



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Marcondes Medeiros de Lima

**Discussões de Natureza da Ciência conduzidas por uma professora de Química do
Ensino Básico:** análise das contribuições do Modelo de Ciências para o Ensino de
Ciências

Brasília
2023

Marcondes Medeiros de Lima

**Discussões de Natureza da Ciência conduzidas por uma professora de Química do
Ensino Básico: análise das contribuições do Modelo de Ciências para o Ensino de
Ciências**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências

Orientadora: Prof.^a Dra. Stefannie de Sá Ibraim

Brasília

2023

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

LL732dd Lima, Marcondes Medeiros de
Discussões de Natureza da Ciência conduzidas por uma
professora de Química do Ensino Básico: análise das
contribuições do Modelo de Ciências para o Ensino de
Ciências / Marcondes Medeiros de Lima; orientador Stefannie
de Sá Ibraim. -- Brasília, 2023.
142 p.

Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) --
Universidade de Brasília, 2023.

1. Natureza da Ciência. 2. Ensino sobre Ciências. 3.
MoCEC. I. Ibraim, Stefannie de Sá, orient. II. Título.

Marcondes Medeiros de Lima

Discussões de Natureza da Ciência conduzidas por uma professora de Química do Ensino

Básico: análise das contribuições do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 31 de outubro de 2023,
pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.^a Stefannie de Sá Ibraim, Dra.
Presidente da Banca (UFMG)

Prof.^a Jheniffer Micheline Cortez, Dra.
Membro Titular (UnB)

Prof.^a Paula Cristina Cardoso Mendonça, Dra.
Membro Titular (UFOP)

Prof.^a Monique Aline Ribeiro dos Santos, Dra.
Membro Suplente (UFMG)

Prof.^a Patrícia Fernandes Lootens Machado, Dra.
Membro Suplente (UnB)

Esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção
do título de Mestre em Educação em Ciências.

Brasília, 2023

AGRADECIMENTOS

À professora Stefannie, pela confiança, pelos ensinamentos, direcionamentos, paciência e colaborações, nesses anos de trabalho. Minha escolha pela área da Educação está diretamente ligada a você, obrigado por iluminar meus caminhos. Sem você não sei se poderia ter chegado tão longe, obrigado por ter me apresentado um propósito para a vida, você sempre será minha grande heroína.

À Monique Santos, pelas contribuições desde que participou da banca do meu TCC, por ter lido meu projeto de pesquisa e me escutado falar sobre. Muito obrigado pelas orientações e dicas. Agradeço também pelas contribuições à área, é uma honra poder ter trabalhado com as implicações do seu trabalho. Quando nos encontramos pessoalmente senti como se estivesse reencontrado uma amiga de anos, e que estávamos apenas colocando o papo em dia. Sinto-me muito honrado em ter uma amizade com minha maior referência e em ter você como parte da banca que integra este trabalho.

À professora Patrícia Machado, por ter me acolhido como estagiário na disciplina de Filosofia da Ciência e CTS, e por ter me aceitado como coorientador no trabalho do Lucas. A experiência que tive ao seu lado, desde a graduação, mas especialmente agora no mestrado, é inestimável para mim, é um grande privilégio poder ter conhecido seu trabalho primoroso de perto, e também de ter uma professora tão incrível e comprometida, você é uma das minhas maiores inspirações.

Ao meu amigo Lucas, pela nossa parceria durante todos esses anos. Obrigado pelo convite em ser coorientador no seu TCC, eu aprendi muito contigo durante seu trabalho, as experiências valiosas ao seu lado e da professora Patrícia influenciaram diretamente nesta dissertação. Participar do seu trabalho foi a parte mais divertida desta caminhada pelo mestrado e sua amizade é o bem mais precioso que conquistei nos anos de UnB.

Aos meus pais, pelo apoio durante todo este percurso, não conseguiria sem vocês. Aos meus amigos e meu ex-namorado Robson, que me acompanhou na maior parte desta caminhada, obrigado pelas companhias e alegrias durante este período, vocês tornaram tudo mais agradável, e me ajudaram a organizar meus pensamentos.

À minha irmã e grande amiga, Mislane, que muitos anos atrás me falou da possibilidade de estudar na melhor Universidade do Centro-Oeste, gratuitamente, me contou das provas, me apresentou os conteúdos que seriam cobrados, me acompanhou de ônibus, do interior do Goiás até o DF, e me esperou fazer toda a prova da primeira etapa do PAS. Na época, eu não tinha professores que incentivassem o ingresso no Ensino

Superior, eu nem sabia da possibilidade, obrigado por me mostrar o caminho, e pelos apoios e conversas durante toda esta caminhada que agora desemboca no mestrado, obrigado!

Aos meus sobrinhos, Artur e Sofia, pela fofura e risos durante este período, vocês são meus maiores incentivadores a ser uma pessoa melhor e a contribuir para um mundo mais digno para vocês.

Aos pets que me acompanharam nesta jornada, Art, Apolo, Brenda Cristina e Tupi. Por sempre estarem de guarda, atentos a cada movimento, pelo carinho e presença em todos os momentos dessa pesquisa e nas disciplinas da pós, e muito obrigado por não latirem durante as aulas, e nem durante a coleta de dados, que foram remotas. De um jeito estranho, eu sinto que vocês entendiam que era momento de só ficar quietos.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, pelas conversas nas disciplinas, em especial na ministrada pelo professor Ricardo Gauche, que sempre foi tão certo e esclarecedor em suas palavras. E pela confiança dos colegas depositada em mim para ocupar o cargo de representante discente, da qual tiro experiências muito únicas e valiosas.

Aos colegas do grupo de pesquisa Reagir, por terem tirado um momento para lerem e discutirem meu projeto, os debates que tivemos foram muito valiosos para o rumo que tomou esta pesquisa.

À professora, que gentilmente aceitou participar desta pesquisa, obrigado pelo tempo, esforço e entrega para com as discussões. Finalizo esta pesquisa admirando e me espelhando muito mais na profissão e na dedicação de profissionais competentes como você.

Aos meus ex-colegas de trabalho do Banco Genético da Embrapa-Cenargen, pelo apoio durante o processo seletivo para ingresso no mestrado e no início desta etapa da minha vida. Com vocês aprendi mais sobre o compromisso para com a sociedade, sobre a rotina de laboratório e de pesquisas, e de uma forma especial, aprendi a gostar de estar em um laboratório e de cuidar de plantinhas.

Às professoras Paula Mendonça, Jheniffer Cortez e Patrícia Machado pelas ricas contribuições feitas em minha banca de qualificação. Muito obrigado pelas discussões que moldaram intensamente este trabalho. E por novamente aceitarem participar da banca.

À CAPES e à UnB pelo apoio financeiro que tanto contribuiu para este trabalho.

RESUMO

Atualmente, há uma concordância na área de Educação em Ciências a respeito da importância de discussões sobre Natureza da Ciência em todos os níveis de ensino. Entretanto, não se tem um consenso sobre o que ensinar de Natureza da Ciência, nem sobre como levar essas discussões. Além dessa falta de consonância, se observa que tais debates, muitas vezes, não se concretizam nas salas de aula. Na tentativa de oferecer suporte para solucionar essas questões, diversas abordagens de Natureza da Ciência têm-se difundido na literatura, sendo uma delas a pautada no Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências versão 2 (MoCEC v.2). O MoCEC v.2 aborda a Ciência como uma atividade complexa, que pode ser analisada a partir de diferentes áreas do conhecimento, sendo que em cada uma dessas áreas são elencados aspectos de Natureza da Ciência, os quais são definidos detalhadamente. Em nossa pesquisa, sinalizamos que o MoCEC v.2 tem sido utilizado para duas finalidades no Ensino de Ciências: (i) propor situações de ensino *sobre* Ciências; e (ii) como ferramenta de análise no contexto de discussões de Natureza da Ciência. No âmbito das publicações sobre o modelo, pouco se discutiu sobre o uso do MoCEC v.2 na proposição de situações de ensino por professores. Diante disso, discutimos como uma professora que atua na Educação Básica utilizou o MoCEC v.2 para analisar e depois para planejar uma sequência de ensino envolvendo Natureza da Ciência, além de discutirmos como ela interagiu com o MoCEC v.2 durante estas situações. Para investigar esta problemática, utilizamos a metodologia de estudo de caso, na perspectiva da pesquisa qualitativa. Observamos que a docente manifestou oito aspectos de Natureza da Ciência ao refletir sobre como abordaria em suas aulas uma proposta didática referente a um caso sociocientífico sobre o rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho (MG). E em sua proposta didática sobre o desenvolvimento dos modelos atômicos, ela manifestou dezessete aspectos de Natureza da Ciência. A partir disso, algumas de nossas conclusões foram que a professora: i) conseguiu promover discussões a partir do MoCEC v.2; ii) teve dificuldades em diferenciar duas das áreas presentes no modelo, sendo elas Antropologia da Ciência e Sociologia da Ciência, assim como de discutir alguns dos aspectos de Natureza da Ciência; e iii) demonstrou estar mais confortável em usar as áreas do MoCEC v.2 em detrimento de seus aspectos. Apontamos que nossas discussões fomentam as reflexões sobre elementos que podem contribuir para a inserção de discussões de Natureza da Ciência em sala de aula, especialmente a partir do MoCEC v.2. E sinalizamos a importância de investigar o uso da ferramenta em situações reais de ensino promovidas por professores da Educação Básica, assim como enfatizamos a relevância de discutir Natureza da Ciência a partir de diversas estratégias, como casos históricos, sociocientíficos e atividades investigativas.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; Ensino sobre Ciências; MoCEC.

ABSTRACT

Currently, there is a consensus regarding the importance of discussions on the Nature of Science at all levels of education. However, there is no consensus on what to teach about Nature of Science, and on how to carry out these discussions. In addition to the fault of consensus, it is observed that such discussions are often not present in classrooms. To offer support to resolve these issues, several Nature of Science approaches have been disseminated in the literature, one of which is based on the Model of Science for Science Education version 2 (MoSSE v.2). MoSSE v.2 presents Science as a complex activity, which can be analyzed from different areas of knowledge, with each of these areas having its constituent aspects of the Nature of Science, which are defined in detail. In our research, we highlighted that MoSSE v.2 has been used for two purposes in Science Education: (i) proposing teaching situations *about* Science; and (ii) as an analysis tool in the context of discussions on the Nature of Science. Within the scope of publications about the model, little was discussed about the use of MoSSE v.2 in proposing teaching situations by teachers. Based on that, we discuss how a teacher, who works in middle and high school, used MoSSE v.2 to analyse and plan teaching situations involving Nature of Science, in addition to discussing how she interacted with MoSSE v.2 during these situations. To investigate this situation, we used the case study methodology and found that the teacher expressed eight aspects of the Nature of Science when reflecting on how she would approach in her classes a didactic proposal referring to a socio-scientific case about the collapse of the mineral tailings in Brumadinho (MG). And in her didactic proposal on the development of atomic models she expressed seventeen aspects of the Nature of Science. From that, we concluded that the teacher: i) managed to promote discussions using MoSSE v.2 as a base; ii) had difficulty in differentiating two areas present in the model, namely Anthropology of Science and Sociology of Science, as well as discussing some of the aspects of Nature of Science; and iii) demonstrated that they were more comfortable using MoSSE v.2 areas rather than aspects. We point out that our discussions encourage reflections on elements that can contribute to the insertion of discussions on the Nature of Science in the classroom, especially from MoSSE v.2. And we highlight the importance of investigating the use of the tool in real teaching situations promoted by basic education teachers, as well as emphasizing the relevance of discussing Nature of Science from different teaching strategies, such as historical, socio-scientific cases and investigative activities.

Keywords: Nature of Science; Teaching *about* Science; MoSSE.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Antropologia da Ciência
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CC	Comunicação da Ciência
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCC	Dimensões de Confiabilidade da Ciência
EC	Economia da Ciência
EF	Ensino Fundamental
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EM	Ensino Médio
FC	Filosofia da Ciência
HC	História da Ciência
HQ	História da Química
MoCEC	Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências
MoSSE	Model of Science for Science Education
NdC	Natureza da Ciência
PC	Psicologia da Ciência
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PROEJA	Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos
QP	Questão de Pesquisa
SC	Sociologia da Ciência
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
v.2	Segunda versão
v.3	Terceira versão
VNOS	Views of Nature of Science Questionnaire

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação visual do MoCEC, <i>Science Eye</i>	27
Figura 2 – Diferentes indivíduos nas cápsulas da <i>Science Eye</i> representando visões distintas em uma determinada perspectiva disciplinar	28
Figura 3 – Representação visual do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências versão 2	31
Figura 4 – Representação visual do Modelo de Ciências para a Educação em Ciências versão 3.....	35
Figura 5 – Esquema dos trabalhos que utilizaram alguma das funções do MoCEC v.2.....	38
Figura 6 – Possíveis interpretações sobre as relações entre as áreas Antropologia da Ciência e Sociologia da Ciência, a partir das definições do MoCEC v.2.....	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Aspectos de Natureza da Ciência apresentados na segunda versão do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências.....	33
Quadro 2 – Aspectos que caracterizam a área Comunicação da Ciência.....	34
Quadro 3 – Perguntas norteadoras propostas e possíveis aspectos de Natureza da Ciência a serem discutidos a partir da sequência didática relacionados a exposições virtuais em museus.....	52
Quadro 4 – Exemplos de questões possíveis de serem feitas durante a primeira parte da atividade investigativa sobre o funcionamento de um controle remoto.....	54
Quadro 5 – Momentos que compuseram a coleta de dados.....	66
Quadro 6 – Aspectos de Natureza da Ciência manifestados na discussão do material de ensino.....	71
Quadro 7 – Aspectos de Natureza da Ciência manifestados na discussão da proposta de ensino feito pela professora.....	91
Quadro 8 – Aspectos de Natureza da Ciência manifestados pela professora em sua proposta didática a partir dos temas propostos por ela (continua).....	106

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
REFERENCIAIS TEÓRICOS	20
CONTEXTUALIZAÇÃO DO CENÁRIO DE ABORDAGENS DE NATUREZA DA CIÊNCIA: LISTA CONSENSUAL.....	20
MODELO DE CIÊNCIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	25
LEVANTAMENTO DE TRABALHOS QUE UTILIZARAM O MoCEC v.2	36
USO DO MoCEC v. 2 PARA ANÁLISE DE DADOS	39
USO DO MoCEC v. 2 NA PROPOSIÇÃO DE SITUAÇÕES DE ENSINO	45
QUESTÕES DE PESQUISA	60
ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	61
CONHECENDO O SUJEITO DE PESQUISA.....	62
COLETA DE DADOS	65
PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	69
RESULTADOS E DISCUSSÕES	71
ANÁLISE DO MATERIAL DE ENSINO – CASO BRUMADINHO	71
ANÁLISE DA PROPOSTA DE ENSINO	91
INTERAÇÕES ESTABELECIDAS COM O MoCEC v.2 PELA PROFESSORA	107
CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
APÊNDICE A - PERGUNTAS QUE ORIENTARAM A ENTREVISTA INICIAL.....	125
APÊNDICE B - PERGUNTAS QUE ORIENTARAM A ENTREVISTA SOBRE A SITUAÇÃO DE ENSINO DE NATUREZA DA CIÊNCIA PROPOSTA PELO SUJEITO DE PESQUISA.....	126
APÊNDICE C - PERGUNTAS QUE ORIENTARAM A ENTREVISTA DEPOIS DO PLANEJAMENTO DA SITUAÇÃO DE ENSINO.....	127
ANEXO A – MODELO DE CIÊNCIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS VERSÃO 2.....	128
ANEXO B – CASO SOCIOCIENTÍFICO SOBRE O ROMPIMENTO DA BARRAGEM EM BRUMADINHO/MG.....	131
ANEXO C – PLANEJAMENTO INICIAL DA PROPOSTA DE ENSINO DESENVOLVIDA PELA PROFESSORA.....	135
ANEXO D – PLANEJAMENTO FINAL DA PROPOSTA DE ENSINO DESENVOLVIDO PELA PROFESSORA.....	137

INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, as relações entre Ciência e a sociedade têm se tornado cada vez mais intensas e, atualmente, é inegável sua importância em nosso cotidiano. Isto porque, a Ciência nos proporciona conhecimentos relativamente estáveis e confiáveis, baseados em metodologias científicas rigorosas e validados pela comunidade científica, estes podem ser usados como lentes para conhecermos o mundo em que vivemos. Nesse sentido, o ensino *sobre* Ciências¹, ou o ensino de Natureza da Ciência (NdC), isto é, um ensino pautado no favorecimento da compreensão e reflexão acerca dos produtos e processos de produção da Ciência, pode contribuir para tomada de decisões bem fundamentadas sobre assuntos relacionados a Ciência, sejam eles em uma esfera pessoal ou coletiva (Acevedo *et al.*, 2005; Millar; Osborne, 1998; Rudolph; Horibe, 2015).

Em linhas gerais, NdC pode ser compreendida enquanto um constructo da área de Educação em Ciências, e se fundamenta em áreas metacientíficas² (Aymerich; Martínez; Gatica; Adúriz-Bravo, 2016), buscando trazer compreensões e reflexões sobre o conhecimento científico, envolvendo assuntos como o seu desenvolvimento, dinâmicas, limites e alcances, historicidade, papel dos cientistas, valor social etc. Assim, as discussões envolvem tanto situações internas a Ciência, como as relações entre os cientistas e os percursos que o conhecimento passa para ser aceito pela comunidade científica, quanto a sua relação com elementos externos, por exemplo econômicos, culturais e políticos (Moura, 2014).

Em tempos mais recentes, a pandemia de Covid-19, a proliferação de teorias conspiratórias e os discursos negacionistas em relação a Ciência, evidenciaram ainda mais a necessidade e a relevância do exercício crítico sobre assuntos que tangem Ciência. Diante disso, os conhecimentos de NdC podem ser aliados dos indivíduos na análise e enfrentamento de tais situações (Catarino; Reis, 2021; Bonfim; Garcia, 2021). Nesse sentido, diversos estudos (Acevedo *et al.*, 2005; Allchin, 2013; Gil-Pérez; Vilches, 2006; Praia; Gil-Pérez; Vilches, 2007; Sasseron; Carvalho, 2011; Yacoubian, 2015) vêm enfatizando a importância de o ensino de Ciências estar focado na formação de cidadãos

¹ O termo “*sobre* Ciências” é usado como sinônimo de Natureza da Ciência na presente pesquisa.

² O termo “metaciência”, estruturado com o prefixo grego *metà* (que significado de “além”), faz referência a todas as áreas que têm a Ciência como objeto de estudo, como: Filosofia, História e Sociologia da Ciência. Essas disciplinas investigam as ciências naturais a partir de pontos de vistas teóricos distintos (Aymerich; Martínez; Gatica; Adúriz-Bravo, 2016).

que consigam analisar situações sociocientíficas, porque isso pode contribuir para a atuação crítica desses sujeitos em suas vidas pessoais e na sociedade.

Considerando a complexidade das situações envolvendo Ciência, como os supracitados, que os indivíduos tendem a vivenciar atualmente, é importante ressaltarmos³ que uma crença acrítica nas afirmações de conhecimento científico não se mostra como uma solução para um entendimento e posicionamento bem-informado dos indivíduos. Isso porque a Ciência pode ser vista por pontos extremos, seja como uma entidade que não deve ser questionada, ou uma instituição que apresenta informações que podem ser sempre relativizadas (Catarino; Reis, 2021; Bonfim; Garcia, 2021). Ambos os contextos refletem distorções de uma visão adequada sobre a atividade científica e de sua natureza, uma vez que a Ciência não produz verdades absolutas, apesar de, ao mesmo tempo, apresentar conhecimentos robustos e confiáveis, que requerem rigor metodológico.

Desse modo, é importante que o ensino de Ciências contribua para a formação de sujeitos que não sejam submissos a um discurso científico autoritário, assim como, não abra margem para o negacionismo científico. Nesse sentido é importante que o ensino de Ciências proporcione ferramentas para que os indivíduos possam lidar com situações sociocientíficas que os aflijam. Tendo isso em vista, o ensino de NdC pode favorecer a alfabetização científica dos estudantes e ser um dos artifícios que podem influenciar na tomada de decisões⁴ (Acevedo *et al.*, 2005), visto que um sujeito alfabetizado cientificamente tem uma compreensão rica *sobre* Ciências, o que pode contribuir para o enfrentamento de situações que envolvem aspectos científicos de forma crítica (Allchin, 2013; Sasseron; Carvalho, 2011).

A importância do enfoque em NdC nas salas de aula também estão presentes em documentos oficiais de diversos países (AAAS, 2009; NRC, 2012; OECD, 2006), que

³ No decorrer desta dissertação, optei por redigi-la na primeira pessoa do plural, com exceção dos momentos em que relato meu processo formativo, isto porque, apesar do trabalho ser de minha autoria, ele também é composto por diversas outras perspectivas, como de minha orientadora, de colegas e professores da pós-graduação, assim como por referenciais da área em que baseio minhas falas. Além disso, defendemos que Ciência é feita por um coletivo, logo é coerente redigir o trabalho desta maneira, visto que enfatiza que a construção do conhecimento se dá pelas contribuições de diversos atores, ao qual me incluo.

⁴ Acevedo *et al.* (2005) apresentam, a partir de um levantamento bibliográfico, quatro fatores que podem interferir na tomada de decisões em assuntos tecnocientíficos de interesse social, sendo eles: i) conhecimentos de NdC e sobre o tema investigado; ii) valores éticos e morais; iii) sentimentos aflorados pelo tema debatido; e iv) crenças culturais, sociais e políticas.

ênfatazaram a importância de os estudantes compreenderem e tomarem decisões críticas sobre como a Ciência influencia a sociedade e, conseqüentemente, suas vidas pessoais. Além disso, os propositores de tais documentos consideraram pertinente que as avaliações – isto inclui testes padronizados em larga escala, assim como projetos escolares e procedimentos feitos em sala de aula, por exemplo questionários, sejam redigidos e/ou perguntas orais –, tenham questões que mobilizem pensamentos críticos dos estudantes frente a Ciência, e não apenas foquem nos conteúdos científicos. Desta maneira, é importante que haja um alinhamento entre os objetivos de aprendizagem e as demandas curriculares e as avaliações – bem como dos propósitos do professor – pois esta somatória pode contribuir para o desenvolvimento de uma compreensão rica *sobre* Ciências.

No âmbito nacional, o principal documento que rege o Ensino Básico é a Base Nacional Comum Curricular (BCNN) (Brasil, 2018). Diferente de alguns documentos no cenário internacional (AAAS, 2009; NRC, 2012; OECD, 2006), que citaram explicitamente a importância de discussões *sobre* Ciências na Educação Básica, a BNCC não usa o termo “Natureza da Ciência” em nenhum momento do texto (Pinto; Silva, 2021; Souza; Santana; Moura; Souza, 2023). Entretanto, ela trouxe discussões que estão relacionadas a NdC, por exemplo ao ter relatado a importância da contextualização histórica dos conceitos ensinados nas escolas e ao apontar que no ensino das Ciências da Natureza devem ser destacados os processos e práticas de investigação científica.

Assim, a BNCC trouxe discussões que tangem NdC, entretanto, há alguns trabalhos, como Sasseron (2018), que apontam algumas fragilidades no documento quanto a isso. Ao analisar as habilidades a serem desenvolvidas nos anos iniciais, Sasseron (2018) salientou que o documento priorizou a apresentação de informações e conceitos em detrimento de aspectos da atividade científica, além de negligenciar pontos importantes da investigação científica, como a identificação e a proposição de problemas de investigação, tomadas de decisões e a relação dos conhecimentos científicos com contextos externos à escola.

Guimarães e Moura (2021), que analisaram a parte da BNCC relacionada ao Ensino Fundamental, apontam também que alguns aspectos de NdC foram pouco enfatizados, como os associados às relações da Ciência com o contexto sociopolítico e econômico. Os autores ainda destacaram que a perspectiva de Ciência que o documento

proporciona se configura em afirmações fragmentadas e desconexas, que não contribuem para uma visão coerente da atividade científica.

Somando às críticas, Pinto e Silva (2021) apontam que as discussões *sobre* Ciências presentes na BNCC são superficiais, além de pouco dialogarem com as pesquisas em Ensino de Ciências, visto que os debates acadêmicos em torno de NdC têm amadurecido desde o século passado, apresentando avanços e resultados positivos. Ainda assim, essas discussões têm se mostrado incipientes nos documentos que regem a Educação brasileira. Desta maneira, Pinto e Silva (2021) destacaram a importância do diálogo entre os formuladores de políticas públicas e os pesquisadores da área.

Sipavicius e Sessa (2019) ainda salientaram que a BNCC elenca muitos conteúdos, o que acarreta a falta de espaço para que a rede distrital, estadual ou municipal, ao elaborarem seus currículos, acrescentem outras discussões que considerem pertinentes. O autor e a autora ainda temem que o modelo de educação apresentado pela BNCC se aproxime de um ensino tecnicista reprodutivo.

Muitas das críticas feitas à BNCC também foram apontadas por Olson (2018) a documentos educacionais de outros países. A autora analisou como foram apresentadas discussões de NdC em currículos de nove países, e concluiu que apesar de mencionarem discussões de NdC, em sua maioria – com exceção do australiano – não apresentaram ideias de NdC como objetivos de aprendizagens.

A partir de tudo que foi apresentado, podemos considerar que a BNCC – assim como outros documentos da educação mundo afora – apresentou discussões que tangem a NdC, tanto em contexto contemporâneo quanto histórico. Entretanto, na prática, há pouco espaço no currículo para que tais discussões realmente possam ser parte dos debates em sala de aula, o que pode contribuir para a permanência do modelo conteudista de ensino.

Apesar das recomendações na literatura e nos documentos oficiais sobre a importância do ensino de NdC, esta é uma realidade ainda distante para muitos estudantes, como foi para mim. Em minha formação na Educação Básica, não tive acesso a um ensino

de Ciências autêntico⁵, direcionado para a formação crítica. Ao invés disso, vivenciei um ensino focado na memorização de conceitos e na utilização destes na resolução de questões de provas.

Ao ingressar na universidade, em um curso de Bacharel em Química, essa realidade se perpetuou, ao ponto de continuar estudando para atuar nesse ramo, se tornar uma situação maçante e desagradável. Nessa trajetória, fui me arriscando em disciplinas de outros cursos, como, Biologia, Ciências Naturais, Farmácia e Pedagogia, mas, apesar de achar as experiências interessantes, não me via atuando nessas áreas. Até que, em uma disciplina do curso de Química Licenciatura isso mudou.

A disciplina em questão tratava de casos históricos atrelados às discussões de NdC. A partir dessas discussões, pude visualizar uma Ciência dinâmica, complexa e interessante. A Ciência que experimentei nessa disciplina me provocou curiosidade, desejo de entender como ela funcionava, isto era o oposto da Ciência supostamente neutra e conteudista que me foi ensinada até o momento. Depois dessa experiência, mudei de curso, participei de pesquisas sobre o assunto via Iniciação Científica, me graduei em Licenciatura em Química, comecei a participar do grupo de pesquisa Reagir – Modelagem e Educação em Ciências, e venho atuando em pesquisas sobre o assunto.

O que experienciei nessa disciplina me fez refletir sobre o motivo pelo qual discussões como as que vivenciei, não estarem presentes na minha formação no Ensino Básico, ou mesmo no curso de bacharel. A ausência de discussões e reflexões dessa natureza, especialmente no Ensino Básico, não é algo exclusivo do meu caminho formativo.

Para além da minha vivência, diversos estudos têm apontado que visões distorcidas *sobre* Ciências fazem parte da concepção de estudantes do Ensino Básico, assim como de professores (El-Hani, 2006; Kosminsky; Giordan, 2002; Mousinho; Silva; Brandão, 2016; Gil-Pérez; Montoro; Alís; Cachapuz; Praia, 2001). No caso dos professores, durante suas formações, é comum estes não terem acesso às discussões de NdC (Guerra-Ramos, 2012; Hanuscin, 2013; Lederman, 2007), o que resulta na ausência de clareza sobre como conduzir essas discussões, ou sobre o que poderia ser ensinado.

⁵ Entendemos que ensino de Ciências autêntico é um ensino baseado em situações que promovam oportunidades dos estudantes vivenciarem atividades que estejam próximas da realidade da Ciência e dos cientistas (Gilbert, 2004).

Conseqüentemente, isto contribui para o distanciamento entre os apontamentos da literatura e as pretensões curriculares nas salas de aulas reais, algo que se traduz na falta de discussões de NdC nas salas de aulas.

Visando alterar o cenário de formação de professores, pesquisadores têm investido no ensino de NdC nesse contexto, pois para que tais discussões cheguem no Ensino Básico, é importante os professores as vivenciarem anteriormente (Justi; Mendonça, 2016). Nesse sentido, a partir da análise de artigos publicados sobre o tema NdC, Silva, Azevedo, Nascimento e Carvalho (2016) apontaram que a maior parte dos artigos de intervenções didáticas *sobre* Ciências ocorrem na formação de professores.

Sobre os trabalhos que buscaram contribuir para a inserção de NdC nas salas de aula do Ensino Básico, trazemos como exemplo Martins e Justi (2021). As autoras relataram as discussões em torno da proposição dos modelos atômicos para se ensinar conceitos científicos e NdC, a partir de atividades desenvolvidas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) por graduandos em Licenciatura em Química. Como resultado, elas destacaram que os estudantes expressaram ter visões mais amplas *sobre* Ciências ao longo das atividades, e que puderam aprender o conteúdo químico, assim como NdC. Ressaltamos ainda que o trabalho de Martins e Justi (2021) evidenciou a possibilidade de se abordar conhecimentos *de* e *sobre* Ciências em conjunto, isto é, de maneira integrada, o que pode ser um dos caminhos para superar a dificuldade que professores relatam de não ter tempo de discutir NdC em suas aulas.

Outro ponto interessante no trabalho de Martins e Justi (2021) foi o relato da perspectiva da professora que aplicou a sequência didática em suas aulas. Neste caso, foi afirmado que a professora considerava que os conhecimentos de NdC eram tão importantes de serem ensinados, quanto os de conteúdos químicos. Discussões nesse sentido foram apresentadas por Lerderman (2006), ao apontar que os professores tendem a se dedicar mais às atividades que consideram importantes. Assim, um professor que julga essencial que os alunos desenvolvam uma visão ampla *sobre* Ciências, irá trazer essas discussões em suas aulas, mesmo que atreladas aos conteúdos tradicionalmente ensinados.

Desta maneira, para as discussões de NdC chegarem às salas de aula, é importante que os professores, além de terem conhecimentos sobre esse tema, compreendam a

relevância dessas discussões para a formação de seus estudantes (Barbosa; Aires, 2018). Para além disso, é necessário também que os professores tenham conhecimentos de conteúdo pedagógico *sobre* Ciências, isto é, que eles saibam como ensinar NdC (Hanuscin, 2013; Martins, 2007; Vesterinen; Aksela, 2013). Assim, para que o ensino *sobre* Ciências seja realidade nas salas de aulas, é pertinente que os professores vivenciem essas discussões em suas formações, e tenham a oportunidade de desenvolverem habilidades necessárias para implementação delas em sua prática (Justi; Mendonça, 2016; Mendonça, 2020; Vesterinen; Aksela, 2013).

