVINSON, R. Introducing socio-scientific inquiry-based learning (SSIBL). **Science and society**. p.31-35, 2018.

LOPES, C. V.; KRÜGER, V.; DEL PINO, J. C.; SOUZA, D. O. G. Concepções de professores de Química sobre a natureza do conhecimento científico. **Acta Scientiae**, 9(1), 3–16. 2007

LOSEE, John. **A historical introduction to the philosophy of science**. 3. ed. Oxford: Oxford University Press, 1993.

MARTIN, Brian; KASS, Heidi; BROUWER, Wytze. Authentic Science: A Diversity of Meanings. **Science Education**, 1990. p. 541-554.

MARX, Karl. O Capital: Crítica da Economia Política. Livro 1. **O processo de produção do capital**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

MATTHEWS, M. R. **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Springer Dordrecht. London. 2014

MCCOMAS, William F.; OLSON, Joanne K. The nature of science in international science education standards documents. In: **The nature of science in science education**. Springer, Dordrecht, 1998. p. 41-52.

MCCOMAS, William F.; CLOUGH, Michael P.; ALMAZROA, Hiya. The role and character of the nature of science in science education. In: **The nature of science in science education**. Springer, Dordrecht, 1998. p. 3-39.

MEDEIROS, M. D. F.. **A Recontextualização da Natureza da Ciência no Currículo do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, p.160. 2022.

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

MOREIRA, Marco Antonio. ¿ Al afinal, qué es aprendizaje significativo?. **Qurriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa**. La Laguna, Espanha. No. 25 (marzo 2012), p. 29-56, 2012.

MOREIRA, N. E.. **Reflexões sobre Ciência e a Produção do Conhecimento Científico na percepção de docentes e discentes no Ensino Superior**. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) - Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra - Universidade D Coimbra. p. 266. 2021

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**, v. 7, p. 32-46, 2014.

MUNFORD, Danusa. A ciência escola em busca de aproximação com a ciência dos cientistas: Uma caracterização de duas diferentes perspectivas no ensino de ciências por investigação. **IN: Biblioteca do curso ENCI–Ensino de Ciências por Investigação**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

OLEQUES, L. C.; BOER, N.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L.. Reflexões acerca das diferentes visões sobre a natureza da ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, 12(1), 110–125. 2013

DE OLIVEIRA, Luciano Denardin; HARRES, João Batista Siqueira. As contribuições para o desenvolvimento profissional docente a partir da interação entre professores e cientistas. **Anais do IV SIPASE: Seminário Internacional Pessoa Adulta, Saúde e Educação**, 2017, Brasil., 2017.

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

PAIVA, A. Gómez; DOS ABIB, M. O ensino de ciências e o currículo em ação de uma professora polivalente. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 3438-3441, 2009.

PARRISE (Utrecht). Utrecht University. **Promoting Attainment of Responsible Research & Innovation in Science Education**. 2022. Disponível em: <https://www.parrise.eu/>. Acesso em: 22 nov. 2022

PENA, Fábio Luís Alves; RIBEIRO FILHO, Aurino. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. 12a ed. São Paulo: Cultrix, 2004.

PRAIA, João; CACHAPUZ, Antônio F. . Un análisis de las concepciones acerca de la Naturaleza del Conocimiento Científico de los profesores portugueses de la Enseñanza Secundaria. **Enseñanza de Las Ciencias**, 12(3), 350–354. 1994.

PUGLIESE, Renato Marcon. O trabalho do professor de Física no ensino médio: um retrato da realidade, da vontade e da necessidade nos âmbitos socioeconômico e metodológico. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 23, p. 963-978, 2017.

RAHM, J.; MILLER, H. C.; HARTLEY, L.; MOORE, J. C. The value of an emergent notion of authenticity: Examples from two student/teacher–scientist partnership programs. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 8, p. 737-756, 2003.

RAMZI, Trabelsi; RAHIM, Kallal; SKHIRI, Maher. Scientific Knowledge Valorization in the Public R&D Sector: a Survey and a PLS-SEM Approach. **Journal of the Knowledge Economy**, p. 1-29, 2022.

RIBEIRO, Sidélia; ADAMS, Fernanda Welter; NUNES, Simara Maria Tavares. Dificuldades e desafios dos professores do ensino fundamental 1 em relação ao ensino de ciências. **Devir Educação**, v. 6, n. 1, 2022.

ROTH, W. M. Authentic School Science. Netherlands. **Kluwer Publishers**. Roth, W.-M.(1996). **Art and artifact of children’s designing: A situated cognition perspective**. **Journal of the Learning Sciences**, v. 5, n. 2, p. 129-166, 1996.

ROZENTALSKI, E. F. **Indo além da Natureza da Ciência: o filosofar sobre a Química por meio da ética química**. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Instituto de Física Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, p.432. 2018.

RUDOLPH, John L. Reconsidering the nature of science as a curriculum component. **Journal of Curriculum Studies**, v. 32, n. 3, p. 403-419, 2000.

SARAMAGO, J. **O Conto da Ilha desconhecida**. São Paulo. Companhia da Letras. 1998.

SIDHU, Lovedeep Singh et al. Information Technology, Globalization Through Research and Social Development. **Compusoft**, v. 4, n. 5, p. 1760, 2015.

SILVA, Alexandre Fernando da; FERREIRA, José Heleno; VIERA, Carlos Alexandre. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017.

SILVA, Dafini Priscila Alves da; FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto.; SILVA, Anderson Henrique. O poderoso NVivo: uma introdução a partir da análise de conteúdo. **Revista política hoje**, v. 24, n. 2, p. 119-134, 2015.

SILVA, Sérgio Luiz da. MENDES, Ivanise. Aprendizagem Significativa: A importância do uso do laboratório nas aulas de Ciências no Ensino Fundamental. **Revista Científica**

Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 11, v. 19, pp. 169-183. Novembro de 2020.

STRUPE, David; CABALLERO, Marcos D.; WHITE, Peter. Fostering students' epistemic agency through the co-configuration of moth research. **Science Education**, v. 102, n. 6, p. 1176-1200, 2018.

TOBALDINI, B. G.; CASTRO, L. P. V.; JUSTINA, L. A. D. J.; MEGLHIORATTI, F. A.. Aspectos sobre a natureza da ciência apresentados por alunos e professores de licenciatura em ciências biológicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, 10(3), 457–480. 2011

VALLADARES, L. Alfabetização Científica e Transformação Social. **Sci & Educ** 30 , 557-587. 2021. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>

VARELAS, M.; HOUSE, R.; WENZEL, S. Beginning teachers immersed into science: Scientist and science teacher identities. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 492-516, 2005.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M. A.. Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. **Enseñanza De Las Ciencias**, 17(3), 377–395. 1999

VIECHENESKI, Juliana Pinto; CARLETTO, Marcia. Por que e para quê ensinar ciências para crianças. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2013.

VITAL, A.; GUERRA, A. A natureza da ciência no ensino de Física : estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 31(2), 225–257. 2014.

WONG, Siu Ling; HODSON, Derek. From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigation and scientific knowledge. **Science Education**, v. 93, n. 1, p. 109-130, 2009.

WONG, Siu Ling; HODSON, Derek. More from the horse's mouth: What scientists say about science as a social practice. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 11, p. 1431-1463, 2010.

HANSSON, Lena; YACOUBIAN, Hagop A. **Nature of science for social justice: Why, what and how?**. Springer International Publishing, 2020.

ZATERKA, L. **Filosofia experimental na Inglaterra do século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle**. São Paulo: Humanitas, 2004.