Nesse contexto, há trabalhos que debateram sobre a implementação de discussões de NdC na formação de professores (Cortez, 2019; Justi; Mendonça, 2016; Lima; Ibraim; Santos, 2021), os quais relataram que a aproximação dos futuros professores com o ensino *sobre* Ciências contribuiu para que os futuros professores: (i) ampliassem suas visões de NdC; e (ii) considerassem necessária a inclusão de discussões de NdC em seus futuros trabalhos docentes (Cortez, 2019; Justi; Mendonça, 2016). Além disso, Lima, Ibraim e Santos (2021) ressaltaram a importância das discussões de NdC perpassarem por diversas disciplinas, seja as de carácter pedagógico ou de conceitos químicos⁶, no decorrer da formação dos futuros professores, e que essas discussões não ocorram a partir de apenas uma estratégia de ensino – como casos históricos, que tem sido o principal foco de trabalhos nacionais (Silva, Azevedo, Nascimento; Carvalho, 2016).

Somados aos desafios presentes na formação de professores, Almeida e Mendonça (2016) e Vesterinen e Aksela (2013) ainda destacam que não houve um consenso sobre o que e como discutir NdC em sala de aula e que os materiais instrucionais muitas vezes são escassos ou mesmo inadequados. Na intenção de contribuir para a superação dessas questões, Justi e Erduran (2015) propuseram o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (MoCEC), que por sua vez foi ampliado em uma segunda versão (Santos; Maia; Justi, 2020).

Em linhas gerais, o MoCEC v.2 consiste em uma abordagem de NdC que tem duas principais finalidades no Ensino de Ciências: i) contribuir para o planejamento e

⁶ O apelo de que as disciplinas de conteúdos químicos também sejam locais para que as discussões de NdC ocorram de forma explícita, se dá pois os estudos de como os conceitos científicos foram/são construídos, estão intimamente relacionados aos conteúdos discutidos nessas disciplinas, além de que, como argumentado por Matthews (2012), discussões sobre como ocorre o desenvolvimento da Ciência podem contribuir para aprendizagem e motivação dos estudantes.

conduções de discussões de NdC e ii) como suporte para análise de dados em contextos de discussões *sobre* Ciências.

Durante meu percurso formativo no curso de Licenciatura em Química, tive a oportunidade de usar tal abordagem de NdC, com foco na sua segunda função, ou seja, como ferramenta de análise de dados. Especificamente, utilizei o MoCEC v.2 para analisar aspectos de NdC em casos históricos, na minha iniciação científica (Lima; Ibraim, 2020), em meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Lima, 2020), em trabalhos apresentados em eventos científicos (Lima; Ibraim, 2019a, 2021a; 2021b; 2023; Lima; Santos L. C., 2021), assim como em artigo publicado em periódico na área de Educação em Ciências (Lima; Ibraim; Santos, 2021).

A familiaridade com o MoCEC v.2, me fez refletir sobre o seu potencial para uso em sala de aula, o qual tem sido pouco explorado na literatura. Assim, minha intenção com este trabalho foi contribuir para as discussões sobre os potenciais e limitações do MoCEC v.2 ao ser utilizado por professores em exercício. Tendo esses objetivos em vista, redigimos a presente pesquisa a partir das seguintes questões de pesquisa: (i) Como uma professora de Química da Educação Básica utiliza o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências v.2 para analisar um material de ensino? (ii) Como uma professora de Química da Educação Básica utiliza o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências v.2 para planejar uma sequência didática envolvendo aspectos de Natureza da Ciência? E; (iii) Como uma professora interage com o MoCEC v.2 ao analisar e planejar uma sequência de ensino envolvendo discussões de Natureza da Ciência?

À vista disso, organizamos esta dissertação em seis capítulos. Neste capítulo inicial, apresentamos um panorama geral das discussões da área de Ensino de Ciências com relação a NdC, assim como relatei parte do meu caminho acadêmico. No próximo capítulo, discutimos nossos referenciais teóricos, destacando o MoCEC v.2, e apresentamos um levantamento de trabalhos que utilizaram tal modelo. No capítulo três, retomamos nossas questões de pesquisa e enfatizamos as contribuições para o campo. No quarto, abordamos os caminhos metodológicos percorridos nesta dissertação. No capítulo quinto, apresentamos nossos resultados e discussões e, por fim, no capítulo seis, trazemos nossas conclusões e implicações oriundas desta pesquisa.

REFERENCIAIS TEÓRICOS

A importância das discussões relacionadas a NdC estarem presentes na formação dos estudantes é um consenso na literatura (Vilas Boas; Silva; Passos; Arruda, 2013). Entretanto, autores como Allchin (2013), Almeida e Mendonça (2016), Roda e Martins (2021), Santos (2023) e Vesterinen e Aksela (2013) vêm apontando que há divergências quanto: i) a definição de NdC; ii) o que se ensinar de NdC; e (iii) como ensinar NdC, isto é, as questões práticas que envolvem a realização de situações de ensino *sobre* Ciências.

Na intenção de superar as dificuldades advindas desses desacordos, diferentes perspectivas voltadas ao ensino de NdC têm sido relatadas na literatura (Allchin, 2011; 2013; 2017; Inêz; Brito; El-Hani, 2021; Irzik; Nola, 2011, 2014; Lederman 2006; Lederman *et al.* 2002; Mathews, 2012; Santos; Maia; Justi, 2020). Em outras palavras, as abordagens de NdC se apresentaram como instrumentos que buscam favorecer o entendimento *sobre* Ciências e que têm o potencial de orientar possíveis estratégias de ensino. Portanto, buscam contribuir para as discussões sobre *o que e como* ensinar NdC. No presente capítulo apresentamos com mais detalhes a Lista Consensual, principal precursora de abordagens de NdC e logo após discutimos uma alternativa a Lista Consensual, especificamente, o MoCEC v.2.

Contextualização do cenário de abordagens de Natureza da Ciência: Lista Consensual

No levantamento bibliográfico de Azevedo e Scarpa (2017), as autoras apontaram que a abordagem de NdC mais difundidas na literatura é a proposta por Lederman e colaboradores (Lederman, 2006; Lederman *et al.*, 2002), conhecida como Visão Consensual (também chamada de Lista ou Sete de Lederman). Em linhas gerais, ela reuniu características de NdC que foram apontadas como consensuais entre profissionais que discutem NdC.

O grupo, na época, coordenado por Lederman sinalizou que não há um consenso sobre o que seja NdC, mas ressaltou que isso não precisaria ser um impedimento para que as discussões *sobre* Ciências chegassem às salas de aula. Além disso, Lederman (2006) destacou que discutir NdC a partir de suas complexidades, pode ser algo pouco frutífero para os estudantes da Educação Básica, assim, o autor recomendou que as discussões de

sobre Ciências possam ser simplificadas a fim de que os estudantes consigam entendê-los melhor.

Tendo isso em vista, Lederman e colaboradores (Lederman, 2006; Lederman *et al.*, 2002) apresentaram uma lista de sete princípios de NdC baseada em dois critérios. Primeiramente, foram considerados os aspectos de NdC que o grupo julgou como sendo consensuais entre profissionais que discutem *sobre* Ciências, como educadores, filósofos, historiadores e sociólogos da Ciência. Em segundo lugar, foram elencados princípios de NdC que fossem desejáveis e adequados frente à aprendizagem de estudantes da Educação Básica.

O primeiro princípio da lista diz respeito às diferenças entre observação e inferência. Nesse caso, os estudantes devem estar conscientes de que as observações na Ciência têm relação com o que é perceptível diretamente aos sentidos humanos, enquanto as inferências não se relacionam de modo direto aos sentidos, mas sim às interpretações a partir de outras informações. Por exemplo, ao soltar um item qualquer, pode-se perceber que esse objeto vai ao encontro da superfície. Porém, para afirmar que o objeto cai devido a força da gravidade são necessários outros tipos de manifestações ou efeitos observáveis que possam ser medidos. Essas afirmativas, que requerem mais elaborações, são chamadas de inferência (Lederman 2006; Lederman *et al.*, 2002).

O segundo princípio se referiu às diferenças entre leis e teorias. Leis científicas são afirmações/descrições de relações entre os mais diversos fenômenos. Por exemplo, a Lei de Proust traz uma relação entre reações químicas e as massas das entidades que participam dessas reações. Por outro lado, as teorias envolvem um conjunto de explicações que são bem estabelecidas na comunidade científica e devem estar bem fundamentadas, e serem internamente consistentes. As teorias usam de entidades não observáveis para explicar fenômenos distintos, os quais podem inicialmente parecer não estar relacionados. Por exemplo, a teoria atômica de Dalton pode ser utilizada para explicar a Lei de Proust. Entretanto, Lederman (2006) e Lederman *et al.* (2002) salientaram que, ao contrário do que muitos alunos pensam, teorias não se tornam leis devido ao surgimento de evidências. Leis e teorias são tipos de conhecimentos diferentes, e não devem ser mensurados com os mesmos critérios.

O terceiro princípio sinalizou que o conhecimento científico é produto da inferência, criatividade e imaginação humanas. Apesar de a Ciência ser uma atividade empírica que envolve observações do mundo natural, ela não é feita unicamente a partir das observações padronizadas. Para os cientistas entenderem e proporem algo, eles precisam usar da imaginação e da criatividade. O que pode ser percebido no contexto da proposição dos modelos atômicos, por exemplo o de Thomson, uma vez que esse cientista recorreu a conhecimentos matemáticos e físicos da época, como a Teoria Vortex e os modelos mecânicos propostos por Lord Kelvin, para discutir combinações químicas – algo inédito para a época (Lopes, 2009).

O quarto princípio de NdC apresentado na lista se relacionou ao fato de o conhecimento científico ser norteado por teorias. Esse item evidencia a subjetividade dos cientistas, uma vez que eles têm suas crenças teóricas, conhecimentos prévios, experiências e expectativas individuais. Assim, é de esperar que diferentes cientistas se relacionem com suas investigações de modos distintos, assim como suas pesquisas não se iniciam com observações neutras, pois elas sempre partem de motivações, teorias conhecidas, preferências teóricas e adquirem diferentes significados a depender dos problemas investigados.

O quinto princípio aponta que conhecimento científico é influenciado pelo contexto cultural e social, pois a Ciência é um empreendimento humano constituído em meio a uma sociedade, permeada pela cultura, e os cientistas não estão imunes a essa realidade. Assim, os cientistas são influenciados por diversos fatores, como econômicos, filosóficos, políticos e religiosos. Um exemplo desse aspecto pode ser observado no trabalho de Haines, Rose, Odom e Omland (2020), em que as autoras e o autor relatam historicamente as pesquisas sobre o canto das aves. As pesquisadoras e o pesquisador apontam que, inicialmente, o canto dos pássaros era tido como uma característica predominante em aves machos, mas, com a entrada de mulheres cientistas na área, foi constatado que o canto das aves é uma característica tanto de aves fêmeas como de machos, sem predominância. Portanto, podemos perceber como a influência de uma sociedade, que historicamente valorizou o homem em detrimento da mulher nos ambientes acadêmicos, pode impactar as pesquisas científicas.

O sexto princípio da lista apontou o caráter empírico do conhecimento científico. Apesar da influência da imaginação, criatividade, subjetividade etc. nas explicações dos

cientistas, não se pode deixar de enfatizar a importância das evidências empíricas para Ciência. O conhecimento precisa ao máximo ser reportado ao mundo natural, uma vez que essa dependência é o que caracteriza Ciência⁷ como forma de conhecimento e a diferencia de outras formas de conhecimentos, como a Filosofia e a Matemática. Lederman (2006) ainda apontou que esse é o aspecto mais facilmente entendido pelos estudantes.

Por fim, o sétimo princípio traz a provisoriabilidade do conhecimento científico. Desta maneira, esse item discutiu que o conhecimento científico, suas teorias, leis, “fatos”, estão sujeitos às mudanças. As afirmativas científicas tendem a serem modificadas de acordo com os avanços de teorias e de tecnologias, como o surgimento de novas evidências geradas por novos conhecimentos e equipamentos.

Lederman (2006) sugeriu que os conteúdos de sua lista fossem discutidos explicitamente com os estudantes, a fim de que esses princípios sejam aprendidos. Por exemplo, um tipo de atividade que pode proporcionar um contexto explícito para discussão de características de NdC são atividades do tipo Caixa Preta (Lederman; Abd-El-Khalick, 2002). Em linhas gerais, essas atividades consistem em os estudantes proporem um modelo para o que há dentro de uma caixa vedada, a partir de experimentações com a caixa⁸ – balançar, tocar, usar ímãs, colocar materiais dentro etc. Segundo Lederman e Abd-El-Khalick (2002), nesse tipo de atividade os estudantes aprendem sobre itens que estão na Lista, como: (i) a diferença entre observação e inferência; (ii) que a Ciência é uma produção humana que envolve criatividade e imaginação; (iii) que a Ciência é feita a partir de evidências empíricas, coletadas por meio de observação e experimentação; (iv) sobre o caráter provisório da Ciência; e (v) as diferenças entre leis e teorias.

Apesar da abordagem de Lederman e colaboradores ser conhecida como Lista Consensual, há outros trabalhos que apresentaram uma listagem de ideias possíveis de

⁷ Ressaltamos que a palavra “Ciência” nesta sentença, faz referência as Ciências Naturais.

⁸ Lederman e Abd-El-Khalick (2002) sugerem ainda que a caixa preta seja aberta após a turma propor e discutir seus modelos, pois, segundo os autores, isso pode ser útil para os estudantes visualizarem até que ponto seus modelos e inferências se aproximam do que realmente está dentro da caixa, o que pode contribuir para que os alunos entendam que os modelos não são cópias da realidade. Entretanto, acreditamos que, caso um professor utilize desta estratégia de ensino, o ideal seria manter a caixa fechada durante toda a atividade, inclusive no final, uma vez que na Ciência a “caixa” nunca será aberta de fato, isto é, as inferências realizadas na Ciência em grande parte são feitas de forma indireta.

serem discutidas no Ensino Básico, como o trabalho de Acevedo, Vázquez, Manassero e Acevedo (2007). Esses autores propõem outra abordagem de NdC, que considera não apenas as crenças apropriadas *sobre* Ciências, como também as inapropriadas, pois argumentam que os debates sobre as ideias distorcidas de NdC também pode contribuir para que os alunos superem as suas próprias visões inadequadas.

Mesmo reconhecendo as contribuições para o Ensino de Ciências, muitos autores apontaram limitações quanto a Visão Consensual de Lederman. Por exemplo, Matthews (2012) argumentou que a Ciência é uma atividade muito complexa, que engloba diversas características de diferentes formas de conhecimento, portanto ao ser resumida em uma pequena lista, ela perde parte de seu significado.

Matthews (2012) ainda acrescentou que a lista: (i) é limitada pois não reconheceu aspectos da Ciência relacionados com política, comércio, publicidade etc.; (ii) pode contribuir para uma visão superficial de NdC por parte dos profissionais da Educação em Ciência, visto que é uma perspectiva bastante simplificada; (iii) pode funcionar como um mantra, como mandamentos que devem ser ensinados de forma acrítica; e (iv) precisa ser mais detalhada para conseguir ser útil aos professores.

Matthews (2012) também criticou a definição de NdC trazida pelo grupo de Lederman, que apresentaram que “Natureza da Ciência se refere à epistemologia e sociologia da ciência, a Ciência como um meio de conhecer, ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento (Lederman *et al.* 2002, p. 498, tradução nossa)”. Para Matthews foi problemático considerar NdC como um conjunto de elementos da Filosofia e da Sociologia da Ciência, uma vez que essas áreas encontram limitações diferentes, assim, misturar essas perspectivas tornou essa definição de NdC confusa.

Ainda segundo Matthews (2012), existem outras características da Ciência que poderiam ser incluídas na Lista de aspectos de NdC que se encaixam nos critérios utilizados pelo grupo para selecionar os sete itens, e que trazem perspectivas de outras áreas, enriquecendo tal Lista. Essas outras características são: Experimentação, Idealização, Modelos, Valores e questões sociocientíficas, Matematização, Tecnologia, Explicação, Visões de mundo e religião, Escolha de teoria e racionalidade, Feminismo e Realismo e Construtivismo.

Outros autores que apontaram críticas à Visão Consensual são Irzik e Nola (2011), ao debaterem que a Lista não faz menção às atividades científicas, objetivos/valores na Ciência, e as metodologias científicas.

Além desses autores, Allchin (2011; 2013; 2017) ainda apontou que falta indícios de que a memorização ou mesmo a compreensão dos itens contribuiria efetivamente para que os estudantes possam lidar com situações cotidianas que envolvam a Ciência, seja em uma esfera individual ou social.

Apoiada nas críticas apresentadas acima, uma outra abordagem de NdC apresentada como uma alternativa à Visão Consensual, é o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (MoCEC)⁹ (Justi; Erduran, 2015), que por sua vez está apoiada em outras abordagens de NdC – como as Características da Ciência (Matthews, 2012), Dimensão de Confiabilidade da Ciência (Allchin, 2011; 2013; 2017) e Semelhança Familiar (Irzik; Nola, 2011; 2014). Além das autoras que o propõe compactuarem com as críticas à Lista, elas endossam as considerações apresentadas por Wong e Hodson (2010) que apontam que elementos importantes de NdC não são contemplados na Visão Consensual, como a posição de cientistas sobre suas práticas, as discussões que envolvem ética, colaborações entre os cientistas, processo de validação do conhecimento e financiamento das pesquisas.

Especificamente, o MoCEC aborda a Ciência como uma atividade complexa, que pode ser analisada a partir de diferentes áreas do conhecimento, sendo que em cada uma dessas áreas são elencados aspectos de NdC, os quais são definidos detalhadamente. Na seção seguinte, discutimos detalhadamente esta abordagem de NdC.

Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências

O MoCEC é baseado em duas premissas, sendo elas:

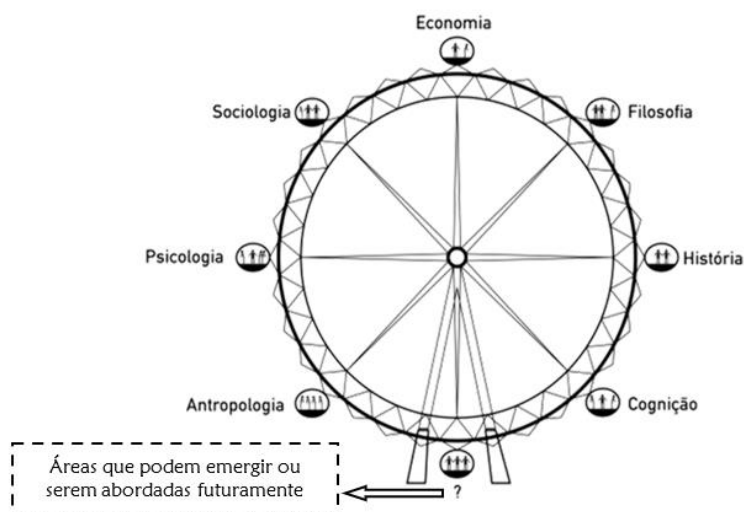
- i) A Ciência é uma atividade cognitiva, epistêmica e social complexa, que pode e tem sido caracterizada a partir de uma gama de perspectivas disciplinares; e ii) para que a educação científica ofereça um relato autêntico de Ciências para o ensino e aprendizagem, ela deve basear seus argumentos sobre Ciências em evidências a partir de perspectivas disciplinares que especificam como as Ciências funcionam (Justi; Erduran, 2015, p. 4, tradução nossa).

⁹ O termo original em inglês é *Model of Science for Science Education* (MoSSE).

Desta maneira, a Ciência pode ser entendida e analisada a partir de diversas perspectivas disciplinares. Essas perspectivas, segundo Justi e Erduran (2015) são: Filosofia, Cognição, História, Sociologia, Economia, Antropologia e Psicologia¹⁰. Além disso, as autoras reconhecem a possibilidade de que surjam novas perspectivas disciplinares sobre a Ciência, ou mesmo que perspectivas existentes sejam integradas ao MoCEC futuramente, como a Linguística e a Comunicação.

Na intenção de fornecer uma ferramenta pedagógica que pudesse contribuir para a comunicabilidade das ideias que abrange o MoCEC, Justi e Erduran (2015) propuseram uma representação visual intitulada *Science Eye* (Figura 1) que é inspirada na *London Eye*, famosa roda gigante localizada em Londres¹¹. Nessa roda gigante, pode-se ver, simultaneamente, dentro de uma cápsula, diversos lugares da complexa¹² capital inglesa. Conforme a roda gigante gira, pode-se ver outros pontos de Londres, tendo assim, uma visão geral e fidedigna da cidade.

Figura 1: Representação visual do MoCEC, *Science Eye*.



Fonte: Santos, adaptado de Justi e Erduran (2019, p. 26).

¹⁰ As áreas que compõem a versão atual do MoCEC foram discutidas posteriormente.

¹¹ Que pode ser visualizada virtualmente a partir do link:

https://earth.google.com/web/search/London+Eye,+Londres,+Reino+Unido/@51.50348628,-0.11968788,67.56812701a,384.73843796d,35y,152.67694901h,44.99845379t,0r/data=CosBGmESWwolMHg0ODc2MDRiOTAwZDI2OTczOjB4NDI5MWYzMTcyNDA5ZWE5Mhki1cELbMBJQCHBpJ0_Ep u-vyogTG9uZG9uIEV5ZSwgTG9uZHJlcywgUmVpbm8gVW5pZG8YAIAiABliYKJAm9VcxCSW5IQBH3Tsgsm1IQBmOWvO-XH0CQCGtENYA6WACQA

¹² Complexa no sentido de que Londres é uma cidade grande, com muitas nuances e com influências provenientes das mais diversas esferas, como a econômica, cultural, histórica e social.

Analogamente, a Ciência, assim como Londres, é bastante complexa, difícil de ser entendida em sua totalidade. Entretanto, podemos compreender a Ciência – ou Londres – a partir de determinadas perspectivas. No caso de Londres essa perspectiva pode ser a visão fornecida por uma cápsula da *London Eye*, enquanto na Ciência, podemos aplicá-la a partir de perspectivas disciplinares. Nesse sentido, na *Science Eye*, cada módulo da roda gigante foi representado por uma disciplina que, por sua vez, fornece uma perspectiva sobre o que seja Ciência.

Na *Science Eye*, uma das cápsulas foi representada por um sinal de interrogação (Figura 1), isto representa as perspectivas disciplinares que podem surgir, ou mesmo alguma combinação interdisciplinar de áreas existentes. Dessa forma, temos que o MoCEC é uma abordagem aberta à revisão.

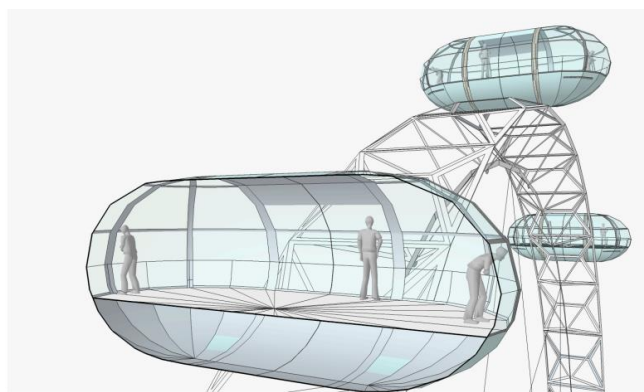
Ainda sobre a analogia, na *London Eye*, dependendo de condições externas, como climáticas, a vista de Londres muda. Semelhantemente, a perspectiva de uma disciplina sobre Ciência pode mudar, dependendo de um conjunto de circunstâncias, como a partir do contexto histórico.

Segundo Justi e Erduran (2015), muitas vezes os estudantes aprendem sobre Ciências em contextos práticos, por exemplo, por meio da experimentação e, a partir disso, eles podem aprender conteúdos *de e sobre* Ciências. Entretanto, por vezes, acaba faltando uma visão mais ampla sobre os aspectos que envolvem a prática científica. A partir da visão que o MoCEC proporciona, os alunos poderiam ter uma perspectiva ampliada de Ciência, ou considerando a analogia, uma visão mais elevada, no sentido de, quando se vê algo a partir da roda gigante, o indivíduo tem uma visão maior de seu objeto de interesse. Ou seja, quem está na *London Eye*, tem uma visão mais ampla de Londres, quem “está” na *Science Eye*, terá da Ciência. No entanto, as autoras consideraram que, para se ter um conhecimento “elevado” de NdC é importante conhecer sobre as práticas da Ciência. Assim, pela analogia, um indivíduo na *London Eye*, pode não reconhecer um determinado ponto, se não o conhecer previamente. Da mesma forma, apenas conhecer sobre os pressupostos do MoCEC não garante um conhecimento amplo de NdC, pois é necessário que se tenha algum conhecimento *sobre* Ciências e suas práticas.

Justi e Erduran (2015) ainda reconheceram que as visões de uma disciplina *sobre* Ciência não são homogêneas, logo uma disciplina pode oferecer diferentes perspectivas

sobre a atividade científica. Considerando isso, as autoras propuseram uma extensão da analogia (Figura 2). Assim, na *London Eye*, pode-se ter diversas pessoas transitando na cápsula, e cada uma terá perspectivas diferentes, dado seu ângulo em determinado momento. Analogamente, em uma disciplina, pode-se ter “n” perspectivas sobre a Ciência, por exemplo, na Filosofia pode-se interpretar a Ciência a partir das ideias de Kuhn, Lakatos ou Popper, além disso, um indivíduo que se movimenta na cápsula, representa a busca por diferentes modos de entender Ciência dentro de determinada perspectiva disciplinar.

Figura 2: Diferentes indivíduos nas cápsulas da *Science Eye* representando visões distintas em uma determinada perspectiva disciplinar.



Fonte: Justi e Erduran (2017, p. 8).

Salientamos que as autoras reconheceram que suas analogias podem ser mal interpretadas, pois isto pode acontecer com qualquer analogia. Apesar de correrem este risco, o fato de as autoras terem proposto uma representação visual para o MoCEC significa um diferencial em relação a outras abordagens de NdC, visto que ela pode facilitar o entendimento.

Pensando em seu uso para sala de aula, Justi e Erduran (2015) salientaram que o professor poderia escolher focar a discussão em debates de uma área em determinado momento do ano letivo, como a Filosofia, e em aulas posteriores, direcionar os debates para discussões de outras disciplinas, por exemplo, a Economia. Por outro lado, nas pesquisas mais atuais que envolvem as últimas versões do modelo, este foco em áreas não foi enfatizado, ou seja, as discussões de NdC promovidas com auxílio do MoCEC ressaltam a situação debatida como um todo, e as áreas surgem como elementos que auxiliam na promoção desses debates, desta maneira, em uma mesma situação de ensino, pode-se trabalhar com perspectivas de diversas áreas simultaneamente.

As autoras ainda consideraram que o fato de o MoCEC abranger um conjunto amplo de características de Ciência, poderia acarretar a promoção de discussões mais diversas, o que por sua vez, pode engajar um público mais amplo de professores e alunos no ensino e aprendizagem *de e sobre* Ciências.

Assim, na abordagem proposta por Justi e Erduran (2015) foi enfatizado que o objetivo do MoCEC é atingir os professores, tanto no sentido de contribuir para a ampliação de uma visão adequada *sobre* Ciências deles e dos estudantes, quanto para fornecer uma abordagem que possa ser útil e viável na proposição de situações de ensino, nos mais diversos níveis e contextos escolares. A opção das autoras de propor o MoCEC tendo como foco os professores, advém da perspectiva de que para se haver mudanças nas concepções de NdC dos estudantes, primeiramente, é necessário que os professores tenham uma compreensão adequada de NdC, o que muitas vezes não é a realidade (Guerra-Ramos, 2012; Justi; Mendonça, 2016; Lederman, 1992; Lima; Ibraim, 2019b; Marques, 2015; Gil-Pérez; Montoro; Alís; Cachapuz; Praia, 2001).

Sobre a viabilidade da primeira versão do MoCEC, ele foi utilizado como instrumento de análise de dados na dissertação de Rachel Lima (2017)¹³, que investigou o desenvolvimento de conhecimentos de NdC de licenciandos em Química em situações que envolviam casos históricos da Ciência. Em seus resultados, a autora identificou aspectos de NdC de todas as perspectivas disciplinares representadas na *Science Eye* (Figura 1), o que indicava um potencial do modelo como instrumento de análise de dados¹⁴. Ademais, ela sinalizou que os licenciandos ampliaram suas visões *sobre* Ciências a partir dos casos históricos discutidos no âmbito da pesquisa. Entretanto, a autora teve dificuldades em delimitar os alcances e limitações de cada perspectiva disciplinar, o que comprometeu sua análise de dados, assim, Lima (2017) apontou isso como uma limitação do modelo.

¹³ Ressaltamos que os trabalhos de Rachel Lima (2017) e Monique Santos (2019) foram orientados por Rosária Justi, uma das pesquisadoras que propôs o MoCEC.

¹⁴ Além do trabalho de Rachel Lima (2019), Marina Martins e Rosária Justi publicaram dois trabalhos que utilizaram o modelo em sua primeira versão, em Martins e Justi (2017) as autoras partem da perspectiva do MoCEC para analisar visões *sobre* Ciências, antes e após uma discussão de um caso sociocientífico sobre alimentos transgênicos em uma turma do Ensino Médio. Enquanto em Martins e Justi (2021), elas relataram o uso do MoCEC em sua primeira versão para propor uma sequência didática feita por licenciandos no âmbito do PIBID, tal sequência didática foi aplicada no Ensino Médio, e os dados obtidos são discutidos também à luz do modelo.

Em seguida, na dissertação de Santos (2019), foi proposto e utilizado na análise de dados a segunda versão desta abordagem de NdC. Em sua pesquisa, Santos (2019) investigou as visões de NdC de estudantes do Ensino Médio, em situações de ensino fundamentado em modelagem nos contextos cotidiano, científico e sociocientífico¹⁵.

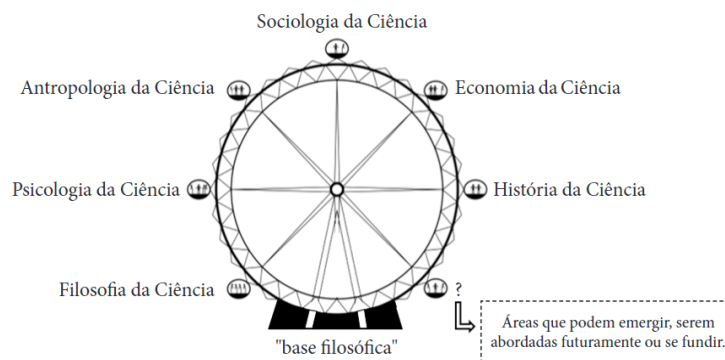
Considerando a limitação apontada por Rachel Lima (2017), Monique Santos (2019) propôs a segunda versão do MoCEC, na intenção de adequá-lo como ferramenta de análise de dados. Para tal, Santos (2019) se aprofundou em leituras de cada área que compõe essa abordagem de NdC, a fim de caracterizar as disciplinas com o máximo de detalhes possíveis. A partir desse estudo foi proposto a segunda versão do MoCEC (MoCEC v.2), que posteriormente foi publicado no formato de artigo pela autora da dissertação e suas orientadoras (Santos; Maia; Justi, 2020)¹⁶.

Sobre o MoCEC v.2, Santos, Maia e Justi (2020) salientaram que em nenhuma das abordagens de NdC presentes na literatura há uma descrição detalhada de aspectos de NdC que poderiam ser ensinados a estudantes do Ensino Básico, de forma que esse é um dos diferenciais do MoCEC v.2. Além disso, outras mudanças que aparecem no MoCEC v.2 são: i) a substituição do termo “perspectivas disciplinares” por “áreas de conhecimento”; ii) a inclusão de uma “base filosófica” na representação visual do MoCEC, pois a Filosofia é considerada precursora das demais áreas que compõe o MoCEC v.2, e é essencial para a compreensão das outras áreas; e iii) a junção das áreas Cognição e Psicologia, que passam a ser representadas pela área Psicologia da Ciência. Todas essas modificações levaram à mudança no modelo da *Science Eye* (Figura 3).

¹⁵ Em Santos (2019), as atividades no contexto cotidiano são consideradas como aquelas simplificadas e com carácter mais lúdico que as demais, com objetivo de oferecer suporte para que os estudantes entendam o que é um modelo e os processos de modelagem. Enquanto as atividades do contexto científico são usadas para discutir conteúdos científicos curriculares, e as sociocientíficas, para discutir problemas sociais complexos e controversos, que necessitam de conceitos científicos para que sejam compreendidos.

¹⁶ Ressaltamos que o MoCEC v.2 proposto na dissertação de Santos (2019) e o apresentado no artigo de Santos, Maia e Justi (2020) tem algumas diferenças quanto aos aspectos apresentados, enquanto na dissertação são relatados 34 aspectos de NdC, no artigo são apresentados 37, como exemplos dessa mudança, temos a inclusão no aspecto Ética (Filosofia da Ciência) e a exclusão do aspecto Provisoriedade das ideias (Psicologia da Ciência).

Figura 3: Representação visual do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências versão 2.



Fonte: Santos; Maia; Justi (2020, p. 594).

Na Figura 3 também é representado um ponto de interrogação, que tem um significado um pouco diferente da versão 1. Nas duas versões, ele simboliza novas áreas que podem surgir ou serem abordadas no futuro, porém, na versão 2, são considerados que áreas podem se fundir, e essa fusão pode fornecer uma perspectiva em relação a Ciência.

As áreas representadas no MoCEC v.2 foram:

Filosofia da Ciência (FC), área que discute o que é Ciência, sua importância, como ela surgiu, quais são seus objetivos, sua natureza, critérios e processos de construção do conhecimento. Além de oferecer suporte para discussões sobre valores éticos e morais. O foco das investigações da Filosofia da Ciência está na Ciência de uma forma geral, mas também nas áreas específicas de conhecimento que a compõe. Os aspectos que integram esta área são: Epistemologia, Ética e Lógica.

Psicologia da Ciência (PC), área que investiga o comportamento humano e os processos mentais utilizados durante a produção e utilização do conhecimento científico. Nessa versão do MoCEC, entende-se que os processos mentais costumam estar intrinsecamente relacionados com o comportamento do indivíduo e, por isso, as autoras optaram por unir a essa área os aspectos de NdC que seriam provenientes da Cognição. Desta forma, os treze aspectos que constituem esta área são: Complexidade, Criatividade, Falibilidade, Incerteza, Influência motivacional, Inteligência, Limitação, Não linearidade dos pensamentos, Objetividade, Personalidade, Racionalidade, Representação e Subjetividade.

Antropologia da Ciência (AC), área que estuda a humanidade, e a relação desta com o conhecimento científico, considerando a produção da Ciência como uma ação social e os seus resultados como um produto cultural. Os aspectos de NdC desta área são: Incomensurabilidade e Influência cultural.

Sociologia da Ciência (SC), área que entende a Ciência como uma prática social, e vê os indivíduos que a produzem, os cientistas, como pessoas que vivem em sociedade e, por consequência, são influenciados por ela. Os seis aspectos que emergem desta área são: Aceitabilidade, Credibilidade, Falibilidade, Incerteza, Influência sociopolítica e Interações entre cientistas.

Economia da Ciência (EC), área que discute o uso do conhecimento científico como mercadoria, assim como sua comercialização, estudando também as influências disso no seu desenvolvimento e na sua utilização. Os oito aspectos de NdC que compõem esta área são: Acesso ao conhecimento, Aplicabilidade, Competitividade, Fonte de financiamento, Investimento econômico, Produtividade, Publicidade e Viabilidade.

História da Ciência (HC), área que estuda as modificações na Ciência com o passar do tempo. Seus estudos proporcionam uma base para entender a Ciência antigamente, assim como na atualidade. Os cinco aspectos que a compõem são: Influência histórica, Multiplicidade, Não linearidade, Progressividade e Provisoriedade.

Assim, Santos, Maia e Justi (2020) elencaram aspectos de cada uma das áreas que integram o MoCEC v.2, totalizando 37 aspectos (Quadro 2), e os apresentaram com definições precisas. Por exemplo, o aspecto Ética discute “os valores éticos e morais que norteiam as práticas científicas e/ou epistêmicas ou que subsidiam as decisões tomadas na área de conhecimento” (p. 595)¹⁷.

¹⁷ Para manter a fluidez do texto, a caracterização detalhada de cada aspecto, segundo Santos, Maia e Justi (2020) foi apresentada no Apêndice A.

Quadro 1: Aspectos de Natureza da Ciência apresentados na segunda versão do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências.

Áreas de Conhecimento	Aspectos de Natureza da Ciência
Filosofia da Ciência	Epistemologia; Ética e Lógica
Psicologia da Ciência	Complexidade; Criatividade; Falibilidade; Incerteza; Influência motivacional; Inteligência; Limitação; Não linearidade; Objetividade; Personalidade; Racionalidade; Representação e Subjetividade
Antropologia da Ciência	Incomensurabilidade e Influência cultural
Sociologia da Ciência	Aceitabilidade; Credibilidade; Falibilidade; Incerteza; Influência sociopolítica e Interações entre cientistas
Economia da Ciência	Acesso ao conhecimento; Aplicabilidade; Competitividade; Fontes de financiamento; Investimento econômico; Produtividade; Publicidade e Viabilidade
História da Ciência	Influência histórica; Multiplicidade; Não linearidade; Progressividade e Provisoriedade

Fonte: Adaptado de Santos, Maia e Justi (2020, p. 603).

Desta maneira, as autoras trouxeram os aspectos de NdC como categorias bem definidas. Considerando essas ampliações na constituição do MoCEC, em sua versão 2 os aspectos de NdC podem ser utilizados como unidades de análise de dados em contextos de investigações que envolvam discussões de NdC.

Importante salientarmos que, recentemente – maio de 2023 –, Monique Santos (2023) apresentou a terceira versão do MoCEC em sua tese. As mudanças entre a segunda versão e a mais atual está na inserção de uma nova área de conhecimento, a Comunicação da Ciência (CC). Santos (2023) optou por apresentar a nova área em forma de quadro, apresentado a seguir (Quadro 2).

Quadro 2: Aspectos que caracterizam a área Comunicação da Ciência.

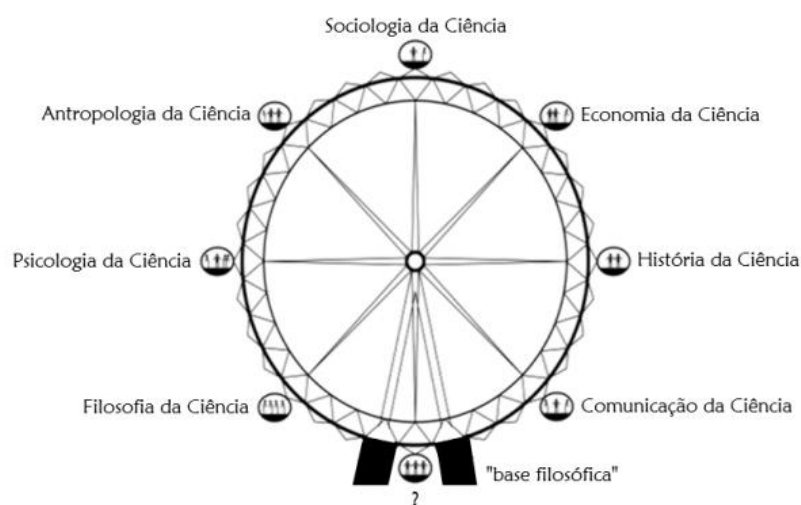
Indivíduos	Especialistas (Cientistas)	Não especialistas (divulgadores científicos, jornalistas, funcionários e colaboradores de museus de Ciências)	Público em geral
Objetivos	Construir, avaliar e validar conhecimentos científicos; persuadir seus pares; promover o pensamento crítico <i>sobre</i> Ciências e comunicação científica	Divulgar informações científicas visando favorecer compreensão geral, tomada de consciência, engajamento em debates sobre questões sociocientíficas	Popularizar informações científicas visando difundir noções gerais; favorecer o engajamento em debates sobre questões sociocientíficas
Papéis	Ser produtores e consumidores de conhecimentos científicos	Ser mediadores e consumidores de conhecimentos científicos	
Modos de comunicação	Linguagens técnicas: verbal; pictórica; simbólica e/ou matemática; recursos tecnológicos	Linguagens verbal e/ou pictórica; recursos tecnológicos	
Tipos de fontes	Periódicos; livros acadêmicos; comunicações e discussões em conferências científicas	Revistas de divulgação científica; livros não acadêmicos; mídias de informação; filmes; exposições; sites	Sites (principalmente os privados como blogs); mídias sociais
Garantia de confiabilidade	Informar se houve conflito de interesses; ocorrência de revisão por pares na publicação	Informar se houve conflito de interesses	Informar possível existência de algum viés de confirmação

Fonte: Santos (2023) p. 231.

Santos (2023) justificou a incrementação da nova área, devido a importância da comunicação para Ciência, em suas diversas nuances, que envolve vários atores – sejam, especialistas, não especialista ou público em geral. Apesar de ter ressaltado a importância da área, Santos (2023) não apresentou uma definição formal, assim como foi apresentada para as demais áreas. Entretanto, a autora justifica que discussões sobre a área estão sendo maturadas e sinalizou a possibilidade de publicar um trabalho desenvolvendo mais essas discussões. Sobre os aspectos constituintes da CC, Santos (2023) propôs doze aspectos para área, que podem ser usados como unidades de análise, sendo eles: i) Objetivos de especialistas; ii) Objetivos de não especialistas; iii) Objetivos de público em geral; iv)

Papéis de especialistas; v) Papéis de não especialistas; vi) Papéis do público em geral; vii) Modos de comunicação de especialistas; viii) Modos de comunicação de não especialistas; iv) Modos de comunicação do público em geral; x) Tipos de fontes de especialistas; xi) Tipos de fontes de não especialistas; xii) Tipos de fontes do público em geral; xiii) Garantia de confiabilidade de especialistas; xiv) Garantia de confiabilidade de não especialista; e xv) Garantia de confiabilidade do público em geral. Desta maneira, a proposta mais recente do modelo, o MoCEC v.3 (Figura 4), apresenta 52 aspectos, sendo os 37 apresentados na segunda versão, somados aos 15 aspectos da CC.

Figura 4: Representação visual do Modelo de Ciências para a Educação em Ciências versão 3.



Fonte: Santos (2023, p. 232).

Por fim, reforçamos que o MoCEC, seja a terceira ou a segunda versão, apresenta duas funções: a primeira relacionada ao seu potencial de utilização para a elaboração de situações de ensino que envolvam discussões de NdC, a qual ainda foi pouco explorada na literatura e foi um dos objetos de estudo do presente trabalho; e a segunda que diz respeito a sua utilização para análise de dados em contexto de ensino de NdC. Os estudos que utilizaram o MoCEC v.2, versão vigente durante o desenvolvimento deste trabalho, foram explorados na revisão da literatura, apresentado logo a seguir.

Levantamento de trabalhos que utilizaram o MoCEC v.2

Nesta seção, apresentamos e tecemos algumas considerações sobre os trabalhos que utilizaram o MoCEC v.2 em suas duas funções, ou seja, como ferramenta de análise de dados ou como suporte para proposições de situações de ensino.

Para realizar o levantamento desses trabalhos, pesquisamos no portal de periódico Capes e no *Google Scholar* pelo termo “MoCEC”. A partir disso, selecionamos os trabalhos que utilizaram a abordagem de NdC¹⁸, identificamos seus autores, e buscamos em seus currículos Lattes outros possíveis trabalhos, como capítulos de livros ou trabalhos publicados em eventos, que poderiam ter usado esta abordagem. Após a leitura destes documentos, separamos aqueles que utilizaram pelo menos uma das funções do MoCEC v.2. Ressaltamos que também pesquisamos pelo termo em inglês “*Model of Science for Science Education*” e sua respectiva sigla “*MoSSE*”, no portal de periódico CAPES e não encontramos nenhum trabalho na área de Educação.

Em vista disto, encontramos em nosso levantamento 27 trabalhos – até agosto de 2023. Dentre estes trabalhos, oito são publicações em anais de eventos (Lima; Ibraim, 2019a; 2021a; 2021b; 2023; Lima, Santos L. C., 2021; Maia; Maia, 2021; Santos; Justi, 2020; Siqueira; Santos; Corrêa, 2021a), cinco artigos publicados em periódicos da área de Educação em Ciências (Lima; Ibraim; Santos, 2021; Maia; Justi; Santos, 2021; Silva; Silva; Maia; Gonçalves, 2022; Siqueira; Santos; Corrêa, 2020; Souza; Santana; Moura; Souza, 2023), cinco capítulos de livros (Justi; Maia; Santos, 2023; Santos; Justi, 2021a; 2021b; Santos; Justi; Almeida, 2021; Siqueira; Santos; Corrêa, 2021b), cinco TCCs (Bicalho, 2022; Carvalho, 2021; Lima, 2020; Santos, L. C. 2022; Siqueira, 2019), três dissertações (Santos, 2019; Silva; 2022; Souza, 2022) e uma tese (Santos, 2023).

A Figura 5 é um esquema que representa os trabalhos selecionados em nosso levantamento. As formas com fundo verde se referem aos que tiveram como contexto de pesquisa casos sociocientíficos, azul situações da história da Ciência, rosa atividades investigativas, amarelo análise de visões *sobre* Ciências e vermelho a investigação de documentos oficiais. Quanto ao formato, os retangulares representam TCCs, Dissertações

¹⁸ Em nosso levantamento pelo termo “MoCEC”, percebemos que essa sigla é usada por diversas outras áreas e em lugares diferentes do mundo, por exemplo, na área de Comunicação MOCEC é usado como abreviatura para *multi-objective optimization approach* e na Engenharia Elétrica para *multi-objective constant excitation curren*.

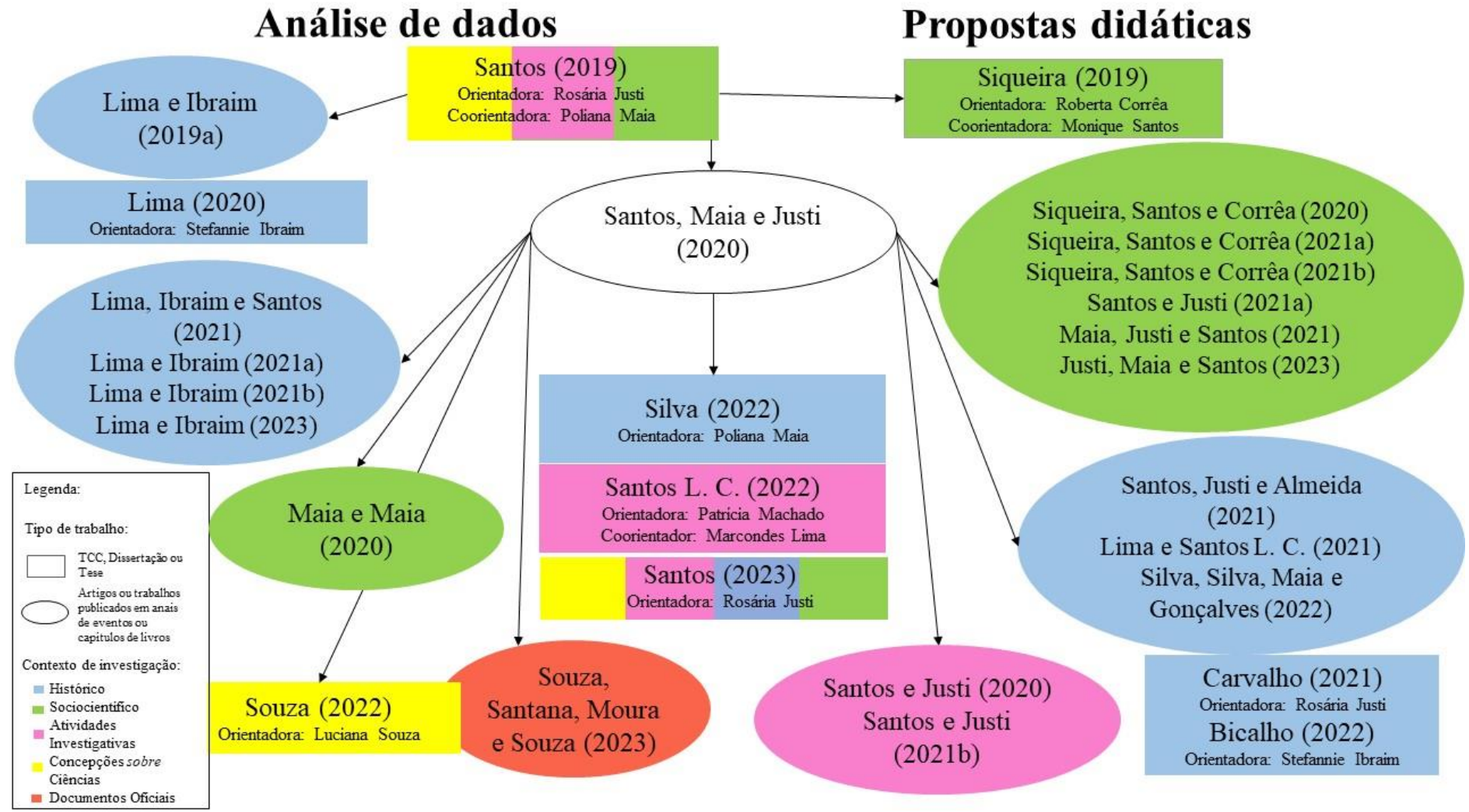
ou teses, enquanto os demais publicações decorrentes de artigos, capítulos de livros ou trabalhos publicados em anais de eventos.

Além disso, os trabalhos que estão à direita são os trabalhos que usam o MoCEC v.2 como base para propor situações de ensino, e os do lado esquerdo utilizam esta abordagem de NdC para analisar dados. Os trabalhos centralizados empregaram as duas funções do MoCEC v.2.

A partir da Figura 5, observamos que no caso dos trabalhos de conclusão de curso e dissertações, na maioria das vezes, há uma linha comum entre os orientadores, os quais são membros de um mesmo grupo de pesquisa ou tiveram parceria com autores de outros trabalhos envolvendo o MoCEC. Além disso, algo similar ocorre em termos das publicações, porque todas elas têm autoria de alguma das – quando não todas – autoras envolvidas na publicação do MoCEC v.2 e/ou colaboradores do mesmo grupo de pesquisa. As duas únicas exceções são, o artigo de Caroline Souza, Uilian Santana, Antonio Moura e Luciana Souza (2023) e a dissertação de Caroline Souza (2022), orientado por Luciana Souza, pois nenhum desses autores e autoras têm ligação direta com os demais pesquisadores do referido grupo de pesquisa. Portanto, a Figura 5 sinaliza que os estudos sobre o MoCEC, pelo menos no Brasil, estão localizados no grupo de pesquisa de origem, apesar de demonstrar sinais de expansão, como evidenciado pelos trabalhos de Souza (2022) e Souza, Santana, Moura e Souza (2023).

Ainda sobre a Figura 5, um exemplo da relação entre os trabalhos que pode ser apontado no item mais acima da imagem, a dissertação de Santos (2019), trabalho em que o MoCEC v.2 foi proposto inicialmente. O MoCEC v.2 presente em Santos (2019), que apresenta 34 aspectos de NdC, foi utilizado como base para três trabalhos – sendo dois no contexto de análise de dados, e um que propunha uma sequência didática –, além disso, este acarretou na publicação do artigo de Santos, Maia e Justi (2020), apresentando uma atualização do MoCEC v.2, com 37 aspectos, que por sua vez foi referenciado pelos demais trabalhos. A seguir, iniciamos as discussões apresentando os trabalhos que utilizaram o MoCEC v.2 como ferramenta para análise de dados.

Figura 5: Esquema dos trabalhos que utilizaram alguma das funções do MoCEC v.2.



Fonte: autor.

Uso do MoCEC v. 2 para análise de dados

Sobre os trabalhos que adotaram o MoCEC v.2 como ferramenta de análise de dados, em linhas gerais, os pesquisadores utilizaram os aspectos presentes no modelo (Quadro 1, Anexo A) como unidades de análise, uma vez que as definições dos aspectos podem ser usadas como categorias amplas e bem delimitadas, permitindo assim a análise em contextos de discussões *sobre* Ciências.

Em sua dissertação, Santos (2019) propôs a segunda versão do MoCEC, assim como o utilizou como ferramenta de análise. A autora discutiu visões de NdC de alunos do terceiro ano do Ensino Médio regular ao vivenciarem o Ensino Fundamental em Modelagem em contextos cotidiano, científico e sociocientífico. Nesse caso, o MoCEC v.2 foi utilizado para identificar e quantificar os aspectos de NdC vivenciados ou expressados pelos estudantes, assim como, pela professora da turma e as pesquisadoras envolvidas na coleta de dados. Na análise, Santos (2019) identificou 24 dos 34 aspectos de NdC, sendo observado aspectos de quase todas as áreas, exceto da História da Ciência.

Ainda sobre a dissertação de Santos (2019), os aspectos de NdC apresentados no MoCEC v.2 foram utilizados para estabelecer relações entre as diferentes naturezas das atividades e para discutir como ocorreram as manifestações dos aspectos de NdC por partes dos alunos, professora e pesquisadoras envolvidas na coleta de dados. Assim, por exemplo, ao discutir sobre as atividades em contexto sociocientífico, ela sinalizou que aspectos da Economia da Ciência foram identificados, mas não houve manifestação destes nos demais contextos. Desse modo, apoiada em Erduran e Mugaloglu (2013) e Zeidler, Sadler, Simmons e Howes (2005), a autora apontou que isso pode ser resultado do fato de as situações sociocientíficas favorecerem mais as discussões de aspectos que tangem a Economia da Ciência do que os demais contextos.

O segundo momento em que o MoCEC v.2 foi usado como ferramenta de análise de dados ocorreu no âmbito de uma pesquisa de iniciação científica, realizada por mim e supervisionada pela orientadora desta dissertação. Nosso projeto era intitulado “Análise das visões de professores em formação inicial sobre Ciências no contexto de ensino de História da Química”. Ressaltamos que no contexto dos trabalhos que se desdobraram a partir deste projeto, fomos os primeiros, para além das pesquisadoras que propuseram o MoCEC v.2, a utilizarem tal abordagem de NdC. Sobre os dados, eles foram coletados

no âmbito da formação inicial de professores, em uma disciplina de História da Química (HQ), ministrada para 27 estudantes. Os dados coletados nesse contexto foram utilizados em diversos estudos, apresentados a seguir em ordem cronológica.

Em Lima e Ibraim (2019a), analisamos uma pergunta, baseada em um contexto hipotético, de um questionário respondido ao final da disciplina de HQ: “Se você tivesse que explicar o que é Ciência para esse colega, o que diria? Quais características enfatizaria para ajudar seu colega a desenvolver um bom entendimento sobre Ciência?” (Lima; Ibraim, 2019a, p. 3). A partir da análise sobre as respostas, apontamos que os licenciandos manifestaram 18 dos 34¹⁹ aspectos de NdC presentes no MoCEC v.2, sendo eles de todas as áreas apresentadas na ferramenta, e os mais recorrentes foram Epistemologia (FC) e Provisoriedade (HC).

Apontamos ainda que os estudantes utilizaram cerca de quatro a cinco aspectos de NdC para caracterizar Ciência, além de usarem perspectivas de três a quatro áreas, em média. Desta maneira, a partir do uso do MoCEC v.2, apontamos indícios de que os estudantes ampliaram seus conhecimentos de NdC, ao final da disciplina²⁰. No que tange ao uso do MoCEC v. 2, enfatizamos a colocação de Santos (2019), que os aspectos constituintes das áreas apresentados no modelo podem ser usados como unidades para análise de dados, podendo representar categorias bem delimitadas. Sendo esta uma afirmação recorrente em trabalhos que usam o MoCEC v.2 (Carvalho, 2022; Lima, 2020; Lima; Ibraim, 2021a; Lima; Ibraim; Santos, 2021), como apresentado logo mais.

Em seguida, em outros dois trabalhos, analisamos os aspectos de NdC expressos no portfólio de uma licencianda (Ana – nome fictício), no contexto da disciplina de HQ. Essa análise está associada ao meu TCC (Lima, 2020) e a um artigo diretamente relacionado a ele (Lima; Ibraim; Santos, 2021). Ressaltamos que, apesar de estarem intimamente ligados, há discussões presentes no TCC que não estão no artigo, e a recíproca também é válida. Isso porque, em um TCC há mais espaço para discussão e ele aborda mais a análise do autor. Por outro lado, no artigo há outros autores – como a

¹⁹ Neste trabalho foi usado o MoCEC v.2 apresentado em Santos (2019), por isso 34 aspectos de NdC, e não os 37, presentes em Santos, Maia e Justi (2020).

²⁰ É válido ressaltar que a pergunta analisada em Lima e Ibraim (2019a), também foi feita e analisada no início da disciplina de HQ (Lima; Ibraim, 2019c), entretanto a discussão neste trabalho não se deu a partir do MoCEC v.2. Apesar disso, em Lima e Ibraim (2019a) comparamos as análises das respostas ao questionário inicial e final, em que pudemos apontar que havia indícios de ampliação de conhecimentos de NdC.

terceira autora, uma das propositoras do MoCEC v.2 –, que trouxeram novas reflexões sobre os dados coletados, possibilitando uma construção em conjunto.

No âmbito desses trabalhos (Lima, 2020; Lima; Ibraim; Santos, 2021) foi apontado que dentre os aspectos de NdC apresentados no MoCEC v.2, 23 foram expressos por Ana, referentes à todas as áreas apresentadas pela ferramenta. A partir da análise com tal abordagem, salientamos que aspectos das áreas Antropologia da Ciência e Economia da Ciência foram manifestados pontualmente nos portfólios da professora em formação. Diante disso, destacamos que apenas o uso de uma estratégia de ensino – que no contexto investigado era a abordagem histórica –, pode limitar o entendimento mais amplo de NdC. Tal consideração também foi explicitada por Allchin, Andersen e Nielsen (2014) em relação ao fato de que outras estratégias de ensino devem ser usadas no ensino de NdC – sendo elas, atividades investigativas e casos sociocientíficos. Isso porque, diferentes estratégias suscitam diferentes discussões *sobre* Ciências, e todas essas discussões contribuem para o desenvolvimento de uma visão mais ampla de Ciências.

Além disso, a partir do uso do MoCEC v.2 também apontamos que nos casos históricos estudados, os aspectos da área Psicologia da Ciência são favorecidos por situações em que a figura de um cientista é enfatizada (Lima, 2020; Lima; Ibraim; Santos, 2021), destacando o cuidado de retratar as características do cientista dentro de um contexto sócio-histórico que reflita os desafios e parcerias dele (Allchin; Andersen; Nielsen, 2014).

Sobre o uso do MoCEC v.2 como ferramenta de análise de dados, indicamos que o instrumento se mostrou adequado para caracterizar ideias *sobre* Ciências expressas em contextos de ensino (Lima, 2020; Lima; Ibraim; Santos, 2021). Como limitação, em Lima (2020) foi salientado casos em que os aspectos de NdC apareceram sobrepostos, o que acarretou dificuldades para diferenciá-los²¹. Isso também pode ser um obstáculo a ser enfrentado por futuros pesquisadores, ou mesmo professores que venham a utilizar a abordagem.

²¹ A complexidade de diferenciação foi entre os aspectos: i) Influência social (SC) - que posteriormente foi ressignificado e chamado de Influência sociopolítica em Santos, Maia e Justi (2021) - e Influência histórica (HC); ii) Lógica (FC) e Racionalidade (PC); iii) Aceitabilidade (SC) e Progressividade (HC); iv) Influência motivacional (PC) e Personalidade (PC) e; v) Não linearidade de pensamentos (PC) e Provisoriedade das ideais (PC) – aspecto que não é mencionado em Santos, Maia e Justi (2020).

Ademais, também acentuamos que a grande quantidade de aspectos apresentados no MoCEC v.2, pode dificultar o uso por parte de pesquisadores que não sejam habituados com a ferramenta e/ou com as discussões que a embasam (Lima; Ibraim; Santos, 2021). Isto corrobora a colocação de Santos, Maia, Justi (2020) de que a utilização adequada do MoCEC v.2 requer conhecimentos amplos do pesquisador/professor com relação a NdC.

No trabalho que veio a seguir (Lima; Ibraim, 2021a), utilizamos o MoCEC v.2 para analisar os portfólios de estudantes que participaram da disciplina em questão, assim, outros portfólios, além do construído por Ana, foram objetos de análise. Dessa maneira, identificamos a ocorrência de 30 dos 37 aspectos constituintes do MoCEC v.2, o que indicou que os colegas de Ana mobilizaram diferentes aspectos de NdC em suas atividades. Diante disso, reforçamos as colocações sobre a inviabilidade de se utilizar apenas casos históricos para ensinar *sobre* Ciências e que os aspectos bem definidos de NdC apresentados pelo MoCEC v.2 podem ser utilizados como unidades de análise de dados.

Em Lima e Ibraim (2021b), investigamos, no que tange ao MoCEC v.2, os aspectos de NdC que os estudantes mobilizaram ao proporem duas situações de ensino sobre HQ. De forma geral, identificamos aspectos de NdC que poderiam ser discutidos a partir das propostas dos professores em formação inicial, sendo 14 aspectos de NdC na primeira proposta e 7 na segunda. Desta maneira, a partir da utilização do MoCEC v.2, foi possível apontar os potenciais e as limitações das propostas didáticas para se discutir NdC²², indicando que os estudantes que vivenciaram a disciplina de HQ, são capazes de propor situações e materiais de ensino que envolvem discussões de NdC.

Em Lima e Ibraim (2021b), não é apontado considerações sobre o uso do MoCEC v.2 como ferramenta de análise de dados, entretanto, o trabalho em si reflete que é possível o uso dessa abordagem de NdC para avaliar o potencial de discussões *sobre* Ciências em materiais para o ensino, o que foi discutido também em outras publicações como em Lima e Santos L. C. (2021), Santos, Justi e Almeida (2021), Silva (2022) e

²² Identificar o potencial de discussão de NdC, não indica necessariamente que em situações reais de ensino os licenciandos efetivassem tais discussões, uma vez que para isso é importante conhecimentos aprofundados sobre: (i) as situações históricas em que se passam as propostas; (ii) NdC, e; (iii) conhecimentos pedagógicos de conteúdo (Lima; Ibraim, 2021b).

Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022), indicando um possível uso da ferramenta por parte de profissionais da educação.

Sobre Lima e Ibraim (2023), discutimos resultados a partir de uma das atividades da referida disciplina. A proposta de discussão em questão versava sobre uma situação verídica, ocorrida no contexto de produção de conhecimentos sobre radioatividade, em que Pierre Curie intercedeu pela nomeação de Marie Curie ao prêmio Nobel de Física de 1903, por meio de uma carta, uma vez que ela tinha sido inicialmente ignorada na nomeação.

Assim, em Lima e Ibraim (2023), identificamos os aspectos de NdC que os licenciandos utilizaram em seus argumentos, a partir do MoCEC v.2 e discutimos qual a função dos aspectos dentro dos argumentos²³, ao qual foram identificados 13 aspectos de NdC, referente à quatro áreas. Ao utilizar referenciais sobre argumentação e NdC para discutir a situação de ensino de HQ, apontamos que: (i) os estudantes conseguiram mobilizar aspectos de NdC para usarem como evidências em seus argumentos; (ii) de forma geral, os sujeitos demonstram dificuldades em elaborar justificativas; e (iii) os estudantes que conseguiram construir justificativas demonstraram ter uma visão mais ampla *sobre* Ciências na atividade investigada, pois apresentavam ideias mais desenvolvidas e usaram os conhecimentos de NdC como modelos teóricos para interpretarem as evidências selecionadas.

Sendo assim, endossamos o apontamento de Santos, Maia e Justi (2020) sobre o fato de o MoCEC v.2 apresentar definições flexíveis dos aspectos de NdC, de forma que um mesmo aspecto pode aparecer em uma situação de ensino de diversas maneiras, a depender do contexto da discussão, o que foi possível de identificar a partir de um referencial de argumentação, pois ora um aspecto poderia estar sendo usado em uma evidência, ora em uma justificativa²⁴. Além disso, ressaltamos que proporcionar

²³ Para tal, utilizamos os pressupostos de Jiménez-Aleixandre (2010), a autora defende que um argumento é constituído de evidência, justificativa e conclusão, por se tratar de um caso histórico verídico, a conclusão era clara e comum a todos os licenciandos (que seria, Marie Curie merece ser nomeada ao prêmio Nobel), as evidências poderiam ser selecionadas a partir dos materiais e discussões presentes na disciplina, enquanto as justificativas, seriam os elementos que os licenciandos usariam para conectar as evidências à conclusão.

²⁴ Em Lima e Ibraim (2023) é apresentado exemplos das formas que um aspecto pode ser mobilizado, como em Personalidade, no qual é apontado que a maioria dos licenciandos reconhecia, como evidência em seus argumentos, que Marie Curie era uma cientista curiosa, dedicada, persistente e apaixonada pelo seu trabalho. Ao passo que, outros expressaram que características individuais de Marie foi o que a possibilitou de produzir conhecimentos em torno de tantas dificuldades, dando indícios que esses estudantes não apenas reconhecem os traços de personalidade da cientista, mas entendem que a personalidade da cientista é um

contextos argumentativos em torno de casos históricos pode favorecer a compreensão de NdC – o que tinha sido apontado em outros trabalhos (Archila, 2015; Leprique; Gomes 2021), que não usaram o MoCEC v.2 como referência.

No âmbito das pesquisas que utilizaram o MoCEC v.2 para análise de dados em contextos argumentativos, encontramos também o trabalho de Maia e Maia (2021). Nessa pesquisa, as autoras investigaram, entre outras questões, o uso de aspectos de NdC manifestados na elaboração de argumentos de licenciandos em um júri simulado sobre energia nuclear. As autoras apontaram que havia aspectos de NdC em mais de 90% dos argumentos e ressaltaram que atividades argumentativas podem contribuir para a compreensão de NdC. Entretanto, as autoras não trouxeram considerações sobre o uso do MoCEC v.2 como ferramenta de análise de dados.

No cenário de produções sobre o MoCEC v.2, o trabalho de Souza (2022) se destaca por usar tal abordagem para discutir visões *sobre* Ciências de estudantes da Educação Básica. Em sua dissertação, Souza (2022) investigou, a partir de entrevistas semiestruturadas, ideias dos estudantes em relação a Ciência, os cientistas e suas investigações, e discutiu seus dados com diversos referenciais da área de Ensino de Ciências, o que incluiu o MoCEC v.2. Sobre a abordagem de Santos, Maia e Justi (2020), Souza (2022) destacou a apresentação da área de Economia da Ciência no âmbito da NdC, pois nos demais periódicos levantados em sua pesquisa, as discussões referentes a fatores econômicos de Ciência não foram contempladas.

Ainda sobre os trabalhos que usam o MoCEC v.2 para analisar dados, temos o de Souza, Santana, Moura e Souza (2023) que discutem como aspectos de NdC foram abordados em documentos curriculares oficiais direcionados à Educação Básica. Mais especificamente, Souza, Santana, Moura e Souza (2023) utilizam os aspectos do MoCEC v.2, assim como outros aportes teóricos que discutem NdC, para analisar como a BNCC aborda NdC. Desta maneira, as autoras e autores identificaram na seção “Competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental”, trechos que remetem aos aspectos Epistemologia (FC), Ética (FC), Criatividade (PC), Aceitabilidade (SC) e Influência histórica (HC). Enquanto ao analisarem as situações didáticas sugeridas na BNCC, foram identificados a possibilidade de discutir os aspectos Representação (PC) e

fator primordial para produção de seus trabalhos, assim eles recorreram ao aspecto Personalidade para entender e justificar o merecimento dela ao ser nomeada ao Nobel.

Limitação (PC). Por fim, Souza, Santana, Moura e Souza (2023) apontam que a BNCC traz excertos que podem ser aproximados a aspectos de NdC, entretanto, a importância e indicação dessas discussões não são apresentadas de forma clara no documento. Não há considerações sobre MoCEC v.2 enquanto aporte teórico neste trabalho.

Salientamos que há trabalhos que discutem o uso do MoCEC v.2 como referencial para elaboração de situações de ensino e de análise de dados provenientes desses contextos, simultaneamente (Silva, 2022; Santos, L. C. 2022; Santos, 2023), e eles serão tratados na próxima seção.

A partir desses trabalhos, podemos perceber que a maioria endossa o apontamento de Santos, Maia e Justi (2020) de que os aspectos de NdC definidos no MoCEC v.2 podem ser utilizados como unidades de análise. Entretanto, salientamos que a maior parte dos estudos envolveu os especialistas no modelo e vários não trazem reflexões que vão além disso, alguns nem trazem ponderações sobre o uso da abordagem. Ainda assim, a partir dos trabalhos podemos reconhecer seu potencial para caracterizar visões *sobre* Ciências e indícios de ampliação delas.

Uso do MoCEC v. 2 na proposição de situações de ensino

Como relatado por Santos, Maia e Justi (2020), o MoCEC v.2 tem duas funções, uma delas é seu uso como ferramenta de análise de dados, e a segunda é a utilização como base para proposição de situações de ensino. A seguir, apresentaremos os trabalhos que usaram o MoCEC v.2 como referencial teórico-metodológico para proposições didáticas, iniciando por aqueles que discutiram o potencial de obras cinematográficas para o ensino.

O primeiro trabalho que utilizou o MoCEC v.2 para propor uma situação de ensino foi Siqueira (2019). Em seu TCC, Siqueira (2019), que teve como uma de suas orientadoras Monique Santos, uma das autoras da segunda versão do MoCEC, propôs uma sequência didática com foco no filme “O Menino que Descobriu o Vento” (2019). Esse trabalho está intimamente relacionado à outras três produções, sendo elas um artigo científico (Siqueira; Santos; Corrêa, 2020), um capítulo de livro (Siqueira; Santos; Corrêa, 2021a) e um trabalho publicado em anais de evento (Siqueira; Santos; Corrêa, 2021b), por isso iremos tratá-los em conjunto.

De forma geral, esses trabalhos apresentaram uma proposta de ensino composta por três etapas, sendo que as duas primeiras usaram o MoCEC v.2 explicitamente na proposição. A primeira etapa corresponde ao levantamento de ideias prévias dos estudantes, a partir de oito perguntas que versam sobre características e cotidiano dos cientistas, relação entre Ciência, sociedade e meio ambiente etc. A partir dessas questões, podem ser levantadas discussões que tangem os aspectos de NdC apresentados no MoCEC v.2. Por exemplo, a questão 3 indagava reflexões entorno do termo “cientificamente comprovado”, no qual pode gerar um contexto para debater o papel da Ciência na produção de afirmativas confiáveis e de como ocorre a produção científica, que são discussões que abrem margem para a introdução dos aspectos Aceitabilidade e Credibilidade, ambos da SC (Siqueira; Santos; Corrêa, 2021b).

A segunda etapa tem como objetivo discutir os aspectos de Natureza da Ciência a partir de cenas recortadas do filme “O Menino que Descobriu o Vento” (2019). Por exemplo, no Recorte 7, o protagonista William recebe ajuda de diversas pessoas para conseguir executar sua ideia, assim, fazendo um paralelo com o ofício de um cientista, é possível discutir a importância da colaboração na Ciência, o que pode elucidar o aspecto Interações entre cientistas, também da área SC (Siqueira, 2019; Siqueira; Santos; Corrêa, 2021b). O objetivo da terceira etapa é ter acesso as visões de Ciências dos estudantes após as atividades 1 e 2, assim, ela consiste em requisitar aos estudantes que selecionem cenas/vídeos de situações que se relacionem com as discussões presentes nas atividades 1 e 2, e os alunos devem destacar os momentos e as ideias que lhe chamem atenção.

Siqueira, Santos e Corrêa (2020) ainda teceram algumas considerações sobre o uso do MoCEC v.2 como base para propostas de situações de ensino. Uma delas é poder favorecer a inserção de discussões sobre aspectos de NdC de modo contextualizado e explícito, e isso é possível porque essa abordagem “apresenta e caracteriza esses aspectos detalhada e didaticamente (p. 14)”. As autoras ainda acrescentam que “a partir dos significados de cada um dos aspectos de NdC foi possível elaborar questões e orientações para o professor, selecionar recortes do filme escolhido e identificar alguns aspectos presentes nas cenas (p. 15)”.

Outro apontamento interessante em Siqueira, Santos e Corrêa (2020), é que a primeira autora relatou que o trabalho com MoCEC v.2 pôde contribuir para a ampliação de sua visão de NdC, uma vez que ela, antes de produzir esses trabalhos, ainda não tinha

tido contato com discussões relacionadas a NdC. Adiantamos que algo semelhante foi relatado por Lucas Santos, que usou o MoCEC v.2 como referencial em seu TCC (Santos, L. C. 2022).

Em sequência temos Santos, Justi e Almeida (2021), elas apontaram possíveis discussões sobre aspectos de NdC a partir do filme *Madame Curie* (1943). Neste trabalho, as autoras apresentaram duas atividades, a primeira consiste em dez recortes de cenas do filme²⁵, que seriam assistidas e debatidas com os estudantes, visando enfatizar determinados aspectos de NdC. Por exemplo, em uma das cenas selecionadas, a cientista Marie Curie está em luto pela morte de Pierre Curie. Nesse contexto de luto, seu colega, professor Poirot, conversa com ela sobre o futuro dela como pesquisadora. No âmbito desta cena, Santos, Justi e Almeida (2021) argumentaram que o aspecto Limitação (PC), teria o potencial de ser discutido, uma vez que os estudantes poderiam refletir sobre situações em que um cientista se vê incapacitado ou com dificuldades de continuar suas pesquisas.

A segunda atividade proposta por Santos, Justi e Almeida (2021), consistiu em quatro perguntas, referentes ao filme, sendo elas:

1. Sobre quais aspectos de NdC podemos refletir a partir do caso histórico de Marie Curie?
2. Como este caso contribui para desmistificar a ideia de que na Ciência existe “um” método científico?
3. a. Por que foi difícil para Marie e Pierre Curie convencerem os cientistas da Sorbonne a lhes conceder um laboratório? b. Quais fatores dificultaram o acesso do casal Curie a um laboratório?
4. Além das dificuldades enfrentadas pelo casal Curie em relação ao isolamento do elemento químico Rádio, com que outras dificuldades Marie teve que lidar tanto como pessoa quanto como cientista? (p. 187 e 188).

Essas perguntas tiveram como objetivo criar um contexto em que os estudantes sintetizassem e ordenassem as ideias e aspectos que pudessem considerar mais importantes na primeira atividade. As autoras ainda salientaram que o professor pode optar por fazer atividades similares a partir de outros filmes, como um mais recente sobre a vida de Marie Curie, *Radioactive* (2019)²⁶, enfatizando que o professor deve identificar

²⁵ As autoras apresentam ainda uma alternativa ao filme *Madame Curie* (1943), que consiste em um texto que aborda as mesmas situações apresentadas nas cenas.

²⁶ Curiosamente, discussões de aspecto de NdC a partir do filme *Radioactive* (2019) foram feitas por Silva (2022) em um curso de formação continuada que integrou sua dissertação.

os aspectos possíveis de serem discutidos nas cenas de forma similar ao apresentado pelas autoras.

Recentemente, em sua tese, Santos (2023) aplicou esta atividade em uma turma de Química Licenciatura. Ao investigar quais aspectos de NdC um estudante manifestou nesta atividade, Santos (2023) apontou que ele expressou 16 aspectos²⁷ dentre os presentes no MoCEC v.2, sendo estes, referentes a todas as áreas apresentadas no modelo. Santos (2023) ainda apontou que a partir da atividade, o professor em formação pôde reconhecer o potencial do uso de filmes como estratégia para se discutir NdC.

Sobre o terceiro trabalho que utilizou o MoCEC v.2 como referencial para discutir o potencial de obras cinematográficas para o ensino de NdC, atuei como um dos autores, em parceria com Lucas Santos (Lima, Santos L. C., 2021). Neste trabalho, analisamos o filme “Estrelas Além do Tempo” (2016), e apontamos que 30 aspectos de NdC poderiam ser discutidos a partir da obra. Um dos exemplos apresentado é referente a uma cena que retrata o zelo dos cientistas estadunidenses para que o conhecimento produzido por eles não caísse na mão dos soviéticos. Assim, a partir desse recorte, o aspecto Acesso ao conhecimento (EC) poderia ser discutido em situações de ensino. Os autores ainda ressaltaram que seu trabalho teria o potencial de ser usado como um exemplo da forma que professores poderiam utilizar o MoCEC v.2 como ferramenta para analisar possíveis materiais didáticos.

Outro trabalho publicado que envolve o MoCEC v.2 e obras cinematográficas é Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022). Neste artigo, as autoras e o autor analisaram, à luz do MoCEC v.2, a minissérie Chernobyl (2019), apresentando que 34 aspectos de NdC podem ser abordados a partir dessa obra. Além disso, Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022) discutiram como a obra poderia ser usada, a partir de discussões que envolvem o MoCEC v.2, para promover uma alfabetização científica midiática²⁸.

Dentre os 34 aspectos identificados na obra, um deles foi apresentado pelos próprios autores (Silva; Silva; Maia; Gonçalves, 2022), intitulado como Comunicação,

²⁷ Considerando os aspectos do MoCEC v.3, seriam 19, visto que três aspectos foram catalogados como da área CC, que não está presente na segunda versão do modelo.

²⁸ O termo “alfabetização científica midiática” é destacado pelas autoras e autor (Silva; Silva; Maia; Gonçalves, 2022) como um dos objetivos da educação global para cidadania (UNESCO, 2015), ao qual apontam que essa alfabetização compreende a promoção de conhecimentos críticos *de e sobre* Ciências para avaliar fontes e informações presentes nas mídias (Reid; Norris, 2016).

referente à área Comunicação da Ciência. Assim, os autores propuseram que seja adicionado uma nova área ao MoCEC v.2, chamando de Comunicação da Ciência, tendo Comunicação como seu aspecto constituinte. As autoras e o autor apresentaram alguns trabalhos – como Justi, Santos e Elyseu (2021) – que defenderam a Comunicação da Ciência como uma área de conhecimento que pode contribuir para o entendimento de NdC e consideraram a comunicação científica como um dos pilares fundamentais da prática científica. Assim, a Comunicação da Ciência “abrangeria tanto a comunicação entre cientistas quanto a comunicação destes com a sociedade, seja de forma direta ou intermediada (p. 562)”. Salientamos que a inclusão de novas áreas e aspectos de NdC é algo esperado e almejado pelas autoras do MoCEC v.2 (Santos; Maia; Justi, 2020), e que a área CC foi incrementada ao MoCEC recentemente, na tese de Santos (2023).

Neste trabalho, Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022) salientaram a flexibilização no uso dos aspectos elencados no MoCEC v.2, visto que tal abordagem não apresentou definições rígida para analisar a Ciência, mas ainda assim o modelo trouxe descrições claras e didáticas sobre aspectos de NdC e suas áreas subsequentes, o que contribuiu para uma análise dinâmica, não exaustiva e explícita quanto a caracterização dos aspectos presentes na minissérie. Nesse sentido, Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022), afirmaram que:

[...] o MoCEC v.2 vem contribuir para a discussão sobre “como” inserir os conhecimentos de NdC nos contextos de ensino, pois esse modelo apresenta orientações e descritores que subsidiam a prática docente na compreensão e abordagem de aspectos da NdC (p. 546).

Estamos de acordo com Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022) sobre o MoCEC v.2 apresentar descritores de aspectos de NdC, que podem ser utilizados como suporte para professores que almejem planejar situações de ensino *sobre* Ciências. Mas, é importante salientarmos que, apesar da abordagem ter o potencial de orientar a compreensão e a reflexão *sobre* Ciências, as considerações de Santos, Maia e Justi (2020) sobre o uso do MoCEC v.2 são gerais, logo não representam um passo a passo de como essas discussões devem ser realizadas, assim é fundamental o papel que o professor irá desempenhar na condução dessas situações de ensino.

Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022) explicitam ainda a justificativa de trabalhar com o MoCEC v.2 em detrimento de abordagens como de Allchin (2011) e Irzik e Nola (2011), devido a clareza das descrições apresentadas e “por esse modelo buscar uma

perspectiva mais didática para ser usado na formação de professores (p. 546)”. Além disso, as autoras e o autor salientaram que o MoCEC é uma ferramenta didática, que contribui para a percepção da multiplicidade da Ciência, e reiteraram que um dos propósitos do MoCEC, que é “facilitar o planejamento, execução e avaliação de uma abordagem [de NdC] que potencialize a inserção de NdC.” (p. 566).

Para o ensino de NdC a partir de Chernobyl (2019), os autores (Silva; Silva; Maia; Gonçalves, 2022) descreveram algumas cenas da série e apresentaram os aspectos de NdC que poderiam ser discutidos a partir delas. Desta maneira, as discussões *sobre* Ciências alicerçadas na obra cinematográfica se assemelharam com as propostas didáticas de outros trabalhos que recorreram a filmes como material para propostas de ensino (Lima; Santos L. C., 2021; Santos; Justi; Almeida, 2021; Siquiera; Santos; Corrêa, 2020).

Ainda no âmbito de trabalhos sobre casos históricos que envolvem o MoCEC v.2, na dissertação de Silva (2022) foi apresentado um produto educacional que diz respeito a um caso histórico sobre Marie Curie. Somado a isso, a autora explicitou em uma seção os aspectos de NdC identificados a partir do caso e as possíveis discussões *sobre* Ciências que poderiam ser enfatizadas pelo professor. Para além disso, o MoCEC v.2 também foi utilizado na coleta e análise dos dados, pois a abordagem foi empregada para identificar aspectos de NdC que dois professores de Química mobilizaram para propor situações de ensino, durante um curso de formação continuada. Assim, Silva (2022) utilizou o MoCEC v.2 em suas duas funções e, por isso, optamos por colocá-lo centralizado na Figura 5.

No contexto de seu trabalho, Silva (2022) promoveu um curso de formação continuada, em que apresentou e discutiu com os sujeitos de pesquisa o artigo de Santos, Maia e Justi (2020). Nos primeiros encontros, os professores identificaram e discutiram aspectos no caso apresentado a eles sobre Marie Curie e no filme *Radioactive* (2019). Segundo Silva (2022), os professores demonstraram ter uma “excelente compreensão dos aspectos apresentados no MoCEC v.2 [...] mostrando afinidade com o referencial teórico (p. 88)”.

No momento inicial de formação com esses professores, era requisitado a eles a elaboração de uma proposta didática sobre História da Ciência e incluía a apresentação, discussão e uso do MoCEC v.2. Após isso, os sujeitos da pesquisa de Silva (2022) foram convidados a elaborar um novo planejamento de aula. Entretanto, os professores

assumiram que não conseguiram aplicar satisfatoriamente o MoCEC v.2 em seus planejamentos, por questão de tempo. Apesar disso, os sujeitos da pesquisa reconheceram seu potencial de uso para a promoção de situações de ensino *sobre* Ciência.

Embora os professores tenham tido dificuldades para usar o MoCEC v.2, Silva (2022) apontou que eles mobilizaram mais aspectos de NdC na proposta feita ao final do processo formativo em detrimento da inicial. Em suma, o trabalho de Silva (2022) utilizou o MoCEC v.2 para análise de propostas didáticas – seja do caso histórico em seu produto educacional, seja das propostas dos sujeitos de pesquisa – e como material base para promoção de uma formação continuada, e por isso optamos por apresentar o trabalho centralizado na Figura 5.

A utilização do MoCEC v.2 para propor situações de ensino a partir de contextos históricos é observada também em dois TCCs. O primeiro deles, de Carvalho (2021), consiste na proposição de um caso histórico sobre o desenvolvimento da catálise com foco nos trabalhos de Wilhelm Ostwald. Após ter apresentado o caso histórico em seu trabalho, Carvalho (2021) dedicou uma seção de seu TCC para discussão de vinte aspectos de NdC possíveis de serem trabalhados em sua proposta de ensino. Por exemplo, aspectos da EC, como Competitividade e Produtividade, ao discutir sobre o registro de patentes e otimização da produção de produtos químicos com o advento de catalisadores, que diminuíram os custos operacionais e aumentaram a produtividade. Sobre o uso do MoCEC v.2, Carvalho (2021) afirma que: “O fato de apresentar os aspectos de NdC de forma bem definida, permite que o MoCEC v.2 possa ser utilizado para identificar, de forma mais fácil, esses aspectos [no caso histórico] (p. 45)”. Desta maneira, o apontamento de Carvalho (2021) convergiu com diversos outros trabalhos, sobre as contribuições da ferramenta para analisar o potencial de discussões de NdC em materiais para ensino (Lima; Ibraim, 2021b; Lima; Santos, L. C. 2021; Siqueira; Santos; Corrêa, 2020).

A última publicação no contexto de produções sobre o uso do MoCEC v.2 na proposição de discussões em situações históricas foi o TCC de Bicalho (2022). Em seu trabalho, Bicalho (2022) desenvolveu uma sequência didática sobre discussões de NdC em exposições virtuais de museus com exposições sobre radioatividade, enfatizando os trabalhos do casal Curie. No TCC foi salientado o potencial de discussão de 12 aspectos de NdC das áreas PC, SC, EC e HC.

Em sua proposta didática, Bicalho (2022) apresentou diversos quadros e, na maioria deles, haviam perguntas que suscitavam a discussão de aspectos de NdC, como representado no Quadro 3.

Quadro 3: Perguntas norteadoras propostas e possíveis aspectos de Natureza da Ciência a serem discutidos a partir da sequência didática relacionada a exposições virtuais em museus.

Perguntas Norteadoras	Aspectos de NdC
<p>O que acontece na sociedade pode influenciar o desenvolvimento de conhecimento científico? Por quê? Dê exemplos.</p> <p>Considerando o desenvolvimento do uso terapêutico da radioatividade durante a Primeira Guerra Mundial, o que você pode refletir/concluir sobre a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e/ou Ciência e Sociedade?</p>	<p>História da Ciência: influência histórica.</p>

Fonte: Bicalho (2022, p. 50).

Bicalho (2022) ainda ressaltou que apesar de ser possível identificar diversos aspectos de NdC em visitas aos museus, apenas isso não seria suficiente para promover um ensino *sobre* Ciências, assim é importante que haja uma mediação dessas discussões, por exemplo, a partir das questões norteadoras apresentados pela autora.

Diante do exposto, ressaltamos que os trabalhos que usaram o MoCEC v.2 como pressuposto para proposição de situações de ensino *sobre* Ciências nos contextos de casos históricos, em sua maioria gira em torno de obras cinematográficas (Santos; Justi; Almeida, 2021; Lima; Santos, 2021; Silva, 2022; Silva; Silva; Maia; Gonçalves, 2022).

No âmbito dos trabalhos que usam o MoCEC v.2 como base para propostas didáticas, há os que propuseram situações de ensino em torno de casos sociocientíficos, como Santos e Justi (2021a), que apresenta discussões a partir da tragédia humana e ambiental que ocorreu no rompimento da barragem em Brumadinho/MG. As autoras salientaram que em tal contexto de ensino, os estudantes poderiam: (i) refletir sobre aspectos da FC e EC; (ii) recorrer a tais aspectos para analisar o caso sociocientífico em questão; e (iii) se posicionar criticamente sobre uma situação problema, o que poderia promover a ampliação de visões *sobre* Ciências dos alunos. Entretanto, elas não explicitam quais aspectos de NdC poderiam ser debatidos em sala, uma vez que tal discussão dependeria das informações e argumentos trazidos pelos estudantes.

Ressaltamos que, recentemente, Monique Santos (2023) analisou em sua tese os aspectos manifestados nesta atividade por um professor em formação inicial. A autora apontou que o licenciando manifestou sete aspectos de NdC expressos no MoCEC v.2²⁹. Santos (2023) ainda constatou que, a vivência em uma atividade feita a partir do MoCEC v.2 pode ter contribuído para que o sujeito de pesquisa percebesse a multiplicidade da Ciência, isto é, que ela pode ser compreendida a partir de diversas áreas do conhecimento, tendo dado indícios de que entendeu parte da própria essência do MoCEC v.2, mesmo sem o modelo ter sido apresentado ao licenciando, até aquele momento. Além disto, Santos (2023) ainda salientou que, a partir da atividade, o professor em formação reconheceu a importância do uso de caso sociocientífico como estratégia para se abordar NdC em sala de aula.

Adiantamos que utilizamos este caso em nossa pesquisa, a partir de discussões com a professora, sujeito de pesquisa, e abordamos no capítulo de Resultados e Discussões quais conhecimentos de NdC ela manifestou ao analisar esta proposta de ensino, evidenciando assim aspectos de NdC que poderiam ser discutidos com a atividade em sala de aula.

Dando continuidade, Maia, Justi e Santos (2021) e Justi, Maia e Santos (2023) também utilizaram o MoCEC v.2 para propor discussões para o ensino em tornos de casos contemporâneos. Essas autoras investigam o contexto da pandemia de Covid-19, e em seu trabalho identificaram e discutiram aspectos de NdC presentes em torno desta problemática, sugerindo possíveis discussões de serem realizadas em sala de aula. Mais especificamente, Maia, Justi e Santos (2021) analisaram algumas publicações científicas e reportagens da mídia sobre o contexto pandêmico, e em Justi, Maia e Santos (2023), as autoras focaram no potencial das discussões sobre o contexto pandêmico em sala de aula. A partir disso, elas apontaram que havia a possibilidade de discutir diversos aspectos, de todas as áreas apresentadas no MoCEC v.2, ou seja, a pandemia de Covid-19 era um contexto rico em aspectos de NdC, que poderiam ser explicitados a partir de diversas publicações da mídia, e que teriam o potencial de serem discutidas em sala de aula, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa para os alunos.

²⁹ Considerando os aspectos da CC apresentados no MoCEC v.3, seriam 14 aspectos de NdC, sendo sete da área CC.

Sobre o uso do MoCEC v.2, em Maia, Justi e Santos (2021) foi salientado ser possível visualizar o potencial que o modelo tem para caracterizar Ciência e suas relações com o contexto investigado. Por fim, as autoras sinalizaram que um tipo de discussão relevante ao Ensino de Ciências seria a realização de pesquisas que investiguem os possíveis desenvolvimentos de conhecimentos de professores advindos da experiência com o MoCEC v.2 ao trabalharem com outros casos sociocientíficos, e que de certa maneira, investigamos isto na presente pesquisa.

A seguir apresentamos trabalhos que utilizaram o MoCEC v.2 em atividades investigativas. Em Santos e Justi (2020) e Santos e Justi (2021b), as autoras propuseram discussões relacionados a NdC a partir de uma proposta baseada em atividades de modelagem, especificamente, na construção de modelos para o funcionamento de um controle remoto de portão eletrônico. Nesse sentido, tal proposta está ancorada em três etapas, sendo elas intituladas: (i) “Construindo conhecimentos de uma maneira diferente”, a qual os alunos devem propor modelos sobre a situação em questão; (ii) “Testando nossos modelos”, em que os estudantes testariam suas propostas, e caso fosse necessário, reformulariam ou elaborariam um novo modelo; e (iii) “Utilizando o modelo em outra situação” que tem por objetivo que os alunos avaliem limitações e as abrangências de seus modelos.

Durante todas as etapas, as autoras elencaram possíveis perguntas, e explicitaram quais aspectos de NdC poderiam ser discutidos a partir das questões. Santos e Justi (2021b) apresentaram alguns exemplos de perguntas elaboradas a partir do MoCEC v.2, os quais são retratados no Quadro 4.

Quadro 4: Exemplos de questões possíveis de serem feitas durante a primeira parte da atividade investigativa sobre o funcionamento de um controle remoto.

Aspectos de NdC	Possíveis questões
Representação	O que vocês estão fazendo?
	Por que vocês estão fazendo isto?
	É importante fazer isto?
	Quais habilidades vocês precisaram mobilizar para fazer isto?
Aceitabilidade	Os modelos elaborados por vocês são adequados?
	O que determina que um modelo é adequado?

Fonte: Santos e Justi (2021b, p. 158).

De forma geral, Santos e Justi (2021b) apontaram que em todas as etapas que compõem o Ensino Fundamentado em Modelagem poderia propiciar contextos para discussões de diversos aspectos de NdC.

Recentemente, Santos (2023), desenvolveu esta atividade em sua tese. Em seus resultados, a autora aponta que o sujeito de pesquisa manifestou quatro aspectos de NdC presentes no MoCEC v.2³⁰, referentes às áreas FC, PC e SC. A autora ainda salientou que os licenciandos que vivenciaram a atividade estavam bastante engajados nela e que a partir da situação de ensino, os professores em formação puderam experienciar situações análogas às vivenciadas pelos cientistas.

A seguir apresentaremos outros dois trabalhos com o MoCEC v.2 que se utilizaram de ambas as funções, ou seja, tanto como base para o planejamento de situações de ensino como para análise dos dados gerados em tais contextos (Santos L. C., 2022; Silva, 2022).

A primeira produção se trata de um TCC, no qual atuei como coorientador, em que investigamos os aspectos de NdC manifestados por graduandos em Química – dos cursos de Licenciatura, Bacharel e Tecnológica – em uma atividade investigativa sobre fluorose³¹ (Santos L. C., 2022). A atividade investigativa foi aplicada no âmbito de um curso de extensão, dividido em 4 momentos, sendo eles: i) apresentação da atividade, ou seja, da situação problema; ii) discussão entre os membros dos grupos sobre os materiais e estratégias a serem utilizados; iii) execução da atividade no laboratório; e iv) compartilhamento e discussão dos resultados e reflexões em torno da atividade investigativa.

Em relação ao uso do MoCEC v.2 na elaboração da atividade investigativa, identificamos aspectos que consideramos intrínsecos à ela, ou seja, que dado o contexto da atividade, provavelmente seriam vivenciados pelos graduandos, como as Interações entre cientistas (SC) e Representação (PC), pois os sujeitos estariam interagindo em seus respectivos grupos durante a atividade e entre os “pares”, na última etapa da sequência didática, quando compartilhariam seus resultados. Enquanto, Representação (PC) era

³⁰ Considerando o MoCEC v.3, foram manifestados cinco aspectos, sendo um da nova área, Comunicação da Ciência.

³¹ A fluorose é uma condição de saúde humana que se manifesta na arcada dentária, comprometendo a estética dos dentes ao apresentar manchas que recobrem parcial ou integralmente a superfície dental (Barros; Tomita, 2010).

esperado, porque o contexto da atividade se dava no âmbito da Química, que é uma área conhecida pelos seus modelos, conceitos e as mais diversas formas de expressar seus resultados, desta maneira os estudantes recorreriam a tais artifícios.

Quanto à análise de dados, discutimos como os aspectos foram manifestados na prática, por exemplo, Representação foi vivenciado quando os estudantes utilizaram as estruturas propostas por Lewis para preverem produtos de suas reações, assim como quando usaram de ferramentas estatísticas para dar mais confiabilidade aos seus resultados. Além disso, elaboramos perguntas, à luz do MoCEC v.2, que poderiam suscitar a manifestação e reflexão sobre aspectos de NdC. Assim, perguntas como: “Vocês modificaram, em algum momento, a proposta de experimento elaborada para resolver o caso? (Caso a resposta fosse afirmativa) Por que houve essa modificação? Vocês acham que os cientistas vivenciam situações em que precisam reelaborar suas ideias iniciais durante a pesquisa? (Santos L. C., 2022, p. 20)”, poderiam iniciar discussões sobre os aspectos Falibilidade, Incerteza e Não linearidade dos Pensamentos (PC).

Sobre a análise da atividade investigativa, foram identificados 10 aspectos, referentes às áreas FC, PC e SC. Em Lucas Santos L. C. (2022), ainda ressaltamos que o MoCEC v.2 se mostrou adequado para suas duas funções, ou seja, para elaborações de materiais didáticos e no uso em situações reais de ensino, assim como na utilização enquanto ferramenta de análise de dados. Algo ressaltado, em alguma medida, em outros trabalhos como Siqueira (2020), Lima, Ibraim e Santos (2021), Maia, Justi e Santos (2021) e Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022).

Ainda sobre Lucas Santos (2022), ele apontou a dificuldade em distinguir os aspectos da Psicologia da Ciência e Sociologia da Ciência no contexto investigado, uma vez que, era difícil diferenciar se determinadas posições ou indagações vinham de um indivíduo (assim, recorreríamos a área PC para compreender e categorizar tal situação) ou do coletivo (em que empregariamos os aspectos da SC).

Outros pontos do trabalho de Lucas Santos (2022) sobre o MoCEC v.2 que nos chamou a atenção, foi o fato dele ter ressaltado que:

Os conhecimentos acerca de NdC são bastante abrangentes e a utilização do MoCEC v.2 direciona o olhar do pesquisador para identificar aspectos de NdC. Sem essa ferramenta, as discussões sobre o desdobramento de

cada uma destas áreas seriam bastante dificultadas, talvez até inviável e, possivelmente, menos aprofundada. Logo, a utilização da ferramenta em uma situação de ensino de NdC favorece uma maior compreensão para análise dos diálogos observados, facilitando a exploração das mais variadas situações que esse tipo de atividade pode suscitar (p. 34).

Desta maneira, Lucas Santos (2022) discorreu sobre um ponto pouco discutido nos demais trabalhos que envolvem o MoCEC v.2, que seria seu potencial para direcionar os estudos relacionados a NdC, o que se mostra de grande valia, uma vez que conhecimentos dessa natureza são bastante complexos.

Além disso, Lucas Santos (2022) relata uma contribuição pessoal que o MoCEC v.2 o proporcionou, ao apontar que:

[...] o trabalho árduo com o auxílio da ferramenta MoCEC v. 2 me distanciou da visão de ensino propedêutica que outrora me foi condicionada, me instigando o interesse por estratégias e recursos que me levem a discussões de aspectos de NdC, além de contribuir para avaliação e elaboração de novos materiais a serem utilizados em ambientes de ensino (p. 34 e 35).

Assim, Lucas Santos (2022) reconhece as contribuições para sua formação, algo semelhante ao que foi relatado por Siqueira (2019), e reitera o potencial do MoCEC v.2 para elaboração de materiais de ensino, o que converge com apontamentos de trabalhos citados anteriormente (Lima; Santos L. C., 2021; Silva, 2022; Silva; Silva; Maia; Gonçalves, 2022; Siqueira; Santos; Corrêa, 2020).

O último trabalho publicado sobre o MoCEC é a tese de Monique Santos (2023), que utilizou o MoCEC v.2 como base para uma disciplina destinada a licenciandos. Assim, a autora investigou os aspectos de NdC manifestados por um dos professores em formação que participou da disciplina. Quanto às situações de ensino proporcionadas, Santos (2023) recorreu às propostas didáticas que havia publicado em formato de capítulo de livro, e apresentadas neste trabalho anteriormente, sendo, uma atividade investigativa (Santos; Justi, 2020; Santos; Justi, 2021b), um caso histórico (Santos; Justi; Almeida, 2021) e um caso sociocientífico (Santos; Justi, 2021a).

Para além dessas atividades, Santos (2023) ainda investigou visões de NdC, em diversos pontos da disciplina, a partir de questões contextualizadas, por exemplo, ao perguntar à turma se o processo de mumificação no Antigo Egito poderia ser considerado Ciência. Além disso, foi apresentado aos estudantes o texto com a proposição da segunda

versão do MoCEC (Santos; Maia; Justi, 2020) e, por fim, os licenciandos propuseram situações de ensino relacionados a NdC voltados ao Ensino Básico e refletiram sobre.

Em suas conclusões, Santos (2023) apontou que o sujeito investigado manifestou 30 aspectos de NdC, dentre os presentes no MoCEC v.2, ou 42, considerando a totalidade dos aspectos da terceira versão do modelo, de todas as áreas apresentadas no modelo de maneira geral (v.2 + v.3). Assim, a autora defendeu que a disciplina ofereceu um contexto rico para a manifestação, desenvolvimento e reflexão sobre os aspectos de NdC e que sua tese contribui para as discussões sobre a mobilização e desenvolvimento de conhecimentos pedagógicos de conteúdo para o ensino de NdC.

Sobre as implicações do trabalho de Santos (2023), além da proposição da área CC e de seus aspectos constituintes, a autora ressalta a importância – e a intenção futura – de investigar os contextos para além do planejamento de situações de ensino *sobre* Ciências, isto é, pesquisar sobre o ensino de NdC e reflexão em torno dele, uma vez que pesquisas neste sentido são escassas.

Salientamos a opção por colocar a tese de Santos (2023) no centro da Figura 5, pois no decorrer de sua pesquisa, ela propôs e aplicou diversas situações de ensino que tinham o MoCEC v.2 como base, assim como analisou os aspectos de NdC manifestados nas atividades desenvolvidas. Logo, ela utilizou o MoCEC em suas duas funções. Quanto as cores que representam o trabalho, optamos por utilizar quatro, porque a autora além de ter desenvolvido as propostas de atividades investigativa (representada pela cor rosa), caso histórico (azul) e sociocientífico (verde), investigou as visões do licenciando (amarelo).

Finalizamos esta seção ressaltando que foram encontrados 27 trabalhos que utilizaram as funções apresentadas no MoCEC v.2. Sendo que 13 o usaram como ferramenta de análise de dados, e 17 na proposição de situações de ensino³². Entretanto há trabalhos – como, Siqueira (2019), Siqueira, Santos e Corrêa (2020, 2021a, 2021b), ou Santos e Justi (2020, 2021b) –, que em suma, discutiram a mesma proposta didática. Assim, na realidade tem-se onze propostas de ensino envolvendo o MoCEC v.2. Ressaltamos ainda que dentre os 14 trabalhos que usaram o MoCEC v.2 como base para

³² Considerando que Lucas Santos (2022), Silva (2022) e Monique Santos (2023) utilizaram o MoCEC v.2 em suas duas funções, assim, ao somar os trabalhos que utilizam a primeira e a segunda função, a soma resulta em três a mais.

proposição de situações de ensino, apenas três (Bicalho, 2022; Lima; Santos L. C., 2021; Santos L. C.; 2022) não foram propostos por alguma das autoras do MoCEC v.2.

Diante do exposto, apesar dos resultados promissores do uso do MoCEC v.2, é válido ressaltar que todos que usaram o modelo na proposição de situações de ensino, foram feitos majoritariamente por alguma das autoras envolvidas na própria proposição do MoCEC v.2. Assim, são propostas elaboradas por sujeitos com conhecimentos amplos a cerca de NdC e, especialmente, sobre o MoCEC v.2, o que provavelmente não representa o perfil geral dos professores de Ciências. Sendo assim, salientamos que faltam evidências sobre as reais possibilidades de o MoCEC atingir o público docente em geral, de forma a contribuir para o ensino *sobre* Ciências nos mais diversos níveis de ensino, o que é um dos objetivos almejados por Justi e Erduran (2015). Além disso, ressaltamos que por ser uma abordagem recente, é importante que haja mais estudos sobre seu uso, especialmente na condução de situações de ensino.

QUESTÕES DE PESQUISA

Diante do cenário de pesquisas relativo ao MoCEC v.2, neste trabalho visamos investigar as possíveis contribuições desta abordagem de NdC para a atuação de professores em salas de aula no EB, público pouco investigado em pesquisas que usaram o modelo. Para tal, nosso objetivo está relacionado às seguintes questões de pesquisa (QP): (i) Como uma professora de Química da Educação Básica utiliza o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências v.2 para analisar um material de ensino? (ii) Como uma professora de Química da Educação Básica utiliza o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências v.2 para planejar uma sequência didática envolvendo aspectos de Natureza da Ciência? E; (iii) Como uma professora interage com o MoCEC v.2 ao analisar e planejar uma sequência de ensino envolvendo discussões de Natureza da Ciência?

A partir do primeiro e segundo problema de pesquisa, temos por objetivo discutir como uma professora da Educação Básica utilizou o MoCEC v.2, visando seu uso em sala de aula. Enquanto na terceira QP, considerando as interações estabelecidas pela docente com o modelo, pretendemos proporcionar reflexões sobre a viabilidade da ferramenta na integração do ensino de NdC nas salas de aulas do Ensino Básico. Importante reiterar, que uma das intenções de Santos, Maia e Justi (2020) é contribuir para a atuação de professores que atuam no Ensino Fundamental e Médio, entretanto, até este momento, poucas pesquisas que envolvem o MoCEC v.2 trabalharam diretamente com este público.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho, adotamos a abordagem de pesquisa qualitativa, uma vez que ela se alinha ao nosso propósito, investigar fenômenos sociais de forma holística, isto é, a partir de ricas descrições dos ambientes e das ações que constituem a situação investigada (Stake, 2011).

Especificamente, nossa pesquisa é constituída por um estudo de caso segundo os pressupostos de Stake (1978; 1995). O estudo de caso é um recurso metodológico que explora um conjunto de elementos limitados³³, no decorrer de um período, embarcando diversas fontes de informações sobre a situação pesquisada. Isso possibilita a investigação de situações singulares e complexas em um ambiente real, em busca de estabelecer relações entre o fenômeno estudado com determinado(s) contexto(s) (Stake, 1978; 1995). Nesse sentido, nosso estudo representa um caso particular que possibilita estabelecer relações com a mobilização de conhecimentos de NdC, mais especificamente com o uso do MoCEC v.2, por uma professora do Ensino Básico, que também atuou em pesquisas que utilizaram a ferramenta. Assim, apesar dessa pesquisa ter sido desenhada para promover reflexões sobre a utilização do MoCEC v.2 por professores, ela pode proporcionar também reflexões sobre o uso da ferramenta por parte de pesquisadores, devido às características singulares do sujeito de pesquisa.

Sobre as características de um estudo de caso, Stake (1995) defende que esta abordagem metodológica parte de quatro premissas, sendo elas: (i) Ontológica, que se refere à natureza subjetiva da realidade pesquisada. Essa premissa enfatiza a abordagem holística das situações investigadas, necessitando assim de uma visão de variados contextos, sejam eles, espaciais, históricos, pessoais, sociais, temporais etc.; (ii) Epistemológica, que diz respeito à interação pesquisador/fenômeno pesquisado, ressaltando a importância de aproximar o pesquisador de seu objeto de interesse; (iii) Axiomática, que tem relação com a visão favorecida que o pesquisador pode ter da experiência investigada e; (iv) Metodológica, que reflete a metodologia usada na pesquisa, que deve ser indutiva e adaptável, e a descoberta e interpretação do objetivo investigado deve acontecer concomitantemente, ressaltando assim que a investigação

³³ Esse conjunto de elementos limitados pode se referir a um indivíduo, instituição, programa, coleção ou população. Assim, em nossa pesquisa, isso se refere a uma professora de Química da Educação Básica.

preza por compreensão das situações investigadas, e não de explicações generalizadas para o fenômeno.

Defendemos que este trabalho esteja de acordo com as premissas de Stake (1995). No quesito ontológico, pois contemplamos em nossa pesquisa o perfil acadêmico e profissional da professora, suas preferências didáticas no momento da pesquisa, e o ambiente social e de trabalho vivenciado por ela, assim pudemos evidenciar diversos contextos que perpassam o caso pesquisado. Além disso, prezamos pela perspectiva do sujeito de pesquisa, e dialogando com ela, apresentamos nossas interpretações - que estão fundamentadas nos aportes teóricos adotados na pesquisa – e tecemos relações com outras pesquisas da área, indicando o caráter subjetivo da pesquisa.

Do ponto epistemológico, a pesquisa foi realizada em contato direto com o sujeito de pesquisa, em momentos síncronos e assíncronos, possibilitando diversas oportunidades de interação entre os atores desta pesquisa. Quanto aos aspectos axiomáticos e metodológicos da pesquisa, eles se fazem presentes uma vez que todos os encontros foram registrados, e as produções da professora foram coletadas, assim como foram redigidas notas de campo durante os encontros, proporcionando subsídios para compreensão do caso. Ademais, foi possível revisitar os dados diversas vezes, a partir de uma análise prévia, análise e pós-análise baseadas em nossas lentes teóricas, o que nos proporcionou uma perspectiva ampla e profunda sobre a situação investigada.

Dentre os tipos de estudos de caso apresentados por Stake (1995) – intrínseco, instrumental e coletivo –, nos pautamos nas premissas de um estudo de caso do tipo intrínseco, pois estudos desta natureza visam compreender uma situação singular a partir de suas particularidades. Sendo assim, considerando esses pressupostos, nosso caso teve como circunstância investigada: a análise e elaboração de situações de ensino *sobre* Ciências a partir do MoCEC v.2 por uma professora da Educação Básica.

Conhecendo o Sujeito de Pesquisa

Na escolha de um possível sujeito de pesquisa, sempre tivemos em mente investigarmos as percepções de um professor que tivesse conhecimentos e experiência com discussões *sobre* Ciências, uma vez que ter conhecimentos de NdC é um fator importante para poder conduzir tais discussões (Guerra-Ramos, 2012; Hanuscin, 2013; Martins, 2007; Mendonça, 2020; Vesterinen; Aksela, 2013). Dentre os possíveis sujeitos

que tínhamos contato com esse perfil, acarretou de um deles ser uma professora que atua na Educação Básica, que conhecia o MoCEC v.2 e o utilizou em pesquisas, configurando-a em um sujeito ímpar a ser investigado. Além disso, outros possíveis professores não tinham disponibilidade para participar desta pesquisa na época em que coletamos nossos dados.

A professora que aceitou participar desta pesquisa, a partir da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, é formada em Química Licenciatura em uma Universidade Federal do Sudeste do Brasil, tem três especializações, sendo elas em: PROEJA³⁴, ensino por investigação e inspeção educacional. Ademais, ela é mestre em Educação em Ciências e Matemática, pela mesma Universidade que se formou, e utilizou o MoCEC v.2 em algumas de suas pesquisas. Quanto à sua atuação profissional, a professora Lia³⁵ atuava na docência há nove anos, tendo trabalhado com Ensino Fundamental (EF), Médio (EM) e Educação de Jovens e Adultos (EJA). No momento desta pesquisa, ela trabalhava nos últimos anos do EF e nas três séries do EM, o que incluía também o ensino integral profissionalizante.

A respeito de sua formação em NdC, seu primeiro contato foi durante a graduação em uma disciplina de Ensino de Química, na qual, entre os diversos assuntos estudados, havia alguns tópicos que se relacionavam com NdC, como analogias, papel do cientista e os métodos científicos. O aprofundamento no entendimento a respeito de NdC começou em sua especialização em Ensino por Investigação, uma vez que a partir das atividades investigativas vivenciadas, ela pôde refletir sobre a construção do conhecimento científico e sua relação com os mais diversos métodos, o que segundo ela, contribuiu muito para seu desenvolvimento profissional. Ademais, o progresso de suas competências de pesquisadora relacionados a NdC ocorreu após sua graduação, no qual ela estudou diversos autores que se dedicaram a NdC, o que incluiu ter conhecimentos de trabalhos que envolvem o MoCEC v.2 e, posteriormente, ela pôde utilizar o MoCEC v.2 pesquisas que participou.

³⁴ Sigla para Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos.

³⁵ Para guardar a identidade do sujeito de pesquisa, respeitando os preceitos éticos, utilizaremos “Lia” como nome fictício.

Visando ter mais informações sobre a professora e suas relações com o ensino de NdC, inicialmente, foi realizada uma entrevista semiestruturada (Apêndice A). Esse tipo de entrevista consiste em uma série de perguntas que orientam uma conversa, mas não a engessam, isto é, perguntas para além das planejadas podem ser feitas, a depender do rumo das discussões ou mesmo do contexto da pesquisa (Yin, 2016). Assim, além de termos acesso a informações do percurso acadêmico e profissional da professora, o objetivo da entrevista também foi acessar informações como: (i) qual a ênfase que ela atribuía às discussões de NdC em suas aulas; e (ii) qual a importância das discussões de NdC para formação dos estudantes.

Sobre sua atuação, na entrevista, a professora relatou que buscava ensinar, no mínimo, o básico de todos os conteúdos que são designados pelo currículo em cada etapa escolar. Entretanto, a profundidade dessas discussões dependia do ritmo da turma. Desta maneira, por trabalhar todos os conteúdos previstos, ela se denominava como uma professora conteudista.

Em relação à forma como ela trabalhava com NdC, a professora disse que buscava apresentar uma parte histórica dos conteúdos científicos designados no currículo, isto é, como o conhecimento foi construído e quais suas relações com a sociedade da época. Assim como, quando possível, ela desempenhava um esforço para contextualizar a matéria com o cotidiano do aluno. Assim, ressaltamos que, apesar de Lia se denominar uma professora conteudista, por meio da contextualização, ela demonstrou procurar discutir aspectos para além dos conceitos da química.

Enfaticamente, a professora mencionou que abordava essas discussões a depender do conteúdo, mas que tinha preferência por abordar NdC a partir de situações históricas, como o início do pensamento científico ocidental na Grécia, a Alquimia, os trabalhos sobre o entendimento da matéria, o que inclui cientistas como Dalton, Thompson, Rutherford, Lavoisier e o casal Curie. Para além de casos históricos, a professora também relatou que costumava trazer exemplos atuais que poderiam contribuir para essas discussões, enfatizando pontos mais sociais, econômicos ou de aplicação de conhecimentos *sobre* Ciências. Assim, ela mesclava discussões de NdC com os diferentes conteúdos presentes no currículo e, considerando o interesse dos alunos, ela investia mais tempo nos assuntos relacionados a NdC.

Como exemplo das discussões *sobre* Ciências que ela conduziu em suas aulas, Lia relatou que no primeiro ano do EM, quando possível³⁶, dissertava sobre a história da Tabela Periódica. Segundo a professora, ao apresentar todo o seu desenvolvimento, incluindo os últimos elementos que foram caracterizados recentemente, os alunos poderiam refletir sobre o assunto que eles estão estudando não é um conhecimento estagnado, mas algo mutável e discutido até os dias de hoje.

Sobre a importância dessas discussões, Lia defendeu que os conhecimentos de NdC podem contribuir para aflorar o desejo dos estudantes de entender como os fenômenos podem ser entendidos e explicados, ou seja, se interessar pelo conhecimento científico, contribuindo para o desenvolvimento de um sujeito mais observador e curioso ao seu cotidiano.

Coleta de dados

Em relação à coleta dos dados, em linhas gerais essa pesquisa foi realizada em três momentos: i) discussão de possíveis aspectos de NdC a partir da análise de um material de ensino; ii) planejamento de uma situação de ensino a partir do MoCEC v.2; e iii) reflexões sobre o uso do MoCEC v.2 nas situações de análise de material e planejamento de ensino. Salientamos ainda que a observação em nossa pesquisa foi realizada de modo participante (Lüdke; André, 2011), isto é, o autor estava envolvido diretamente com o ambiente investigado, direcionando as discussões.

No Quadro 4, sintetizamos os momentos realizados na coleta de dados da pesquisa.

³⁶ Utilizamos o termo “quando possível” pois em encontros posteriores a professora relatou que no momento desta pesquisa ela não discutia mais com suas turmas o contexto histórico que envolve o descobrimento de elementos e a proposição da tabela periódica, pois é uma discussão longa, e devido a implementação do Novo Ensino Médio, que reduziu suas aulas com o 1º ano do EM, era inviável trazer toda esta discussão para suas aulas.

Quadro 5: Momentos que compuseram a coleta de dados.

Momento da pesquisa	Principais ações ocorridas no momento
0	Discussão inicial com a professora e apresentação do material a ser discutido no encontro seguinte.
1	Análise e discussão de aspectos de NdC a partir do material didático apresentado.
2	Elaboração de uma proposta de ensino com foco em discussões de NdC.
3	Reflexão sobre o uso do MoCEC v.2.

Fonte: Autor.

O momento zero³⁷, se refere ao primeiro encontro com a professora, no qual ocorreu a entrevista inicial, e que pudemos ter acesso às informações apresentadas na seção “Conhecendo o Sujeito de Pesquisa”. Além disto, neste encontro inicial apresentamos o material de ensino, a partir da disponibilização do documento de texto (Anexo B) seguido de uma leitura em voz alta, que foi discutido na reunião seguinte. Ainda nesta reunião, foi requisitado à professora que elaborasse respostas para duas questões que seriam discutidas no segundo encontro, que ocorreu duas semanas depois. As perguntas eram: (i) quais discussões de Natureza da Ciência podem ser levantadas a partir do material de ensino apresentado? E; (ii) Como você conduziria as discussões de Natureza da Ciência a partir desta situação de ensino?

Em relação a atividade, esta consistiu em um caso sociocientífico, elaborada por duas das autoras envolvidas na proposição do MoCEC v.2 (Santos; Justi, 2021a), sobre o rompimento da barragem em Brumadinho (MG). Optamos por ela, porque consiste em uma atividade bem descrita, com várias etapas, – sendo elas: contextualização do caso, apresentação da situação-problema, sugestão de questões para iniciar a discussão e de questionamentos à turma após a análise inicial do caso, disponibilização de materiais de apoio, e elaboração de argumentos e discussão final. Além disto, o material foi elaborado tendo em vista o MoCEC v.2, isto é, as atividades foram pensadas visando a promoção de discussões *sobre* Ciências.

Outro fator importante para a seleção deste material foi o não engessamento das possíveis discussões de NdC a partir do caso, pois segundo Santos e Justi (2021a), os aspectos de NdC discutidos no caso podem “variar dependendo das informações contidas

³⁷ Chamamos o primeiro momento de “zero”, pois não é um momento que foi objeto de investigação no capítulo de Resultados e Discussões, apesar disto, o enfatizamos porque ele é uma parte importante da pesquisa por trazer informações sobre o perfil da professora investigada.

nos argumentos a serem apresentados pelos estudantes (p. 198)”. Assim, apesar das autoras reconhecerem o potencial das discussões *sobre* Ciências a partir do caso, elas não detalharam minuciosamente quais aspectos poderiam ser discutidos. Ademais, tínhamos conhecimento de que a professora tinha experiências com casos históricos, assim, acreditamos que seria mais enriquecedor para ela refletir sobre as discussões de NdC a partir de outras estratégias de ensino, como um caso sociocientífico, uma vez que ela poderia manifestar outros aspectos que, geralmente, não são contemplados em contextos históricos.

No momento 1, tínhamos por objetivo promover uma discussão, na qual a professora pudesse expressar aspectos de NdC que seriam possíveis de discutir a partir da situação de ensino apresentada. Desta maneira, Lia argumentou sobre os aspectos de NdC possíveis de serem discutidos em sala de aula a partir da situação de ensino, como ela conduziria essas discussões, as impressões gerais sobre a atividade, sua viabilidade em uma situação real e como os conhecimentos sobre o MoCEC v.2 influenciavam na forma como a professora interagia com a proposta. As questões que guiaram este encontro estão disponíveis no Apêndice B. Ao final desta reunião, foi solicitado à professora que apresentasse na próxima, momento 2, uma proposta de ensino em que o MoCEC v.2 fosse usado como suporte. O tema das aulas ficou a cargo da professora e pedimos que ela elaborasse algo viável de ser utilizado em suas salas de aula.

O momento 2 ocorreu após dois meses, por opção da professora, pois o período anterior abarcava final de ano letivo, feriados, férias, entre outros eventos que impactariam na proposta de ensino. Entretanto, nesse período, a professora foi construindo sua sequência em um documento compartilhado *online*, assim, tivemos acesso ao andamento da proposta e pudemos levantar questões para debatermos no encontro seguinte. Por exemplo, observando o andamento da construção do documento, percebemos que Lia recorria apenas as áreas do MoCEC v.2 para embasar sua proposta, sem mencionar seus aspectos constituintes, assim como ela utilizou todas as áreas do modelo, com exceção da AC, desta maneira, no decorrer de nossas discussões, foi chamado atenção para estes pontos.

Desta maneira, no momento 2, discutimos o potencial da proposta de ensino elaborada pela professora, detalhando quais aspectos de NdC poderiam emergir e como eles possivelmente seriam discutidos em sala de aula. A versão apresentada nesta reunião

está presente no Anexo C. Nesse sentido, saliento que a elaboração das atividades ficou a cargo da docente, sendo a minha participação limitada a fazer questionamentos que visavam promover discussões sobre o uso do MoCEC v.2 frente à proposta dela. Devido ao volume de discussões apresentadas pela professora, o momento 2 foi realizado em dois dias diferentes.

Ao final do primeiro dia, levantamos pontos, que tinham relação com o uso do MoCEC v.2, que deveriam ser aprofundados na proposta, como o fato de Lia não estabelecer discussões relacionadas aos aspectos, tendo focado apenas nas áreas que compõem o modelo. Ademais, dada a quantidade de aspectos presentes no MoCEC v.2 (37 aspectos), incrementá-los na proposta levaria tempo, desta maneira, marcamos nossa próxima reunião para 15 dias após esta. Ressaltamos que consideramos importante que os encontros fossem feitos com intervalos de tempo, pois a professora poderia maturar suas ideias entre as reuniões, assim como, pudemos analisar previamente, com maior cautela, os dados obtidos até aquele momento, direcionando os questionamentos a serem feitos a professora.

Na segunda parte do momento 2, demos continuidade à discussão, com o documento *online* atualizado em mãos. Neste momento, continuamos os debates focados nos aspectos de NdC que poderiam ser abordados a partir da proposta da professora. Em um momento de nossa discussão, reservamos um espaço para Lia conferir os últimos ajustes no arquivo (Anexo D).

Sobre o momento 3 da pesquisa, conduzimos a última entrevista (Apêndice C), com a finalidade de refletirmos sobre: (i) a proposta apresentada pela professora, no sentido de objetivos de aprendizagem e na possível receptividade dos alunos com relação às discussões de NdC; e (ii) as possíveis contribuições do MoCEC v.2 na elaboração da proposta didática. Ressaltamos que, optamos por fazer a discussão logo após o encerramento do momento 2, uma vez que a conversa sobre o modelo e as interações com o MoCEC v.2 no planejamento de ensino eram recentes e acreditamos que refletir sobre, logo após a utilização da ferramenta, poderia nos proporcionar reflexões ainda mais autênticas.

Por fim, destacamos que realizamos nossos encontros via plataforma *Microsoft Teams*, no período que abrangeu o último semestre de 2022 e o primeiro de 2023. A partir

das ferramentas do próprio *Software*, gravamos as reuniões, que posteriormente foram transcritas. Além disso, também produzimos notas de campo, e esse conjunto de dados – incluindo o material produzido pela professora – foram discutidos neste trabalho. Salientamos que as reuniões ocorreram de forma remota devido a impedimentos geográficos e sanitários, pois os atores desta pesquisa se encontravam em diferentes regiões brasileiras e, o mundo enfrentava a pandemia de Covid-19. Apesar destes percalços, consideramos que, mesmo de forma remota, a utilização de uma plataforma para os encontros *online* pôde proporcionar dados fidedignos para pesquisa, e estes foram obtidos de forma menos dispendiosa, considerando as limitações geográficas.

Procedimentos de Análise de Dados

Sobre a apresentação dos dados, os redigimos em ordem cronológica e de forma descritiva e integrada, ou seja, narramos os ocorridos – e, eventualmente, trazemos transcrições de trechos pertinentes à discussão – concomitantemente com a análise.

Para responder a primeira e a segunda QP, isto é, para discutir os conhecimentos de NdC apresentados pela professora durante a análise do material de ensino e depois na elaboração da proposta de ensino, utilizamos o próprio MoCEC v.2 (Santos; Maia; Justi, 2020) para identificar e discutir quais conhecimentos de NdC estavam sendo expressos pela docente, e, quando necessário, utilizamos as discussões provenientes do MoCEC v.3 (Santos, 2023) sobre a área CC em nosso debate, uma vez que, em termos de unidades de análise, a única mudança entre as duas últimas versões do MoCEC é o acréscimo da área CC e seus aspectos na v.3. Além disso, tecemos considerações pertinentes à análise a partir de outros referenciais da literatura da área. Sobre a opção pelo MoCEC v.2, ressaltamos que ele é uma ferramenta com definições fidedignas que, como apresentado no capítulo de Referenciais Teóricos, podem e vêm sendo utilizadas como unidades de análises em pesquisas na Educação em Ciências (Lima, 2020; Lima; Ibraim, 2019a; 2021a; 2021b; 2023; Lima; Ibraim; Santos, 2021; 2023; Maia; Maia, 2020; Santos L. C., 2022; Santos, 2019; 2023; Silva, 2022).

Ressaltamos ainda que redigimos os aspectos de NdC expressados por Lia sempre com a primeira letra em forma maiúscula e seguido da sigla de sua área entre parênteses, quando essa não estiver clara no parágrafo. Por exemplo, ao discutirmos sobre o aspecto Incerteza da SC, o apresentamos como “Incerteza (SC)”, assim diferenciamos a palavra

incerteza do aspecto de NdC com mesmo nome e enfatizamos a área que o aspecto integra.

Quanto à discussão sobre os aspectos manifestados pela professora, o que abarca a primeira e a segunda QP, inicialmente, apresentamos de forma geral os aspectos expressos pela docente e em seguida discutimos cada separadamente. Ressaltamos que consideramos que um aspecto foi manifestado nas seguintes situações: i) Lia enunciou verbalmente o aspecto e o discutiu logo em seguida, desta maneira, estes foram considerados quando os significados dados ao aspecto pela professora convergiam para as definições apresentadas no MoCEC v.2, quando não convergiam, não foram considerados como manifestados; e ii) a professora apresentou discussões que faziam alusão a um aspecto de NdC, porém não o nomeou categoricamente. Por outro lado, houve momentos que a docente os nomeou, porém não os discutiu durante os encontros, assim, nestas situações, não consideramos que o aspecto foi manifestado.

Salientamos também que os dados que embasaram as nossas discussões para a primeira QP compreendem ao momento 1, para discutir a segunda QP, recorreremos aos dados coletados no momento 2. Isto porque foram as situações em que a docente pôde apresentar seus conhecimentos relacionados a NdC, momento 1 – relacionado a primeira QP –, analisando um material e, posteriormente, no momento 2 – a respeito da segunda QP –, propondo uma situação de ensino. Destacamos que não enfatizamos quantas vezes um aspecto de NdC foi expresso, e sim como ele foi enunciado por Lia, o que é coerente com a natureza qualitativa, adotada na presente pesquisa, e com o objetivo de focalizar os detalhes da situação investigada (Stake, 2011).

Para responder a terceira QP, discutimos as reflexões e relações que Lia estabeleceu com o MoCEC v.2 durante a pesquisa. Os dados provenientes para estas discussões foram coletados, principalmente no momento 3. Além disso, retomamos discussões apresentadas nos momentos 1 e 2 que faziam referência a como Lia interagiu com a ferramenta e seus aspectos constituintes (Quadro 1 e Anexo A).

Finalizando este capítulo, destacamos que realizamos a triangulação entre os pesquisadores (Cohen; Manion; Morrison, 2007), isto é, os autores envolvidos neste trabalho, eu e minha orientadora, analisaram independentemente os dados obtidos, e os resultados foram posteriormente comparados e debatidos até que houvesse acordo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente capítulo, discutimos nossas três QP. Desta maneira, iniciamos apresentando as discussões referentes à análise do material de ensino (momento 1/ primeira QP), e posteriormente, os debates sobre a proposição da situação de ensino feita pela professora (momento 2/ segunda QP). Em seguida, discutimos a terceira QP, a partir dos dados, principalmente, coletados no momento 3.

Análise do material de ensino – Caso Brumadinho

Para responder a primeira QP, descrevemos os conhecimentos de NdC manifestados por Lia na análise do caso sociocientífico sobre Brumadinho (MG) e, posteriormente, quais ela mobilizou durante o planejamento da sequência didática.

Em relação à análise do material de ensino, ao ser questionada sobre quais discussões de NdC poderiam ser levantadas a partir do documento apresentado, a professora, de imediato, recorreu aos seus conhecimentos sobre o MoCEC v.2, pois ela afirmou que o tem como referência, e o usa para identificar conhecimentos de NdC e expressá-los com uma definição plausível e inteligível. Desta maneira, salientamos que a docente manifestou oito aspectos de NdC de cinco áreas, incluindo um aspecto da área acrescentada no MoCEC v.3, Comunicação da Ciência (Quadro 6).

Quadro 6: Aspectos de Natureza da Ciência manifestados na discussão do material de ensino.

Área	Aspecto de Natureza da Ciência
PC	Incerteza, Limitação e Personalidade
SC	Influência sociopolítica
EC	Produtividade
HC	Influência histórica e Provisoriedade
CC	Objetivos do público em geral

Fonte: Autor.

Para trabalhar com o caso sociocientífico, Lia disse que optaria por apresentá-lo a partir de uma perspectiva histórica, o que remete as preferências dela enquanto profissional, a sua formação ligada a História da Ciência, assim como suas experiências, nas palavras dela:

Eu pensei em trabalhar com os estudantes uma **abordagem histórica da mineração**, trabalhar com eles até a questão histórica, do ponto de vista de onde que surgiu a mineração, quando começou e o **porquê que isso foi visto como uma área altamente lucrativa, o porquê que a mineração cresceu tanto**, e como que isso iniciou (grifo nosso) [Entrevistada].

A partir desta fala, é evidente a preferência de Lia por trabalhar os aspectos históricos do caso. Além disso, ela sinalizou os potenciais da atividade para se trabalhar com questões relacionados a Economia da Ciência – ao perceber a mineração como uma atividade que, dentre seus objetivos, visa lucros – e a Sociologia da Ciência – ao reconhecer o impacto desse conhecimento na sociedade.

Especificamente, a professora relatou que apresentaria as primeiras técnicas utilizadas pela humanidade que estão relacionadas com a mineração, como as utilizadas nos garimpos, que foram se modificando com o tempo e evoluindo para a mineração que conhecemos atualmente. Concomitantemente, ela discutiria o foco destas práticas, que inicialmente estava na obtenção de pedras preciosas e hoje estão voltadas para uma grande diversidade de minérios. Considerando os aspectos de NdC apresentados no MoCEC v.2, as discussões em torno das falas de Lia vão ao encontro da definição de dois aspectos: (i) Provisoriedade (HC), que discute as mudanças que o conhecimento científico passa no decorrer do tempo; e (ii) Produtividade (EC), que discute o uso de conhecimentos científicos visando o retorno financeiro (Santos; Maia; Justi, 2020).

Ainda sobre a proposta de introdução do caso a partir de seu contexto histórico, a professora reconheceu que a mineração não estava ligada ao conhecimento científico em seus primórdios, mas sinalizou que mesmo assim era possível discutir aspectos de NdC, e nomeou quais aspectos seriam esses:

[...] antes mesmo de produzir e se pensar conhecimento científico em torno dessa ação de mineração, a gente tem aí a Natureza da Ciência, que poderia estar sendo trabalhada dentro da História [da Ciência] como **Influência histórica, como Multiplicidade, como Não linearidade**, como todos ali, os aspectos (grifo nosso) [Entrevistada].

Um dos aspectos apontados pela docente, foi o Influência histórica, que discute as relações entre a Ciência e o contexto histórico (Santos; Maia; Justi, 2020), e poderia ser trabalhado considerando os impactos das demandas de determinado período sobre os processos e utilização de técnicas na mineração e em garimpos. Nesse sentido, ela

ressaltou que as técnicas usadas para adquirir determinadas pedras preciosas em garimpos eram diferentes das utilizadas por mineradoras para extrair os metais exigidos pela sociedade atual, visto que a demanda para a cadeia produtiva é muito maior.

Os aspectos Multiplicidade (HC), que apresenta reflexões sobre as diversas interpretações sobre um mesmo episódio histórico (Santos; Maia; Justi, 2020), e Não linearidade (HC), que discute sobre o desenvolvimento do conhecimento científico não seguir um único caminho, podendo incorporar resgates de ideias anteriores, imprevistos e mudanças ao longo do tempo (Santos; Maia; Justi, 2020), foram mencionados por Lia, porém não conseguimos visualizar a discussão desses aspectos a partir de sua fala. Em outras palavras, Lia mencionou que tais aspectos poderiam ser trabalhados, mas em nenhum momento de nosso encontro foi dito como de fato eles poderiam ser discutidos com os alunos ou foi apresentado discussões que remetesse a esses aspectos, por outro lado, o entrevistador também não chamou atenção sobre esses aspectos mencionados por Lia. Por estes motivos, não consideramos esses aspectos como manifestados no Quadro 6.

Isso pode indicar que, mesmo a professora visualizando a potencialidade de discutir variados aspectos apresentados no MoCEC v.2, na discussão do caso em si ela teve dificuldades em explicitar as ideias relativas a todos esses aspectos. Isto pode ter ocorrido devido a quantidade de tempo que levaria para discutir todos eles, e pela complexidade exigida para discutir alguns deles em contexto de sala de aula. Por exemplo, para discutir Multiplicidade (HC), Lia teria que apresentar pelo menos dois pontos de vista sobre um determinado momento histórico, e traçar as possíveis correlações entre eles, para isto, seria importante que ela tivesse conhecimentos amplos sobre a situação histórica, assim como refletir sobre as perspectivas apresentadas e externalizar tais reflexões, o que torna a discussão sobre o aspecto dispendiosa.

Em seguida, Lia discutiu sobre a EC, trazendo afirmações que remetem à área e a alguns de seus aspectos. Apesar de não ter anunciado o aspecto Produtividade (EC), ele ficou explícito quando ela argumentou que: “dentro do processo de mineração, ela [a economia] vai sobressair a preocupação ambiental, a preocupação até científica, a produção do conhecimento atrás disso”. Tal fala remete ao aspecto, pois Lia reconheceu os impactos que o foco no ganho financeiro pode exercer sobre o conhecimento científico.

Além desta situação, a professora fez alusão a esse aspecto em outros momentos do encontro, que serão discutidos posteriormente.

Logo em seguida, a docente propôs: “a gente vai poder fazer um paralelo, até uma evolução, uma linha do tempo com o estudante.”. Sobre a linha do tempo, a docente indicou que em um momento seria discutido como a Ciência interferia na mineração, nas questões ambientais e na segurança do trabalho. Essas ideias corroboram com o aspecto Influência Sociopolítica (SC), que discute os impactos das relações entre a Ciência e sociedade/política (Santos; Maia; Justi, 2020). Ressaltamos que o uso de “linhas do tempo” deve ser feito com ressalvas, pois essa estratégia costuma pontuar apenas alguns momentos da história, considerados mais importantes e, isto pode favorecer uma ideia acumulativa e linear quanto ao desenvolvimento da Ciência (Allchin, 2013). Nesse sentido, linhas do tempo podem corroborar uma visão distorcida de NdC, pois tem o potencial de imprimir a ideia de que o conhecimento científico apenas se acumulou no decorrer do tempo, ignorando seus momentos de remodelações (Gil-Pérez; Montoro; Alís; Cachapuz; Praia, 2001).

Após esse momento, Lia relatou que gostaria de enfatizar os pesquisadores que trouxeram contribuições para a mineração, porque isso poderia proporcionar um espaço para se discutir aspectos da área PC. A estratégia de enfatizar à figura e os trabalhos de um(alguns) cientista(s) dentro da perspectiva histórica para abordar aspectos da PC é algo apontado em outros estudos com casos históricos que envolvem o MoCEC v.2 (Lima; Ibraim; Santos, 2021; Silva, 2022). Apesar disso, neste momento da conversa, ela não nomeou quais aspectos da PC poderiam ser incluídos ou que pesquisadores deveriam ser abordados, o que pode estar relacionado ao fato de a professora ter pouco conhecimento sobre a história da mineração. Nesse sentido, Porto (2019) aponta que a falta de informações sobre a história e a dificuldade de ter acesso a materiais de qualidade para se utilizar em casos históricos, é um problema comum aos professores que trabalham com História da Ciência (Porto, 2019) e pode ter sido o caso de Lia.

Analisando as questões sugeridas para o caso (Anexo B), Lia apontou que elas poderiam suscitar discussões que tangem a SC e AC, pois as perguntas contemplam “[...] as preocupações ambientais, as preocupações com o social envolvido ali dentro daquela

mineração”³⁸. Diante disso, salientamos que a discussão sobre como o conhecimento científico referente à mineração impactou no meio ambiente e a sociedade está em acordo com as discussões que vão ao encontro do significado do aspecto Influência sociopolítica (SC). Porém, não ficou claro como isso abarcava a área AC, visto que essa área concebe a Ciência enquanto uma realidade cultural, com suas lógicas internas próprias, diferente de outros âmbitos culturais, ou seja, tais discussões vão além da relação homem (enquanto sociedade) – Ciência, e sim visam refletir sobre o âmbito homem (enquanto humanidade) – Ciência.

Ao desenvolver mais as discussões, a professora não conseguiu apresentar uma diferenciação clara entre as áreas AC e SC. Ao nosso ver, para ela, era como se as mesmas discussões que coubessem à SC pudessem ser apresentadas pela AC. Pensando na analogia à *London Eye*, seria como se a docente olhasse para um ponto de Londres a partir de duas cápsulas diferentes – em momentos diferentes, considerando que as cápsulas estão paradas em pontos fixos –, mas mantivesse a mesma visão, ou não percebesse as nuances entre as perspectivas a partir destes lugares. Trazendo para o domínio alvo³⁹, a docente não reconheceu diferenças ao olhar para Ciência a partir das áreas SC e AC.

A dificuldade da professora nos fez refletir sobre as relações entre as áreas SC e AC, e sobre como elas estão explicitadas no MoCEC v.2. Considerando as definições presente no MoCEC v.2, as discussões sobre a AC remetem a área SC em alguns momentos, ao usarem termos que se referem a objetos de estudo da área, como “ação social” e “sociedade”. Ao discorrer sobre a AC, Santos, Maia e Justi (2020) afirmam que:

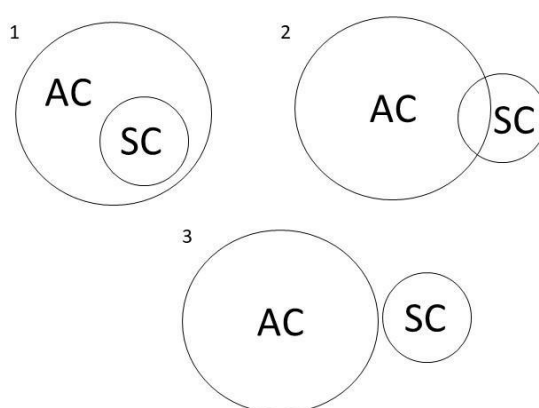
Antropologia é uma área que estuda o homem no sentido mais amplo, isto é, no sentido da humanidade [...] a Antropologia da Ciência estuda também a relação do mesmo [homem] com o conhecimento científico, considerando que a produção deste conhecimento é uma forma de **ação social**, e que seu desenvolvimento é uma forma de produção cultural (p. 598, grifo nosso).

³⁸ O uso do termo “daquela mineração”, reflete a percepção da professora em reconhecer que os conhecimentos e as práticas da mineração atuais não são os mesmos de antigamente, possivelmente discernindo sobre a diferenciação entre garimpo (exploração de minerais por pequenos volumes a partir de trabalho manual com poucos recursos mecanizados) e mineração (extração de minérios em larga escala, com mão de obra especializada) (Silva; Benite, 2018).

³⁹ Em uma analogia, o domínio alvo é elemento que faz alusão àquilo que se está buscando entender, enquanto o domínio análogo são os componentes conhecidos (Monteiro; Justi, 2000). Desta maneira, o MoCEC v.2 é o domínio alvo e a *London Eye* – ou uma roda gigante – o domínio análogo.

Na dissertação de Santos (2019), ao explicar a ordem das cápsulas do MoCEC v.2, também há termos que remetem a SC: “[...] a Antropologia da Ciência, devido ao fato de a mesma estudar a relação do indivíduo com o mundo – **mais amplo** do que a **sociedade** (p. 53, grifo nosso)”. Considerando as definições apresentadas pelas autoras, em especial pelo uso do termo “mais amplo”, acreditamos que isso pode acarretar interpretações diversas sobre a relação das áreas AC e SC, que são representados na Figura 6.

Figura 6: Possíveis interpretações sobre as relações entre as áreas Antropologia da Ciência e Sociologia da Ciência, a partir das definições do MoCEC v.2.



Fonte: Autor.

Ao afirmar que a AC estuda a Ciência a partir de uma perspectiva mais ampla que o ponto de vista sociedade-Ciência, isto é, humanidade-Ciência, pode-se entender que a AC contemple também as discussões que cabem a SC, assim ao se discutir aspectos de SC, conseqüentemente, discussões referentes à AC estariam sendo contempladas (item 1, Figura 6, a área da SC é representada dentro da AC). Portanto, dado a discussão apresentada pela professora, acreditamos que este possa ser seu entendimento, pois Lia demonstrou dificuldade em desassociar as áreas, o que pode ter comprometido o seu discernimento sobre o que concerne a cada uma delas.

Por outro lado, uma outra possível interpretação é crer que a AC discute demandas para além da SC, mas que não abarque todas suas questões, partilhando de conceitos, metodologias e objetos de investigação comuns (item 2, Figura 6, as áreas compartilham uma parte em comum). Entretanto, um indivíduo pode entender que são áreas distintas, com seus próprios conceitos e com diferentes objetos de análises (item 3, Figura 6, as

áreas não se tocam, e a SC é representada como menor devido ao uso do termo “mais amplo” associado à AC).

Em nossa perspectiva, o mais adequado seria o entendimento representado pelo item 3 (Figura 6), pois a nitidez entre o que cada uma dessas áreas estuda contribuiria para uma análise de dados mais bem delimitada, assim como poderia contribuir para a clareza do professor em identificar e guiar discussões referentes a determinado campo de conhecimento apresentado no MoCEC v.2. Por outro lado, uma divisão clara entre essas áreas seria um grande desafio, pois a história de constituição da SC e AC estão intimamente intrincadas.

Historicamente, as pesquisas da SC antecederam as da AC, como levantado por Mendes (2001). Antes da Antropologia sinalizar interesses em investigar a Ciência, áreas como Filosofia, Sociologia e História se debruçavam sobre este tema. No que se refere a SC, em seu início – começo do século XX –, ela se ocupou de discussões de um ponto de vista estritamente externalista, isto é, focado em estudar as relações entre a comunidade científica com fatores, sociais, políticos, econômicos e culturais. Enquanto a FC, esteve focada em uma abordagem internalista, que defende que a Ciência é uma prática rigorosamente racional, e buscava diferenciar os conhecimentos científicos dos demais conhecimentos presentes na sociedade (Mendes, 2001)⁴⁰. Inicialmente, essas duas concepções referentes a Ciência eram imiscíveis, e até mesmo concorrentes, na academia.

A percepção da Ciência enquanto organização social, foi possível, a partir de trabalhos como o de Bruno Latour, neste sentido, Mendes (2001) aponta:

Analisando a Ciência de forma simétrica [considerando fatores internalistas e externalistas], Latour fundamenta suas teorias, em grande parte, em suas observações durante a visita ao laboratório como um **antropólogo**, fazendo parte de um movimento que **olhou os aspectos sociais da ciência, não só como ciência afeta sociedade, mas também como a ciência é uma sociedade em si** e a consequência que isto tem para o desenvolvimento de teorias científicas e o conhecimento (p. 147, grifo nosso).

⁴⁰ Por muitos anos, ambas as abordagens eram tidas como antagônicas, entretanto, atualmente é defendido que é importante que a Ciência seja entendida pelas duas vertentes (Beltran; Saito; Trindade, 2014; Mendes, 2001).

Desta maneira, a percepção de como os cientistas se organizam enquanto sociedade para produzir conhecimento, foi possível a partir de um ponto de vista antropológico.

Sobre Bruno Latour, pioneiro na AC, este foi um antropólogo da Ciência, que investigou o ambiente de trabalho de cientistas – um laboratório de neuroendocrinologia –, a partir de uma pesquisa etnográfica, isto é, fundamentada em análises aprofundadas dos comportamentos, das crenças, dos costumes e de outras características de membros da comunidade científica (Latour; Woolgar, 1986). A partir da pesquisa minuciosa sobre o cotidiano de um laboratório, Latour e Woolgar (1986) apresentaram como diferentes elementos envolvidos na produção de conhecimento – por exemplo, os aparatos instrumentais, a relação entre os cientistas, as parcerias institucionais, a dimensão política do assunto investigado, além das próprias teorias, conceitos e ideias –, se fazem imprescindíveis e relevantes para a proposição de um fato científico. Desta maneira, a forma como todos esses fatores se relacionam impactam na produção de conhecimento, e os autores ainda enfatizam que as afirmativas científicas são construídas e não descobertas.

Diante deste contexto, podemos afirmar que a Antropologia, investigando como os cientistas se comportam e por quais caminhos o conhecimento perpassa para ser validado, contribuiu para o entendimento de como os cientistas se organizam, para assim produzir conhecimentos. Em outras palavras, a AC trouxe elementos para refletirmos sobre Ciência enquanto construção social, o que contribuiu para construir pontes entre as abordagens internalista e externalista. Portanto, os debates apresentados pela AC puderam proporcionar uma nova forma de se entender Ciência, e muitas de suas discussões foram incrementadas à denominada Nova Sociologia da Ciência (Ferreira, 2013).

Refletindo sobre esse cenário, a partir dos aspectos de NdC apresentados por Santos, Maia e Justi (2020), podemos considerar que a SC, em seu início como área, estava direcionada para discussões de ideias referentes ao aspecto Influência sociopolítica. Enquanto as ideias que vão ao encontro dos aspectos que discutem como os cientistas se organizam enquanto grupo social – Aceitabilidade, Credibilidade,

Falibilidade, Incerteza e Interações entre os cientistas – foram possíveis a partir, mas não apenas⁴¹, de contribuições da AC para a Nova Sociologia da Ciência.

A propósito, Santos, Maia e Justi (2020) usaram de trabalhos do antropólogo Bruno Latour (Latour, 1987; Latour; Woolgar, 1986) para embasar a proposição dos aspectos da SC em seu modelo, algo perceptível, dado os aspectos supracitados. E sobre os referenciais usados para embasar a área AC, as autoras recorrem a publicações de sociólogos que discutem Ciência a partir do conceito de cultura (Knorr-Cetina, 1999; Pickering, 1995). Apesar de cultura ser um termo inicialmente proposto pela Antropologia (Laraia, 2001), este é um conceito aplicado e estudado por diversas áreas, incluindo a Sociologia.

Curiosamente, percebemos que há uma certa divergência entre os próprios pesquisadores que utilizaram o MoCEC v.2, ao estabelecerem se determinadas discussões cabem a AC ou a SC. Isto porque, ao investigar os aspectos de NdC presentes em discussões sobre os trabalhos e vida de Marie Curie, as questões relacionadas às dificuldades enfrentadas por mulheres cientistas da época são consideradas como pertencentes ao aspecto Influência cultural (AC) nos trabalhos de Santos (2023), Santos, Justi e Almeida (2021) e Silva (2022), e em outros casos é considerado como Influência sociopolítica (SC) (Lima, 2020; Lima; Ibraim, 2021b; 2023; Lima; Ibraim; Santos, 2021).

Considerando os trabalhos que discutem a situação histórica vivenciada por Marie Curie, temos Santos (2023), que justifica a categorização de Influência cultural, ao afirmar que “identificamos o aspecto influência cultural (AC), evidenciado pelas questões de gênero [reconhecidas pelos sujeitos de pesquisa], o que explica a ausência de mais mulheres nos cursos de Ciências Naturais naquela época (p. 133)”. De forma semelhante, no produto educacional que integra a dissertação de Silva (2022), é afirmado que Influência cultural poderia ser discutido a partir do caso, pois: “Na época, muitas decisões sociais, eram tomadas explicitamente por ideias machistas (Silva; Maia, 2022, p. 33)”. Enquanto em Lima (2020), o autor explicou que considerou o aspecto Influência sociopolítica porque:

⁴¹ Como apontado por Mendes (2001), diversos sociólogos, por exemplo, Jhon Law, Karin Knorr-Cetina e Michel Callon, contribuíram para a ampliação da perspectiva da SC, para além de uma abordagem estritamente externalista, entretanto a autora destaca a visão ímpar de Bruno Latour, uma vez que ele investigou a Ciência a partir de um ponto de vista inédito até então, isto é, de uma perspectiva antropológica.

Ana [o sujeito de pesquisa] reflete sobre a influência da sociedade nas injustiças que ocorreram com a cientista Marie Curie. Ela faz uma comparação com a facilidade que Becquerel teve para ter suas produções reconhecidas ao contrário de Marie Curie, assim ela relaciona este fato ao pouco espaço que mulheres tinham na sociedade da época. Ao final, Ana ainda conclui que “Infelizmente algumas injustiças ocorreram ao longo da história e isso se deve ao fato de influências políticas, econômicas e sociais” (p. 45).

A nosso ver, ambas as justificativas para os aspectos são factíveis, pois estas questões de gênero são reflexos de uma cultura que dificultava a ocupação de espaços pelas mulheres na academia, assumindo assim o aspecto Influência cultural (AC). Por outro lado, tais questões podem ser entendidas a partir da SC, ao considerar que as dificuldades vivenciadas por Marie decorriam das influências da sociedade na qual a cientista estava inserida. Um caminho para esta divergência seria considerar que tais aspectos estão sobrepostos nestas situações.

Todos estes fatores, seja a história de constituição destas áreas, seja os trabalhos utilizados para embasar os aspectos de NdC no MoCEC v.2, contribuem para uma dificuldade de diferenciação entre as áreas AC e SC. Isto pode ter refletido na forma que Lia as compreende, e até mesmo nos critérios dos próprios pesquisadores que utilizaram o modelo.

Voltando para as discussões dos dados, a professora completou sua reflexão, dizendo: “possa talvez estar um pouco defasado, justamente porque não se tem essa relação entre o conhecimento científico e a extração de um minério de ferro”. Neste caso, ela reconhece que há uma limitação no uso da perspectiva histórica para a discussão de aspectos de NdC, uma vez que, antigamente os conhecimentos utilizados na época para exploração de recursos minerais não eram científicos, estes foram sendo incorporados gradualmente com o tempo, ou mesmo foram influenciando a Ciência. Sendo assim, as atividades referentes à mineração podem ter utilizado técnicas de garimpo que não foram desenvolvidas no âmbito científico.

Após isso, Lia reconheceu as possíveis discussões sobre a área Comunicação da Ciência (CC), a qual não estão presente no MoCEC v.2, mas que foram discutidas em trabalhos que utilizaram o modelo (Silva; Silva; Maia; Gonçalves, 2022), e foi acrescentada recentemente na versão 3 do MoCEC (Santos, 2023). Especificamente, ela argumentou sobre o impacto da falta de comunicação na cidade de Brumadinho, assim

como em outras cidades que tem como fonte de renda a mineração, abordando o fato de a comunidade não saber os motivos da exploração do solo no local, seus impactos, além do desconhecimento sobre os processos relacionados à mineração⁴². Expressando a ideia da professora enquanto aspecto de NdC, temos que no MoCEC v.3 seria o equivalente a Objetivos do público em geral, pois a discussão apresentada por ela se relaciona com a definição: “Popularizar informações científicas visando difundir noções gerais” (Santos, 2023, p. 231). A relação entre a fala da docente e a categorização do aspecto está na percepção dela sobre a falta de conhecimento científico da população local sobre temas que tangem a mineração e, como isso, impactam na relação da comunidade com seu contexto.

Ainda sobre essa discussão, Lia retomou o aspecto Produtividade (EC), apesar de não o nomear, ao argumentar que parte das pessoas que sofreram com a tragédia em Brumadinho, só tinham conhecimentos das implicações da mineração enquanto fonte de renda, mas não tinham compreensão de seus impactos socioambientais. Assim, consideramos que a docente expressou este aspecto ao apresentar discussões sobre os interesses da população na aplicação de conhecimento científico visando apenas o retorno financeiro.

Ao fazer um fechamento para essa parte da conversa, a professora resumiu suas ideias:

Então, eu pensei nessa abordagem [o caso de Brumadinho] partindo da história, acredito que isso é muito influenciado pelo meu trabalho mesmo, que gosto muito de história, mas acredito que vendo a história como plano de fundo, a gente desenvolve as outras áreas da Natureza da Ciência, para depois pensar e refletir sobre esses aspectos ao longo da história [Entrevistada].

Diante disso, percebemos que para discutir NdC, a docente recorreu à suas experiências prévias com abordagem histórica. Ademais, ela utilizou o MoCEC v.2, inicialmente, a partir das áreas, e depois ponderou os aspectos relacionados.

A forma como Lia utilizou o MoCEC v.2, nos proporciona dois pontos de reflexão: (i) a falta de delimitação entre as áreas SC e AC; e (ii) o fato da professora ter trabalhado ideias de determinados aspectos, como Produtividade (EC) e Provisoriedade (HC), mas não os ter nomeado, e assumido trabalhar com aspectos que não estavam claros

⁴² As discussões apresentadas também estão relacionadas com o aspecto Influência sociopolítica (SC).

em suas falas, como Multiplicidade (HC) e Não linearidade (HC), o que pode indicar uma certa dificuldade em se trabalhar com os aspectos de NdC

Em seguida, o entrevistador pontuou os potenciais da abordagem histórica, apresentada por Lia, para se discutir questões étnico-raciais, pois muitos dos conhecimentos sobre a exploração da terra, presentes na história da mineração no Brasil, foram trazidos por escravos vindos da África e apresentar essas discussões seria uma forma de reconhecer e valorizar a sabedoria dos nossos antepassados negros (Heywood, 2008). Prontamente, a professora respondeu que tinha conhecimento desse potencial, e que a história da cidade de Ouro Preto poderia ser usada nas discussões, e exemplificou porque: “[...] faziam controle biológico, naquela época, para que os escravos fossem gerados e não crescessem, e ficassem pequenos para trabalhar nas minas, então assim, tem toda uma questão [a ser discutida]”.

A partir dessa conversa, a docente trouxe uma reflexão sobre a atividade:

Eu acredito que por ser mais uma questão sociocientífica, talvez a gente **não consiga pensar em termos de conceitos, eu acho que são mais reflexões**, que vão abranger mais a parte ambiental, a parte social, antropológica, mas acredito eu que a história venha trazer e contribuir muito para essas reflexões serem assim, mais explícitas mesmo, com opiniões mais fundamentadas (grifo nosso) [Entrevistada].

Nessa fala, a professora manifestou sua percepção sobre a proposta de ensino, que seria a dificuldade em trabalhar os aspectos de NdC atrelados aos conceitos científicos da Química. Por outro lado, ela reconheceu as contribuições da História da Ciência para proporcionar reflexões aos alunos e repertório para argumentos bem embasados. Nesse sentido, salientamos que foi relatado na literatura a dificuldade de relacionar discussões de temas controversos com a aprendizagem de conceitos científicos, o que pode afastar os professores na utilização de tal estratégia de ensino (Silva; Carvalho, 2009).

Em seguida, a discussão foi direcionada para os conceitos científicos que poderiam ser discutidos a partir da proposta. De acordo com Lia, considerando os conteúdos que costumam ser trabalhados com os alunos do Ensino Médio nas aulas de Química, ela não investiria em muitas discussões sobre os conceitos e processos da mineração. Por outro lado, ela conduziria as discussões para o impacto da mineração. Nas palavras dela, a situação de ensino estaria voltada para “uma reflexão a respeito dos impactos sociais, ambientais e econômicos, principalmente”. Salientamos que os

impactos aos quais a professora se referia eram genéricos, isto é, impactos causados pela mineração de forma geral, considerando seu contexto histórico de desenvolvimento, e não necessariamente sobre a tragédia na cidade de Brumadinho. Assim, apesar da docente ter considerado a importância de discutir as consequências que advém de um conhecimento científico, ela o fez em um contexto histórico, apresentando dificuldades em apresentar discussões a partir do contexto sociocientífico atual apresentado no caso.

Logo após, foi questionado se ela conhecia a cidade de Brumadinho, ao que ela respondeu dizendo que transitou brevemente pela cidade após a tragédia e que visitou e morou em cidades próximas, que também são afetadas pelas atividades de mineração. A professora falou sobre os impactos de tal atividade para a comunidade local, como a construção de siderúrgicas, o grande tráfego de caminhões carregados de minérios e a quantidade exacerbada de poeira. Assim, percebemos que Lia vivenciou de forma direta os impactos causados pela mineração, experiências que poderiam ser incrementadas às discussões que a docente tinha apresentado durante nosso encontro, referentes aos aspectos Influência sociopolítica (SC) e Produtividade (EC). Ainda assim, consideramos importante salientar que vivenciar aspectos de NdC não garantirá que professores explorem tais situações ao se discutir NdC, e inclusive, a docente da presente pesquisa não faz menção em acrescentar essas discussões em uma possível aplicação do caso sociocientífico analisado por ela, porém, ressaltamos o potencial de discussão que Lia pode mobilizar em uma discussão real sobre o caso.

Posteriormente, foi solicitado que ela exemplificasse as questões que havia mencionado como potenciais para discutir as áreas AC e SC, e ela respondeu que a pergunta “A empresa responsável pela mineração na região de Brumadinho deve interromper suas atividades ou não?” (Anexo B), possibilitaria um contexto de discussões tanto para aspectos da SC quanto da AC. Sobre a SC, ela relatou que poderiam ser discutidos os aspectos Influência sociopolítica, Incerteza e Aceitabilidade, quanto a AC, nenhum aspecto foi mencionado pela docente.

Sobre o Influência sociopolítica (SC), Lia mencionou que a pergunta da atividade poderia trazer reflexões sobre o impacto positivo da empresa no local, como renda e estabilidade econômica, que refletem no bem-estar social dos moradores da região.

Quanto ao Incerteza (SC), a professora destacou que:

Então assim, se interromper a atividade, o que será daquelas pessoas que estão ali? Então, a gente vai poder ver essa questão. **É uma incerteza, que já é um aspecto da Sociologia** [da Ciência]. E, por que pode vir a ocorrer aquele acidente novamente? Será que nós estaremos seguros até quando? (grifo nosso) [Entrevistada].

Assim, ela disse que este aspecto poderia ser discutido devido as dúvidas e inseguranças que a população local viria a sofrer, como a falta de amparo socioeconômico, caso a empresa viesse a encerrar suas atividades, e receios de novos acidentes, caso a empresa continuasse. Entretanto, consideramos que houve um uso equivocado do aspecto, pois, nas palavras de Santos, Maia e Justi (2020), o Incerteza (SC) “discute como os cientistas, enquanto grupo de profissionais, lidam com as incertezas, mais precisamente como eles tomam consciência, se posicionam e, quando possível ou necessário, tomam decisões frente a elas (p. 599)”. Dessa forma, as discussões sobre este aspecto dizem respeito às relações dos cientistas com a Ciência frente às incertezas, assim pode ser entendido como um aspecto que discute relações internas da Ciência. Por outro lado, as ponderações de Lia se referem às questões externas, aparentando ser questões para além da própria Ciência, ou seja, a Ciência não se mostra mais como objeto da discussão. Isto porque, a docente estava focada no debate das possíveis relações entre a comunidade local e a empresa. Acreditamos que a professora possa ter generalizado as discussões que cabem ao aspecto, incluindo ideias baseadas no senso comum, assim ela assume que diversos tipos de dúvidas possam ser categorizado como o aspecto Incerteza (SC).

À vista disto, temos que a palavra incerteza tem significados diferentes na linguagem comum e no atribuído na literatura da área por Santos, Maia e Justi (2020), e dado as falas da professora, percebemos que ela mesclou ambos.

Em relação ao aspecto Aceitabilidade (SC), que discute os processos que um conhecimento perpassa para ser considerado científico (Santos; Maia; Justi, 2020), a professora apresentou perguntas que poderiam ser levantadas que possibilitariam a discussão deste aspecto:

E aí também a gente vai ter a questão da aceitabilidade, da própria comunidade que está ali. Então assim, será que a empresa vai continuar? Ela terá ali empregados? Terá gente disposta a aceitar correr esse risco? Como que a empresa vai conversar com a sociedade? [Entrevistada].

Entretanto, de forma semelhante as ideias apresentadas para o aspecto Incerteza (SC), as ideias que Lia demonstrou ter sobre o aspecto, não corrobora a definição apresentada pelo MoCEC v.2, pois este é um aspecto que discute as etapas que um conhecimento científico passa para ser aceito pela academia (Santos; Maia; Justi, 2020). Por outro lado, as ideias expostas pela professora se referem à relação de consentimento da população atingida com a empresa responsável pela tragédia, algo que poderia ser discutido pelo aspecto Influência sociopolítica (SC). Acreditamos que isso possa ter ocorrido, porque ela recorreu às ideias referentes ao termo quando usado no cotidiano e não as definições apresentadas no MoCEC v.2, assim como o fez para o aspecto Incerteza (SC).

Diante disso, podemos estabelecer um paralelo com o trabalho de Mortimer e Amaral (1998), que discutiram a apropriação dos estudantes por termos da termoquímica – como calor, energia e temperatura. Os autores apontaram que as ideias de indivíduos em torno desses termos, podem ser uma combinação entre os significados aplicados em contexto cotidiano e científico, sendo que os alunos muitas vezes não têm consciência da diferença entre tais sentidos. De forma análoga, Lia demonstrou atribuir significados da linguagem comum, próximos a sua experiência com o conceito, a um contexto de discussão científica.

Tendo em vista as divergências entre os sentidos atribuídos pela professora e os significados apresentados por Santos, Maia e Justi (2020) no MoCEC v.2, consideramos que os aspectos Incerteza (SC) e Aceitabilidade (SC) não foram manifestados por Lia.

Em seguida a docente continuou a discussão sobre a área AC, mas ela não nomeou os aspectos que poderiam ser discutidos, assim como fez para SC. Em contrapartida, ela demonstrou um conhecimento declarativo sobre a AC, por exemplo ao afirmar que: “o conceito do que seria a Antropologia da Ciência, então, ela fala que é a relação do Homem com o conhecimento científico”. Quando a professora elaborou seu argumento para discutir tal área, ela afirmou que as discussões dessa área estariam relacionadas com “a nova relação da comunidade com a empresa”, o que pode ter indicado ser uma tentativa de remeter a relação da humanidade com a Ciência – pois este é o objeto de estudo da AC. Entretanto, na perspectiva da AC, consideramos ser equivocado equiparar a população que sofreu com o rompimento da barragem com a humanidade em um sentido mais amplo. Considerando a discussão apresentada por Lia, seria mais adequado discutir

as relações da comunidade com a empresa envolvida na tragédia de Brumadinho a partir das áreas SC e EC, visto que são áreas que discutem as relações e os impactos entre a sociedade (neste caso, a comunidade local) – Ciência e empresa (a responsável pelo acidente) – Ciência, respectivamente.

Considerando ainda as discussões apresentadas pela professora, percebemos uma dificuldade em desassociar as áreas AC e SC, o que endossa nossa percepção sobre sua visão das relações entre estas áreas ser a equivalente ao item 1 da Figura 6, pois durante sua explanação sobre as discussões da AC, ela citou em alguns momentos a SC, por exemplo:

[...] a gente vai bater lá na Sociologia [da Ciência] de novo, mas a gente vai pensar nisso dentro da Antropologia [da Ciência] também. Então assim, qual seria a relação? E como que agora a empresa responsável pela tragédia teria que, novamente, acredito eu, que conquistar novamente aquele espaço, aquele povo [Entrevistada].

A docente continuou sua argumentação relatando possíveis medidas de proteção que poderiam ser tomadas para assegurar a população, como uma melhor comunicação com a população local e maior cautela com a quantidade de rejeitos na barragem. E finalizou: “Então assim, eu acredito que a gente poderia tanto trabalhar da relação do Homem a partir dessa experiência, e também do social frente a essa conversa.”.

Desta maneira, Lia sinalizou que poderia se discutir a relação entre o Homem (no sentido de humanidade), com a Ciência. Entretanto, consideramos que a relação atribuída pela professora entre humanidade e Ciência não está de acordo com as definições apresentadas pelo MoCEC v.2 para a AC, pois essas discussões vêm de uma perspectiva cultural. Isto significa que o MoCEC v.2 se refere as influências que a cultura pode sofrer e/ou exercer sobre a produção e utilização de conhecimento científico. Tendo isto em vista, os argumentos da docente convergem para uma perspectiva sobre os impactos sociais, não culturais, logo acreditamos que convém mais com a área SC do que AC.

Em seguida, a docente retomou as discussões sobre a área PC, exemplificando os momentos em que poderiam ser discutidos alguns de seus aspectos. Desta maneira, ela argumentou que a partir da pergunta “Existe(m) ou não culpados?” (Anexo B) poderiam ser discutidos os aspectos Incerteza⁴³, Personalidade – que discute como que

⁴³ Aqui estamos nos referindo ao Incerteza quanto aspecto da área PC, e não da SC, como mencionado anteriormente. Desta maneira, enquanto aspecto da PC, Incerteza discute como um cientista – a pessoa

características pessoais de um cientista se relaciona com seu trabalho (Santos; Maia; Justi, 2020) – e Limitação, ao se refletir sobre as atribuições e atitudes dos trabalhadores frente ao risco iminente de rompimento da barragem. Assim, as dúvidas vivenciadas por um operário e a forma como ele lida com as questões poderiam ser discutidas com os aspectos Incerteza e Personalidade.

Sobre o aspecto Limitação (PC), que discute os percalços e até mesmo impossibilidades que um cientista pode vivenciar durante o processo de produção ou utilização do conhecimento científico (Santos; Maia; Justi, 2020), segundo a professora, ele poderia ser discutido ao considerar a real autoridade do trabalhador na empresa:

[...] muitas vezes, as vezes aquele operador que estava ali vendo aquela barragem e monitorando a barragem, ele tinha uma limitação simplesmente por uma falta de autoridade dele da empresa, pela falta de autoridade lá dentro, de poder virar e falar assim: “Não, a partir de hoje vocês não vão jogar mais dejetos aqui dentro”, talvez ele não tinha essa autoridade de simplesmente impedir que isso acontecesse [Entrevistada].

Considerando isto, a culpa sobre um operador da barragem poderia ser objeto de discussão, e a professora ainda salientou que a tomada de decisões na empresa passou por fatores políticos, sociais e econômicos, que vão além da deliberação de um funcionário, ou de um grupo deles.

Lia ainda estabeleceu um paralelo com o caso da tragédia nuclear de Chernobyl, trazendo referências ao julgamento de trabalhadores que operavam na usina, e que ambos os casos levantavam questões como “Quais regras eles estavam obedecendo? O que estava influenciando isso?”. Além disto, a professora destacou que a discussão sobre aspectos da PC abriria margem para refletirmos sobre nossas próprias convicções, isto é, como os pontos de vistas individuais de cada estudante interferem na construção de suas opiniões sobre esses casos.

Nesta reunião, foi solicitado à docente que refletisse sobre como conduzir as discussões de NdC por ela identificadas. Sobre isto, novamente, ela enfatizou que focaria em uma abordagem histórica, que poderia ser concretizada a partir uma “espécie de palestra [...] o mais interativo possível”. Segundo Lia, isto proporcionaria situações para que os estudantes apresentassem suas ideias sobre a história da mineração, ao mesmo

cientista, e não a comunidade científica – se porta frente os momentos de dúvidas (Santos; Maia; Justi, 2020)

tempo que ela pudesse ter acesso aos conhecimentos prévios deles sobre o tema. A partir dos pontos levantados pelos estudantes, a professora aprofundaria essas discussões em rodas de conversas e discussões divididas em grupos menores de alunos.

Uma outra estratégia apresentada pela docente, baseada em uma situação real vivenciada por ela, seria conduzir essas discussões em uma feira de Ciências. Lia relatou que naquele momento estava construindo uma oficina sobre a evolução do automóvel e, para organizar os alunos, ela os dividiu em grupos menores, em que cada grupo apresentou uma faixa temporal sobre o tema. Neste sentido, essa estratégia também poderia ser utilizada para a discussão sobre mineração. Além da exposição oral sobre o tema, os estudantes poderiam apresentar maquetes e cartazes, o que poderia contribuir para o engajamento deles. Nesta parte da conversa, foi perceptível que a professora não mencionou o caso de Brumadinho, focando apenas na perspectiva histórica da mineração, ou seja, a docente valorizou a abordagem histórica, em detrimento de uma possível abordagem sociocientífica a ser realizada com o caso apresentado a ela.

Reiteramos que Lia novamente faz referência ao uso de linhas do tempo para se abordar discussões da História da Ciência, o que, defendemos que pode ser problemático, e por isso que, quando usado, deve ser feito com ressalvas.

Reafirmamos que para promover uma visão ampla *sobre* Ciências, é importante que os professores promovam o uso de diversas abordagens de ensino, que se complementam, oferecendo variados contextos pelos quais se pode estudar a Ciência. Entre essas abordagens temos os casos históricos e os sociocientíficos (Allchin; Andersen; Nielsen, 2014). Observamos que Lia focou na abordagem histórica, que tem suas limitações para a promoção de uma visão ampla de NdC, como a dificuldade em discutir questões econômicas que tangem a Ciência, que podem ser mais evidentes – ou pelo menos, apresentarem mais nuances – em casos sociocientíficos da atualidade (Erduran; Mugaloglu, 2013; Lima; Ibraim; Santos, 2023; Zeidler; Sadler; Simmons; Howes, 2005), ou mesmo a dificuldade de discutir as práticas experimentais da Ciência, o que seria mais notório a partir de atividades investigativas (Allchin; Andersen, Nielsen, 2014).

Dando continuidade, Lia foi questionada sobre as possíveis contribuições do MoCEC v.2 para visualização do potencial de discussões da atividade. A professora respondeu que o MoCEC ajudou a nomear situações, o que ela não conseguiria sem o

modelo, segundo ela: “o MoCEC me ajuda nisso, a dimensionar, a detalhar, a definir, a concretizar as ideias através dessas definições, tanto de aspectos quanto de área.”.

Sobre a opção por utilizar uma abordagem histórica para discutir a situação proposta, a docente afirmou que tem muitos conhecimentos sobre História da Ciência – fazendo alusão a sua formação acadêmica –, e que consegue estabelecer relações entre discussões de outras áreas do MoCEC a partir do contexto histórico. E, finalizou essa parte afirmando: “ele [o MoCEC v.2] alicerça a atividade, as discussões, e até mesmo as ferramentas metodológicas que eu proponho utilizar para desenvolver essa construção com o estudante.”.

Em seguida, foi discutido sobre a viabilidade de realizar essa proposta em sala de aula. A professora respondeu que é possível se iniciar a discussão sobre mineração a partir de exemplos em alguns conteúdos da Química, como tabela periódica, exemplificando como e onde alguns minérios podem ser extraídos da natureza, e cálculo estequiométrico, discutindo quantitativamente processos e reações químicas presentes na mineração.

Deste modo, Lia reconheceu o potencial e a viabilidade da situação de ensino para ser aplicada em consonância com os conteúdos químicos sugeridos ao EM. Apesar disso, ao perguntar se ela aplicaria o caso em suas aulas, ela respondeu negativamente, justificando que não gostava de trabalhar com questões sociocientíficas e/ou com temáticas relacionadas a Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS). Lia ainda complementou:

Eu prefiro desenvolver e falar da temática dentro do conteúdo, dentro do desenvolvimento do conceito em si, eu não pararia, tipo, a matéria para falar especificamente disso, a não ser que seja realmente o momento de se discutir, como em uma feira de Ciências [Entrevistada].

Considerando os debates sobre os conhecimentos profissionais docentes, temos as ideias apresentadas por Gess-Newsome (2015) sobre os amplificadores e filtros relativos ao professor. Em linhas gerais, a autora argumentou que alguns fatores, como convicções pessoais e conhecimentos prévios do professor, podem intensificar ou mesmo inibir a escolha por abordar/utilizar certas discussões em sala de aula. Neste sentido, as preferências e os conhecimentos de Lia, sobre História da Ciência, podem ter fortalecido sua opção pela escolha de apresentar uma abordagem histórica para se discutir NdC, representando um amplificador de suas ações docentes relativas a NdC. Por outro lado, o

fato dela não se afeiçoar às discussões CTS, pode ter impedido a professora de trabalhar o caso sociocientífico, funcionando assim como um filtro.

Além disso, como apontado por Silva e Carvalho (2009), uma das dificuldades em trabalhar questões que envolvem dimensões socioambientais no EB é relacioná-las aos conceitos científicos discutidos em sala, e que muitos se sentem desconfortáveis em debates temas controversos, apesar de reconhecerem a importância de discussões nesse sentido.

Por outro lado, a professora relatou a possibilidade de iniciar o assunto sobre mineração, a partir da tabela periódica, e, a depender do engajamento da turma, ela poderia desenvolver mais as discussões, em rodas de conversa, júri simulado etc. Entretanto, ela reconheceu a dificuldade de aplicar algo assim atualmente em suas aulas, visto que sua carga horária semanal tinha sido diminuída, devido a implementação da Lei 13.415/17 (Brasil, 2017), conhecida também como Novo Ensino Médio.

Como estratégia para discutir questões sociais e ambientais e assuntos da História da Ciência em suas aulas atualmente, a docente disse que recorre a resolução de perguntas contextualizadas sobre os conteúdos estudados em sala, ela exemplificou destacando que: “[...] em um exercício eu posso citar o nome de Le Chatelier, talvez contar um pouco sobre a história dele naquele exercício, e fazer uma pergunta de deslocamento de equilíbrio”.

Ao final deste encontro, a professora concluiu, considerando o contexto real de suas aulas, que: “usar aquelas questões [Anexo B] e fazer essa fomentação gigantesca em torno da tragédia de Brumadinho, só se for realmente um espaço destinado a isso, com aquele objetivo de desenvolver um projeto específico”.

Importante salientarmos que Santos (2023) desenvolveu esse caso sociocientífico em uma turma de um curso de Química Licenciatura, e ao investigar quais aspectos de NdC eram manifestados por um professor em formação, a autora identificou sete⁴⁴ aspectos, dentre os presentes no MoCEC v.2, de todas as suas áreas, com exceção da HC, além de sete aspectos da área CC, presentes no MoCEC v.3. Na presente pesquisa,

⁴⁴ Os aspectos manifestados pelo sujeito de pesquisa em Santos (2023) foram: Ética (FC), Influência motivacional (PC), Influência cultural (AC), Influência sociopolítica (SC), Aplicabilidade (EC), Fonte de financiamento (EC), Investimento econômico (EC), Objetivos de especialistas (CC), Objetivos de não especialistas (CC), Papéis de especialistas (CC) e Papéis de não especialistas (CC), Modos de comunicação de não especialistas (CC), Tipos de fontes de especialistas (CC) e Tipos de fontes de não especialistas (CC).

Lia manifestou oito aspectos, de todas as áreas – incluindo a CC –, com exceção da FC e AC. Desta maneira, os dados apresentados por Santos (2023) e pelo presente trabalho são relativamente divergentes, quanto aos aspectos de NdC que podem emergir do caso sociocientífico. Consideramos que, apesar de ambos os trabalhos abordarem o mesmo caso, os contextos das pesquisas são bastante diferentes. Isto porque, nesta pesquisa, discutimos os aspectos de NdC reconhecidos por uma professora e como ela promoveria discussões de NdC a partir deste caso. Por outro lado, Santos (2023) aplicou o caso, promovendo discussões sociocientíficas e analisou os aspectos mencionados nas discussões. Sendo assim, a diferença de resultados pode estar associada às preferências da professora, a qual focou uma abordagem histórica sobre a temática mineração em detrimento da abordagem sociocientífica inerente ao caso.

Análise da proposta de ensino

Visando discutir nossa segunda QP, Lia foi convidada a apresentar uma proposta de ensino, com foco em NdC, produzida por ela e tendo o MoCEC v.2 como base. Desta maneira, compartilhamos um documento *online*, e a partir dele acompanhamos o desenvolvimento da proposta e pudemos direcionar pontos para a discussão na reunião seguinte. Em anexo se encontram duas versões da proposta de ensino confeccionadas pela professora, a versão inicial (Anexo C), apresentada antes deste encontro e discutida nesta reunião, e a versão final, apresentada na última reunião (Anexo D). Basicamente, a diferença entre as versões consiste na ausência de aspectos de NdC na versão intermediária, enquanto na versão final, as discussões sobre os aspectos foram desenvolvidas.

Especificamente, a docente optou por apresentar um planejamento de ensino baseado em discussões sobre situações históricas relacionadas a proposição dos modelos atômicos, sendo os temas intitulados: i) Os primórdios da Química; ii) Grécia antiga; iii) Idade Média; iii) Antonie Lavoisier; iv) Dalton; v) Thomson; vi) Radioatividade; vii) Rutherford; e viii) Bohr. Lia afirmou que conduziria suas aulas de forma expositiva dialogada, e que discutiria os tópicos apresentados por uma estimativa de cinco aulas seguidas. Entretanto, ela não delimitou o que discutiria em cada uma das aulas, afirmando que o avanço das discussões ficaria a cargo do desenvolvimento da turma para com o tema. A docente justificou sua escolha de proposta de ensino devido a preferências pessoais, pois ela gosta de trabalhar com História da Química, e porque as discussões

apresentadas por ela terem sido um tema recorrente em suas aulas em diversos momentos de sua carreira profissional. Além disso, Lia afirmou considerar importante contextualizar o desenvolvimento dos conceitos químicos.

No Quadro 7 apresentamos os 17 aspectos de NdC manifestados por Lia em sua proposta didática, e que foram discutidos logo a seguir.

Quadro 7: Aspectos de Natureza da Ciência manifestados na discussão da proposta de ensino feita pela professora.

Área	Aspecto de Natureza da Ciência
FC	Epistemologia e Ética
PC	Criatividade, Incerteza, Inteligência, Limitação, Personalidade, Representação e Subjetividade
SC	Aceitabilidade, Credibilidade, Falibilidade, Influência Sociopolítica e Interações entre cientistas
HC	Influência histórica, Progressividade e Provisoriedade

Fonte: Autor.

Um ponto que nos chamou atenção no documento redigido pela professora, foi a escolha do tempo verbal, apresentado no presente. Ao questionar sobre esta escolha, ela respondeu que escreveu de forma inconsciente, mas que isto poderia ter acontecido, porque a proposta refletia momentos que ocorriam em suas salas de aula, precisamente no 1º ano do Ensino Médio, no momento da presente pesquisa.

Em sua argumentação sobre a proposta de ensino, a professora defendeu que uma educação em que não é discutido os contextos que permeiam a proposição dos conhecimentos, pode dar a ideia de que a Ciência não se relaciona com seu contexto histórico, como se as ideias falassem por si, e não que elas foram propostas por pessoas que estão inseridas em um contexto sócio-histórico. Desta maneira, identificamos o aspecto Influência histórica (HC), pois ela discutiu os impactos no ensino de Química ao se negligenciar as discussões sobre as relações das proposições dos conhecimentos da Química com os seus contextos históricos.

Nesse sentido, segundo Lia, o ensino conduzido de tal maneira poderia favorecer “uma visão muito conteudista, tecnicista das fórmulas, das interpretações, dos cálculos”, o que pode impactar na forma como os próprios alunos se relacionam com a disciplina Química na escola, pois, nas palavras dela: “fica um pouco difícil de aproximar a Ciência

do estudante se o professor não estiver acostumado com uma contextualização, de tornar aquilo palpável.”. Nesta fala, ao ter justificado sua opção por trabalhar com a História da Ciência, foi possível identificar outros aspectos de NdC, sendo eles:

- i) Inteligência (PC) – que discute os atributos intelectuais de cientistas (Santos; Maia; Justi, 2020), pois a história que integra os conhecimentos sobre a proposição dos modelos atômicos possibilitaria apresentar aos estudantes, que os cientistas envolvidos na construção de conhecimentos são pessoas comuns, ou seja, em sua maioria não são gênios, e isto pode aproximar os alunos da Ciência, uma vez que eles podem se identificar com os cientistas. Lia ainda complementou esta ideia, afirmando que a partir das discussões dos trabalhos dos cientistas envolvidos nas proposições dos modelos atômicos: “[...] dá para aproximar [o estudante da Ciência], mostrar que foi uma ciência pensada construída por homens comuns.”; e,
- ii) Aceitabilidade (SC) – porque ao se discutir o desenvolvimento dos modelos atômicos a partir de seus contextos históricos, seria possível evidenciar características dos processos pelos quais os conhecimentos percorrem na Ciência, assim como as implicações das exigências da comunidade científica nos trabalhos dos cientistas, neste sentido Lia acrescentou:

[a proposição dos modelos] foi um processo, um processo lento que demandou muito tempo, que não foi uma coisa desorganizada, que você tinha uma questão assim que foi assim um pensamento construído com uma certa credibilidade, porque já se tinha uma comunidade científica aonde as coisas eram ou não aceitas, isso refletia no trabalho de outros cientistas e se desenvolviam ali em várias outras temáticas [Entrevistada].

Em seguida, foi destacado pelo entrevistador o fato de a professora não ter apresentado nenhum aspecto de NdC da área AC em toda sua proposta. Diante disso, ela respondeu que isto é devido aos seus conhecimentos limitados, entretanto Lia reconheceu que essa limitação está relacionada a conhecimentos sociais da época, não aos antropológicos:

Eu não tenho conhecimento em si do **aspecto social da época** [...] Porque a Antropologia ela vai ser **a relação do desenvolvimento do conhecimento científico com a sociedade**, então ali ela vai estar mostrando **como que a sociedade aceita, como que ela interage com**

essa construção, e como eu não falo muito desse aspecto e do cenário social em si em grande parte da discussão, então eu não falo muito da Antropologia” (grifo nosso) [Entrevistada].

A partir da fala da docente, reiteramos a dificuldade dela em diferenciar as áreas AC e SC, o que pode representar limitações que outros professores podem enfrentar ao usar o modelo. Além disso, foi ressaltado pelo entrevistador que a discussão que ela estava apresentando no excerto logo acima aparentava estar mais em consonância com a área SC, especificamente com o aspecto Influência sociopolítica, pois ela tinha ressaltado as relações da sociedade com a Ciência. Diante da fala do entrevistador, Lia respondeu apenas que: “sim, também”. Desta maneira, ao ter sugerido para a professora que ela estava misturando as discussões de áreas distintas do MoCEC v.2, ela apresentou indícios que estas áreas estavam sobrepostas em seu entendimento, o que se assemelha a interpretação 1 da Figura 6, e respalda nossa interpretação.

Seguindo nessa discussão, a docente ainda afirmou que a AC é uma área difícil de ser trabalhada e discutida pois, segundo ela: “É uma área que tem poucos aspectos reconhecidos.”. Desta maneira, a professora nos leva a refletir que uma pequena quantidade de aspectos da AC, traz limitações sobre uma compreensão clara da área. De fato, a AC é a área com menos aspectos elencados no MoCEC v.2, são apenas dois, enquanto áreas como a PC tem treze, EC oito e SC seis. Acreditamos que os aspectos de NdC podem exercer a função de exemplos de como as áreas apresentadas no MoCEC v.2 podem ser discutidas em sala de aula, desta maneira, por ter tão poucos aspectos, um professor da Educação Básica pode ter a impressão de que a AC teria menos possibilidades de discussões em suas aulas frente às demais, o que parece ser a concepção de Lia.

Visando fomentar as reflexões de Lia sobre os aspectos contemplados no MoCEC v.2, foi ressaltado que a proposta apresentada inicialmente (Anexo C) estava focada apenas nas áreas do MoCEC v.2 e não em seus aspectos. Desta maneira, a partir das áreas que estavam indicadas no documento, a docente foi questionada sobre quais aspectos poderiam ser trabalhados em sua proposta.

A discussão sobre os aspectos foi iniciada a partir do tópico intitulado “Os primórdios da Química”. Neste tema, segundo a professora, a área mais latente seria HC, a partir de Provisoriedade, aspecto que evidencia as etapas pelas quais o conhecimento científico percorre no decorrer do tempo, que por muitas vezes é longo (Santos; Maia;

Justi, 2020). Segundo Lia, é possível trabalhar este aspecto ao considerar o espaço de tempo entre o início da humanidade e o auge da filosofia grega, ao se imaginar a forma como os seres humanos lidaram com a natureza neste período, pois isto evidenciaria as mudanças que ocorreram a partir de um conhecimento, por exemplo, por meio do domínio do fogo, que com decorrer de sua utilização gerou avanços para humanidade.

Além disso, a professora relatou que o aspecto Incerteza (SC) poderia ser considerado ao se exemplificar o possível contexto do contato inicial do homem com o fogo, pois, nesse período, a humanidade poderia ter enfrentado incertezas quanto ao manuseio e repercussões quanto ao uso do fogo. Em seu planejamento (Anexo D), foi considerado tal aspecto: “pois reflete incertezas que a humanidade passou nesse período de tempo histórico, por exemplo, a questão do manuseio do fogo pelo o homem pré-histórico, que pode ter tido dúvidas quanto ao seu uso”. Ao que tudo indica, mais uma vez, Lia recorreu a definição coloquial de incerteza em detrimento do significado explicitado no MoCEC v.2, que está voltado para as situações de incertezas que os cientistas vivenciam durante a produção e uso de conhecimento científico. E devido a esta divergência, novamente, decidimos não considerar que o aspecto Incerteza (SC) foi manifestado nesta situação.

Ainda sobre os aspectos Provisoriade (HC) e Incerteza (SC), a professora relatou que desenvolveria essas discussões à medida que os alunos demonstrassem interesse em saber sobre o assunto. Nesse sentido, Lia ponderou sobre possíveis questões que indicariam a curiosidade dos alunos, por exemplo: “como é que o fogo surgiu para esse homem?” e “como é que ele viu que ele podia dominar esse fogo?”. Segundo a docente, a partir dessas dúvidas, ela poderia levar os estudantes a “pensarem a Ciência como constructo, de pensar a ciência como o conhecer o conhecimento, não só aprender, mas conhecer, saber sobre aquele conhecimento.”. Assim, Lia propôs discutir uma relação entre a Ciência e o conhecimento dos homens pré-históricos, que ambos são construções, que foram se desenvolvendo no decorrer do tempo, e ela ainda enfatizou a importância de conhecer o contexto de criação desses conhecimentos.

A docente ainda complementou que a forma como ela discutiria os aspectos e as áreas apresentadas no MoCEC v.2 seria: “Não necessariamente definindo [os aspectos de NdC e as áreas], [...] não falando diretamente de tal aspecto ou de tal área, mas de uma forma assim subentendida”. Assim, Lia visou discutir NdC debatendo as ideias em torno dos aspectos, e não a partir de uma explicitação das definições. Esta atitude frente ao uso

do MoCEC v.2 por professores é recomendada por Santos, Maia e Justi (2020), que apresentam:

[...] o professor não deve apresentar os nomes, os significados e as respectivas áreas dos aspectos de NdC aos estudantes, e sim as ideias relacionadas aos mesmos (e relações entre as mesmas), caso elas não sejam apresentadas pelos próprios estudantes (p. 605).

Considerando o contexto não científico, em que a professora estava propondo as discussões de aspectos de NdC, foi questionado se era possível considerarmos que naquele cenário havia tais aspectos, mesmo que tal contexto não se referisse diretamente a Ciência. Lia argumentou que a identificação de um aspecto de NdC parte do observador e não dos sujeitos que experienciavam a situação observada, nas palavras dela:

O aspecto de Natureza da Ciência ele é reconhecido pelo observador, então assim nós somos observadores que temos o conhecimento científico. Então ali essa classificação, esse reconhecimento, essa categorização ela parte da gente. Então, quem vivenciou a cena que nós estamos observando nem subjetivamente ele imaginava em Ciência, mas essa categorização ela é de quem observa. Então eu acredito que em qualquer cena, em qualquer momento ligado ao conhecimento científico, ao cenário científico nós podemos olhar com essa visão de observador e reconhecer esses aspectos e essas áreas [Entrevistada].

A fala de Lia revelou um ponto de reflexão importante, para os pesquisadores e professores que utilizam o MoCEC v.2. Que seria, a consideração de situações que não são científicas como contextos possíveis para discussão de aspectos de NdC, o que é algo que precisa de cautela, uma vez que se estaria buscando por características da Ciência em um ambiente não científico.

Salientamos que buscar por aspectos de NdC em contextos não científicos é algo relatado na literatura, em trabalhos que identificam e discutem aspectos de NdC em situações que envolvem o período da alquimia, ou conhecimentos de determinados povos (Lima, 2020; Lima; Ibraim; Santos, 2021; Santos, 2023). Estes trabalhos apresentam esses contextos históricos a partir de paralelos com situações similares que ocorrem na Ciência atual, e foi a partir destas comparações que os aspectos de NdC foram identificados.

Os critérios apresentados por Lia nos parecem muito flexíveis, o que poderia dificultar a investigação por parte de um pesquisador, ainda mais considerando dados oriundos de situações reais de ensino. Nessas situações, é comum ocorrer discussões corriqueiras, que não estejam relacionadas diretamente com a Ciência, e considerando o

argumento de Lia, haveria a possibilidade de serem analisados à luz do MoCEC v.2, isto poderia gerar dados inflados e questionáveis, pois se estaria atribuindo aspectos de NdC em situações que não têm relação com a Ciência.

Este debate ainda pode nos revelar divergências entre pesquisadores que utilizam do MoCEC v.2, considerando que Lia é uma pesquisadora que utilizou a ferramenta, pois reflete critérios pouco discutidos para análise de dados. Desta maneira, é importante que, a comunidade acadêmica que tem utilizado da ferramenta, busque unificar seus critérios de análise, e, uma vez que haja consenso entre os pesquisadores, isso pode refletir no melhor uso por parte dos professores futuramente.

No caso de um professor, seja Lia, ou outros professores, esse critério pode levá-los a crer, equivocadamente, que estaria se discutindo aspectos de NdC. No caso de Lia, como discutido anteriormente, ela assumiu que estaria abordando o aspecto Incerteza (SC) ao argumentar sobre as relações entre a comunidade atingida e a empresa responsável, justificando o uso do aspecto ao considerar as dúvidas que a população poderia vir a ter com a empresa após a tragédia, ou mesmo ao assumir as incertezas que os homens pré-históricos tiveram com o domínio do fogo. Como dito, ela estava atribuindo um aspecto de NdC a uma situação em que o papel da Ciência não estava claro, e a definição do MoCEC v.2 para Incerteza (SC) não converge com a fala da professora. Nesta situação, Lia estaria discutindo sobre incertezas, mas não Incerteza enquanto aspecto de NdC.

Sobre o tema “Grécia antiga”, Lia expressou que seria possível discutir a maior parte dos aspectos da PC, mas nomeou apenas os aspectos Subjetividade, que discute como as formas de pensar de uma cientista estão associadas às suas concepções prévias (Santos; Maia; Justi, 2020) e Criatividade, que discute a capacidade do cientista de conceber algo inédito (Santos; Maia; Justi, 2020). A professora justificou que Subjetividade poderia ser discutido considerando como que os conhecimentos prévios que eles tinham na época impactaram na proposição de novos conhecimentos e quanto ao Criatividade poderia se enfatizar as singularidades dos pensadores da época, e em como que isso impactava nas suas proposições. Na proposta da professora, está explicitado que:

Criatividade e Subjetividade [poderiam ser discutidos] dados as características individuais dos indivíduos que ali participavam da produção de conhecimento, como suas invenções, e como os

conhecimentos que eles tinham na época contribuíam para o avanço de suas pesquisas (Anexo D) [Entrevistada].

Na fala da docente e em seu planejamento, também identificamos o aspecto Personalidade (PC), pois este poderia ser discutido devido ao fato dela ter enfatizado a importância das características individuais na proposição de conhecimentos por pensadores da época, apesar deste aspecto não ter sido nomeado por Lia neste momento, consideramos que ele ficou explicitado em sua fala.

Além dos aspectos da PC, a professora propôs discutir Epistemologia (FC), aspecto que apresenta ponderações sobre a Ciência em sua totalidade, englobando reflexões sobre seus caminhos metodológicos, critérios, objetivos, princípios morais e sua própria natureza (Santos; Maia; Justi, 2020). Segundo Lia, tal aspecto poderia ser evidente ao se discutir os primeiros passos do pensamento científico, pois a filosofia Grega foi o berço da Ciência ocidental, assim como a possibilidade de refletir sobre o papel das hipóteses e teorias para explicação dos fenômenos naturais.

Avançando para as discussões sobre o tema “Idade Média”, a professora propôs trabalhar com as áreas PC, FC, SC, HC e EC. Iniciando sua explanação pela PC, Lia defendeu que se poderia discutir: i) Criatividade, ao se evidenciar a criatividade dos alquimistas da época; ii) Incerteza; e iii) Limitação, ao se refletir sobre as dificuldades enfrentadas pelos alquimistas devido à falta de equipamentos, assim como as condições precárias dos ambientes de trabalho; iv) Inteligência, destacando que os alquimistas precisaram agir com perspicácia e engenhosidade; v) Representação, aspecto que discute as capacidades e formas de um cientista expressar suas ideias (Santos; Maia; Justi, 2020), ao salientar os relatos originais, a linguagem própria e simbolismos desses pensadores; e vi) Personalidade, pois as características pessoais de cada indivíduo deste contexto influenciaram sua forma de expressar seus resultados, o que também, como pontuou Lia, se relaciona com o aspecto Representação.

Quanto os aspectos da área SC, a professora nomeou três aspectos que poderiam ser trabalhados nesta seção, sendo eles: Influência sociopolítica, Credibilidade e Aceitabilidade. Sobre Influência sociopolítica, Lia exemplificou que a sociedade religiosa da época, que muitas vezes ditava que tipos de ideias deveriam ser aceitas, interferia na produção de conhecimento da época. No que se refere ao Credibilidade e Aceitabilidade, a docente justificou que ambos podem também ser discutidos no contexto de perseguição

religiosa, uma vez que: “a credibilidade e a aceitabilidade que era mínima na época que eles viveram.”, se referindo a falta de *status* e aceitação das ideias desses pensadores pela sociedade da época.

Neste ponto, é válido retomar a ponderação sobre Aceitabilidade (SC), feito no momento 1, em que discutimos que este é um aspecto que traz reflexões sobre as etapas que o conhecimento passa para ser aceito como científico (Santos; Maia; Justi, 2020). Sendo assim, o aspecto não discute a aceitabilidade da Ciência frente à sociedade, desta maneira, Lia estava empregando o aspecto de forma divergente da apresentada no MoCEC v.2. Outro fator que ficou evidente nesta fala, é que Lia demonstrou estabelecer uma relação direta entre o nome do aspecto e seu significado na linguagem cotidiana. E devido a esta divergência, optamos por não considerar que o aspecto foi manifestado.

Quanto ao Credibilidade (SC), aspecto que discute a importância que os cientistas, as instituições, e/ou a própria Ciência têm diante da comunidade científica e/ou da sociedade (Santos; Maia; Justi, 2020), a atribuição que Lia deu ao aspecto é coerente com a ideia exposta por Santos, Maia e Justi (2020), visto que a professora discute as dificuldades de aceitação de ideias científicas na época, devido à falta de *status* da Ciência na época. Assim, consideramos que o aspecto foi manifestado pela professora.

A professora seguiu argumentando que os aspectos Influência histórica e Provisoriedade, ambos da HC, estariam presentes em sua proposta, também ao se discutir a questão da influência religiosa no desenvolvimento do pensamento da época. Especificamente, o Influência histórica seria considerado pelos mesmos fatores apresentados ao Influência sociopolítica (SC) mas, nesta ocasião, Lia estava considerando que essa perseguição religiosa, além de ser um fator que impactou na produção de conhecimento da época, era algo característico daquele período histórico. Desta maneira, isto refletiu na capacidade da docente em olhar para um contexto de discussão de NdC e perceber diferentes aspectos, de diferentes áreas do MoCEC v.2. Salientamos ainda, que a relação próxima dos aspectos Influência histórica e Influência sociopolítica foi discutido por Lima (2020), ao constatar que esses aspectos tendem a aparecer sobrepostos em casos históricos.

Importante ressaltar que, no início deste momento da pesquisa (Momento 2), Lia afirmou que não debateu aspectos da AC por ter dificuldade em apresentar discussões

sociais que perpassam o tema de sua proposta de aula. Por outro lado, a professora reconheceu e discutiu, em momentos como o supracitado, assuntos sociais que perpassam o tema por ela escolhido. Isto indica que as dificuldades da professora devem estar mais relacionadas para com a área da AC, e não tanto devido à complexidade das questões sociais envolvidas.

Quanto ao Provisoriedade (HC), a docente defendeu que o aspecto poderia ser apresentado ao se refletir sobre as tentativas da Igreja da época em suprimir certos conhecimentos, o que reflete no abandono de ideias, mesmo que isto seja por ações impositivas das instituições religiosas.

Neste sentido, a professora ainda prosseguiu seu raciocínio, ao considerar a Igreja como uma instituição com finalidades econômicas, assim, aspectos da EC poderiam ser discutidos, como Viabilidade e Publicidade.

Porque aí a gente via por exemplo a Viabilidade e a Publicidade, as coisas precisavam ser respondidas, elas não poderiam vir à público, porque isso, infelizmente traziam consequências muito graves, então talvez a gente vê aí essa questão da economia e de fato sim, pois, por que a igreja tinha tanto poder sobre o que se poderia pensar ou não? Porque a igreja era economicamente mais forte. Fatores ligados à economia influenciavam diretamente nessa liderança, então a gente pode achar aí alguns aspectos.

Pela fala de Lia, percebemos que ela atribui Publicidade (EC), ao fato de muitos conhecimentos na época não poderem ser divulgados, devido a uma possível retaliação. Assim, tal aspecto é atribuído em um sentido de falta de divulgação e disseminação de ideias, devido ao poder da instituição religiosa. Segundo a definição de Santos, Maia e Justi (2020), Publicidade (EC) está relacionado ao interesse das instituições envolvidas na produção de Ciência em divulgar seus trabalhos, tendo em vista finalidades comerciais. Desta maneira, a relação estabelecida – que seria: Instituição financeira/captação de recursos – pelas propositoras do MoCEC v.2 não foi observado na fala de Lia, que estava discutindo a falta de divulgação de trabalhos.

Algo semelhante ocorre com Viabilidade (EC), pois este foi expresso por Lia no sentido de não ser viável tornar público as ideias de certos pensadores em determinada época. Enquanto Santos, Maia e Justi (2020) atribuem outro sentido ao aspecto, voltado para uma vertente econômica, isto é, se referem a Viabilidade (EC) como aspecto que discute os possíveis processos de avaliações financeiras usadas para direcionar

investimentos em trabalhos acadêmicos, no sentido de priorizar certas pesquisas – ou seja, as mais viáveis – em detrimento de outras. Assim, destacamos a falta de convergência entre as definições do MoCEC v.2 e os sentidos atribuídos a esses aspectos pela professora. Ainda assim, consideramos que as discussões apresentadas por Lia, se aproximaram dos aspectos Influência sociopolítica (SC) e Influência histórica (HC), pois ela estava discutindo os impactos do cenário social da época na produção de conhecimento. Desta maneira, apesar de Lia ter assumido estar discutindo os aspectos Publicidade (EC) e Viabilidade (EC), não consideramos que estes foram expressos, mas sim o Influência sociopolítica (SC) e Influência histórica (HC).

Avançando para o tópico sobre Antoine Lavoisier, a docente nomeou os seguintes aspectos de NdC: Credibilidade (SC), Influência sociopolítica (SC), Interações entre cientistas (SC) e Influência histórica (HC). Sobre os aspectos da SC, Lia argumentou que o Influência sociopolítica se faz presente de diversas maneiras, visto que, poderia se discutir os impactos da posição de prestígio de Lavoisier na França, o que inclui a comunidade acadêmica. Além disso, naquele período, se vivenciava um cenário de guerras, que levou o governo francês a investir em pesquisas com a pólvora, e muitas dessas pesquisas foram guiadas por Lavoisier, ou seja, o cenário sociopolítico influenciou as demandas de pesquisas e, conforme as pesquisas iam avançando, Lavoisier ia ganhando cada vez mais prestígio social e acadêmico.

Considerando ainda a posição de destaque de Lavoisier, Lia apontou o aspecto Credibilidade (SC), visto que este aspecto discute o *status* que cientistas e a própria Ciência podem ter frente a sociedade e a comunidade acadêmica. Como colocado pela docente em seu planejamento, Credibilidade (SC) poderia ser discutido: “devido ao prestígio que Lavoisier tinha na época, tanto no meio científico quanto social e, posteriormente, a falta do prestígio social, que culminou na sua morte (Anexo D)”.

Sobre o aspecto Interações entre cientistas (SC), segundo Lia, este estaria mais latente ao se evidenciar as relações de parcerias entre Lavoisier e sua esposa Marie-Anne, que colaborava diretamente nos trabalhos. A professora enfatizou e enalteceu os dotes científicos de Marie-Anne, como o fato dela ser poliglota e ilustradora. Estes fatores demonstraram a forma como a cientista contribuiu para a Ciência, e refletem características intelectuais dela, elementos que poderiam ser usados para discutir o aspecto Inteligência (PC).

Em relação ao Influência histórica (HC), a docente enfatizou que a questão da pólvora propiciava discussões sobre este aspecto, uma vez que, a França estava em um período de guerra, e os impactos deste momento histórico repercutiam na produção de conhecimentos. Além disso, contemporâneo ao Lavoisier, ocorria o movimento renascentista, período em que as ideias científicas estavam sendo melhor acolhidas pela sociedade, o que evidencia também a influência do cenário histórico na produção de conhecimento.

A professora afirmou ainda que seria possível discutir EC, pois Lavoisier era alguém com uma boa vida financeira, e isso o permitiu fazer Ciência. Entretanto, Lia não mencionou nenhum aspecto da área. Considerando a definição da EC e os seus aspectos constituintes, não consideramos que a situação financeira de um cientista possa ser discutida a partir desta área, pois a EC debate sobre a mercantilização e comercialização da Ciência, envolvendo assim o impacto de instituições financeiras (Santos; Maia; Justi, 2020). A situação apresentada por Lia retrata algo muito singular de um cientista e não do interesse econômico de instituições. Por outro lado, a partir da discussão apresentada pela professora, poderia ser trabalhado o aspecto de Influência motivacional (PC) – que discute os impactos das motivações, sejam internas ou externas, de um cientista nas etapas de criação e aplicação do conhecimento científico (Santos; Maia; Justi, 2020) –, uma vez que a boa situação financeira de Lavoisier, promoveu um cenário favorável para ele se dedicar a Ciência. Desta maneira, consideramos que Lia manifestou o aspecto Influência motivacional, apesar de fazer referência a área de EC.

Na sequência, a docente apresentou as discussões conjuntas para os temas Dalton, Thomson, Radioatividade, Rutherford e Bohr. Quanto aos aspectos de NdC, Lia declarou que aspectos da PC poderiam ser discutidos de forma geral, uma vez que se estaria debatendo as singularidades de cientistas e a forma como conduziam seus trabalhos. Por outro lado, na área da FC se poderia discutir Ética e da SC Aceitabilidade, Falibilidade e Credibilidade. Ressaltamos que nesta parte da proposta didática de Lia, ela foi mais sucinta, nas discussões que compõem sua proposta didática (Anexo D), pois em alguns momentos ela citou de forma geral as áreas e os aspectos que poderiam ser discutidos a partir de todos os temas supracitados.

Sobre a área da FC, a professora disse que todos os aspectos da FC poderiam ser trabalhados, porém, ela só discutiu o aspecto Ética, por este ser mais evidente. Os motivos

se dariam por duas circunstâncias. Na situação de proposição do trabalho de Rutherford sobre a estrutura do átomo, ele não o publicou de imediato para não contrapor os trabalhos de seu antecessor e orientador Thomson. Em sua justificativa a docente afirmou que:

Rutherford foi aluno de Thomson e Thomson propôs [o modelo atômico mais aceito na época], se a gente for comparar os modelos, o modelo de Thomson, ele é muito arcaico em relação ao modelo de Rutherford. Rutherford foi aluno de Thomson, digamos assim, que ele não concordava com as ideias, mas mesmo assim se teve uma ética frente a não contrapor sabe? [Entrevistada].

Como apontado por Melzer e Aires (2015), Thomson e Rutherford tinham uma relação próxima:

“[Rutherford] trabalhou com J. J. Thomson no laboratório de Cavendish e após se destacar em sua pesquisa, foi convidado pelo próprio Thomson a estudar raios X e eletricidade [...]. Foi para o Canadá, por indicação de Thomson, para estudar com F. Soddy, onde ganhou um Nobel pelos trabalhos sobre radioatividade (p. 72).”

Por outro lado, a afirmação sobre a opção de Rutherford em adiar a publicação de seus trabalhos, devido ao apressamento por Thomson, precisa ser vista com cautela, uma vez que tal alegação é difícil de ser mensurada, e não é mencionado em diversos trabalhos que discutem questões históricas dos trabalhos de Thomson e Rutherford (Cordeiro, 2011; Lopes, 2009; Melzer; Aires, 2015). Desta maneira, tal afirmação se apresenta como uma interpretação da professora sobre a situação histórica discutida, e não como um fato histórico devidamente documentado.

Além disso, considerar o modelo de Thomson como arcaico pode indicar uma visão anacrônica sobre a História da Ciência, visto que o modelo de Thomson foi muito importante para época, elucidando diversas questões e proporcionando reflexões e implicações nas investigações sobre a natureza da matéria (Cordeiro, 2011; Lopes, 2009; Melzer; Aires, 2015). Tendo em vista os conhecimentos contemporâneos, o modelo pode soar arcaico, entretanto consideramos que seja importante estudarmos um caso histórico, a partir de seus reais contextos, e não a partir das lentes da atualidade (Porto, 2019). Nesse sentido, salientamos que para época o modelo de Thomson foi bastante importante e inovador.

O segundo motivo para se considerar o aspecto Ética, se daria pelos cuidados da época, ao propor conhecimentos novos, visto que era um momento histórico em que a

Ciência estava mais consolidada, e para se apresentar um conhecimento inédito era importante a robustez dos trabalhos. Nas palavras da professora:

Então, assim a gente tem uma questão de ética, e tem uma questão de ética, por quê? Porque nessa época aonde os modelistas já propunham seus modelos, a gente já tinha a comunidade científica, essa organização de: “Espera aí, você não pode sair falando qualquer coisa”, que nem era lá na Grécia antiga, que cada um falava do seu jeito e estava tudo certo. Se tinha uma organização, se tinha uma avaliação [Entrevistada].

Em seguida, Lia comentou que no contexto da discussão sobre Ética se poderia debater outros aspectos da SC, citando Aceitabilidade e Credibilidade. Apesar disso, a relação destes aspectos com a discussão não foi explicitada. Mas, considerando a fala dela, o aspecto Aceitabilidade poderia ser enfatizado nos momentos de debate sobre as etapas pelas quais o conhecimento sobre os modelos atômicos necessitava passar – e ainda necessita – para ser aceito como científico naquela época.

Quanto ao Credibilidade, poderia ser discutido a partir do *status* de Thomson na Academia, o que impactou na proposição de novas ideias na época, uma vez que seus companheiros evitavam um conflito direto com as ideias de um estimado cientista.

Ainda no contexto dessas discussões, consideramos que a professora manifestou o aspecto Interações entre cientistas (SC), uma vez que ela expressou o contexto de diversas relações que os cientistas da época tinham, como a relação entre orientador e orientado.

A professora acrescentou ainda o Falibilidade (SC), que discute como a comunidade científica se articula frente aos erros (Santos; Maia; Justi, 2020). Isto porque, o aspecto poderia ser abordado nas discussões sobre os momentos em que houve proposição de um novo modelo, como quando Rutherford propôs suas ideias, que divergiam das defendidas por Thomson. Em um cenário como esse, as limitações do modelo atômico vigente vieram à tona e os cientistas precisavam adaptar o modelo existente ou mesmo propor uma nova forma de entender a natureza da matéria, a partir da construção de um novo modelo.

Sobre a área PC, a docente não discutiu nenhum aspecto especificamente. Por outro lado, durante as discussões sobre os trabalhos de Rutherford, identificamos o aspecto Objetividade, pois Lia discutiu que as intenções do pesquisador, era estudar sobre

a relação da radioatividade com a matéria e não necessariamente propor um novo modelo atômico, nas palavras dela: “Eu acho que Rutherford não foi investigar o modelo atômico [a princípio], a ideia dele era outra, era mais sobre essa questão de quais que eram as consequências da radioatividade frente à matéria”. Como apontado por Cordeiro, (2011) e Melzer e Aires (2015), a proposição de novo modelo atômico por Rutherford veio a partir da dificuldade de explicar os dados experimentais a partir do modelo vigente de Thomsom, ou seja, a proposição de um novo modelo atômico não era objetivo inicial de Rutherford. Desta maneira, a afirmação de Lia dialoga com trabalhos da área.

Também foi questionado a professora o que os alunos poderiam aprender a partir das discussões levantadas por ela. Lia respondeu que os alunos poderiam entender como a Ciência é construída, e que os cientistas que a produzem não costumam ser indivíduos que estão fora da realidade, contribuindo para que os estudantes desmistifiquem a ideia de que todos os cientistas são gênios, tornando a Ciência como algo que está ao alcance deles.

A importância de discussões nesse sentido foi apontada por Gil-Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz e Praia (2001), ao sinalizarem a presença de uma visão elitista e individualista sobre os cientistas nas salas de aulas, isto é, muitos indivíduos entendem que a Ciência é feita por um grupo seletivo de gênios que trabalham individualmente. Os autores argumentam que esta perspectiva pode acarretar uma repulsa pelas Ciências, uma vez que a grande maioria dos alunos não se encaixam nesse estereótipo. Neste sentido, Lia demonstrou ter consciência dos problemas que acarretam esta visão distorcida *sobre* Ciências, e buscou sugerir discussões que poderiam superar tal concepção.

Salientamos ainda que a professora retomou a ideia de trabalhar com “linha do tempo”, de forma semelhante ao discutido no momento 1 da presente pesquisa. Pois, em seu planejamento, Lia expressou: “Ao fim da discussão, o estudante consegue elaborar uma linha do tempo evolutiva, além de reconhecer as principais partículas do átomo (Anexo D)”. O que reprisamos ser uma estratégia didática que precisa ser trabalhada com cautela, pois pode promover visões distorcidas *sobre* Ciências (Allchin, 2013), como a visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos (Gil-Pérez; Montoro; Alís; Cachapuz; Praia, 2001).

Posteriormente, Lia foi indagada sobre quais aspectos, dentre os citados por ela, eram mais importantes de se discutir com os estudantes a partir de sua proposta de ensino como um todo, isto é, considerando todos os temas propostos. A professora enfatizou que seriam: i) Epistemologia (FC), por ser um aspecto central de NdC, devido às suas discussões sobre os alcances e limitações da Ciência; ii) Criatividade (PC), pois a partir deste aspecto se poderia debater a engenhosidade e imaginação para a Ciência, evidenciando a importância da inovação a partir de novos conceitos, modelos e experimentos; iii) Influência sociopolítica (SC), por evidenciar as relações Ciência e Sociedade; e iv) Provisoriedade (HC), por ser um aspecto que perpassa toda a sua proposta didática, uma vez que ela enfatiza uma parte significativa do desenvolvimento da Química. A seguir (Quadro 8), apresentamos os aspectos manifestados pela professora, segundo os temas propostos por ela.

Quadro 8: Aspectos de Natureza da Ciência manifestados pela professora em sua proposta didática a partir dos temas propostos por ela.

Tema	Os primórdios da Química	Grécia antiga	Idade Média	Antonie Lavoisier	Dalton, Thompson, Radioatividade, Rutherford e Bohr
Aspectos (área)	Provisoriedade (HC)	Epistemologia (FC) Criatividade (PC) Personalidade (PC) Subjetividade (PC)	Criatividade (PC) Incerteza (PC) Inteligência (PC) Limitação (PC) Personalidade (PC) Representação (PC) Credibilidade (SC) Influência sociopolítica (SC) Influência histórica (HC) Provisoriedade (HC)	Influência motivacional (PC) Inteligência (PC) Credibilidade (SC) Influência sociopolítica (SC) Interações entre cientistas (SC) Influência histórica (HC)	Ética (FC) Objetividade (PC) Aceitabilidade (SC) Credibilidade (SC) Falibilidade (SC) Interações entre os cientistas (SC)

Fonte: Autor.

A partir do Quadro 8, podemos perceber que a professora utilizou aspectos diversos em momentos diferentes de seu planejamento, e que tais aspectos eram majoritariamente distintos entre as temáticas de sua proposta. O Quadro 8 também evidencia que a partir de um mesmo contexto a professora conseguiu abordar diversos

aspectos de NdC – com exceção do tema “Os primórdios da Química” –, de diferentes áreas. Por exemplo, ao discutir sobre o período da Idade Média, a professora expressou dez aspectos provenientes da PC, SC e HC, isto evidenciou que ela conseguiu propor discussões diversas de NdC, à luz do MoCEC v.2.

A seguir discutimos nossa segunda QP.

Interações estabelecidas com o MoCEC v.2 pela professora

Indícios na discussão sobre a primeira e segunda QP, nos ajudam a responder à questão sobre: “como uma professora interage com o MoCEC v.2 ao analisar e planejar uma situação de ensino envolvendo discussões de Natureza da Ciência?”. Assim, considerando as discussões nos momentos 1 e 2, percebemos que a professora estabeleceu as seguintes relações:

- i) Tanto na análise, quanto no planejamento, Lia inicialmente recorreu as áreas do MoCEC v.2 para iniciar suas discussões, no decorrer do debate e por insistência do entrevistador, ela explorou os aspectos de NdC;
- ii) A docente relatou que a ferramenta a ajudou a nominar situações com as quais ela trabalhava mesmo antes de conhecer o modelo e para as quais ela não atribuía denominações;
- iii) A professora mesclou significados de palavras usadas no cotidiano com os de aspectos de NdC, o que aconteceu com Incerteza (SC), Aceitabilidade (SC), Publicidade (EC) e Viabilidade (EC);
- iv) Dificuldade de diferenciar as áreas AC e SC;
- v) Lia assumiu que não discutiria os aspectos de NdC de forma nominal em suas aulas, em outras palavras, ela discutiria as ideias dos aspectos, mas não os atribuiria nomes, coerente com a perspectiva das autoras do modelo (Santos; Maia; Justi, 2020).
- vi) Ela utilizou o MoCEC v.2 para discutir aspectos de NdC em situações que não envolvem a Ciência, como nas situações sobre o período pré-histórico, exaltando a importância da perspectiva do observador – que pode ser um professor que debate um caso histórico, ou um pesquisador – em detrimento da situação observada; e

- vii) Em uma mesma situação, a docente foi capaz de discutir vários aspectos de NdC, de diferentes áreas do MoCEC v.2.

O terceiro momento desta pesquisa, teve como foco promover discussões que suscitassem reflexões sobre a utilização do MoCEC v.2, e que assim nos desse suporte para responder a segunda QP. Desta maneira, levando em conta as experiências prévias de Lia com o MoCEC v.2, e as discussões e uso da ferramenta durante esta pesquisa, iniciamos este debate questionando se o conhecimento adquirido pelo contato com as discussões apresentadas no modelo, teria contribuído para a forma como ela enxergava materiais didáticos que poderiam ser usados em suas aulas, e se isso trouxe contribuições para a maneira como ela conduzia suas aulas.

Neste sentido, a professora argumentou que, na prática, suas aulas tiveram mudanças singelas depois do contato com o MoCEC v.2, pois ela, desde o início de sua carreira profissional, apresentava discussões sobre a História da Ciência para seus alunos, e, por consequência, discutia NdC. Assim, ela continuou promovendo essas discussões após o contato com o modelo. A partir da interação com as áreas e os aspectos apresentados na ferramenta, a docente relatou que ela pôde nomear as situações que promovia anteriormente em suas aulas.

Lia ainda acrescentou que via o modelo de diferentes formas, dependendo do contexto em que ele era utilizado, ou seja, em uma pesquisa acadêmica ou para promover situações de ensino no cotidiano de sala de aulas, segundo ela:

Eu enquanto professora eu tenho total conhecimento que o MoCEC, ele é um modelo para o pesquisador, ele **não é um modelo para as aulas do Ensino Médio**, não vou entrar na sala nunca para definir uma área da Ciência e mostrar os aspectos para os alunos dessa forma (grifo nosso) [Entrevistada].

Assim, a docente reconheceu que o MoCEC v.2 é uma ferramenta que tem maior potencial para contribuir com o trabalho do pesquisador do que para o professor. Nesse sentido, ela reforçou a ideia apresentada anteriormente sobre a não nomeação de aspectos em sala de aula, e que também é defendida por Santos, Maia e Justi (2020), referente a indicação de que no Ensino Básico o modelo não deve ser utilizado visando que os estudantes decorem os nomes e áreas presentes no MoCEC v.2.

Neste sentido, Santos, Maia e Justi (2020) recomendam que a utilização do MoCEC v.2 no Ensino Básico esteja presente a partir do desenvolvimento de discussões que convergem com as ideias apresentadas nos aspectos de NdC elencados no modelo. Esta orientação é reconhecida por Lia, ao afirmar que:

Eu vejo assim enquanto professora, eu vejo que contribui mais para que os alunos construam ideias de acordo com esses aspectos. [...] Então eu acho que frente a essas discussões [*sobre Ciências*], eu levo a esse desenvolvimento de se pensar Natureza da Ciência. E de forma subjetiva, nas entrelinhas no desenvolvimento desses aspectos. Mas assim, quando eu preparo uma aula dessa eu não penso assim: "Preciso desenvolver esse aspecto, vamos fazer tudo para", não, isso não [Entrevistada].

Posteriormente, questionamos Lia sobre as contribuições do MoCEC v.2 no planejamento apresentado por ela. A docente argumentou que o modelo contribuiu positivamente, pois a partir dele, ela pôde visualizar mais opções de discussões em sua proposta. Lia ainda complementou: “antes do MoCEC eu já discutia [NdC], a partir do MoCEC eu tive mais opções de discussões, mais embasamento para discutir”. Assim, a professora afirmou que algumas das discussões relacionadas às ideias de aspectos no MoCEC v.2, não teriam sido incrementadas em sua proposta, caso não conhecesse o referencial.

Prosseguindo nas discussões sobre as contribuições da ferramenta, de forma geral, Lia afirmou que por ter usado o MoCEC v.2 como instrumento de pesquisa, isto pode ter contribuído para o uso mais efetivo da ferramenta em seu planejamento. A professora também reconheceu as dificuldades que podem vir a ter pelo fato de a ferramenta ser extensa, o que pode dificultar seu uso, ainda mais considerando a possibilidade de sobreposição de aspectos. Por outro lado, ela sinalizou o lado positivo disto, uma vez que devido a sua extensão, ele abre espaço para muitas possibilidades de discussões, as quais poderiam passar despercebidas pelo professor: “Então assim o MoCEC [v.2] ele é um leque muito grande, mas é um leque que também te abre espaço para dúvidas, para suposições, para entendimentos diferentes”.

Lima, Ibraim e Santos (2021) haviam apontado a limitação que a extensão do MoCEC v.2 poderia oferecer para pesquisadores, principalmente, em um primeiro contato. A partir das discussões com Lia, essa limitação poderia ser estendida a outro público ao qual o MoCEC v.2 se destina, os professores. Além disso, a sobreposição

recorrente de aspectos de NdC foi apontada como uma limitação por Lima (2020) em um contexto de pesquisa, porque a coexistência de diferentes aspectos em uma mesma situação pode dificultar a identificação nítida de cada um deles. Considerando as dificuldades apontadas por Lia, este também pode vir a ser uma limitação a ser enfrentada por professores que venham a usar o modelo.

Em seguida, Lia reconheceu as dificuldades que um professor sem experiência com discussões *sobre* Ciências poderia ter ao usar a ferramenta, devido à falta de exemplos de como esses aspectos de NdC seriam discutidos em sala de aula. Assim como, Lia pontuou que um professor inexperiente com discussões *sobre* Ciências poderia usar o MoCEC v.2, e ainda assim apresentar aos alunos visões distorcidas de NdC:

Então eu acho assim que é muito difícil um professor, que usa ele no planejamento, por exemplo, um professor que nunca estudou Natureza da Ciência, de repente ele quer estudar, ele pega esse artigo na Internet e ele lê, eu acho que pouco vai contribuir se esse professor não tiver um especialista para discutir, para exemplificar, para tirar dúvidas, entende? [...] Ele teria dificuldade. Porque ele mesmo possivelmente não vai compreender da forma correta a Natureza da Ciência, devido às crenças e às visões deturpadas que ele traz [Entrevistada].

De fato, Santos, Maia e Justi (2020) não trouxeram exemplos de como as áreas e os aspectos poderiam ser suscitados em sala neste artigo, o que pode ser uma limitação do trabalho. Por outro lado, em nosso levantamento apresentamos diversos trabalhos que poderiam ser usados para essa finalidade. E por fim, a fala de Lia converge com diversos apontamentos da literatura sobre a importância de ter conhecimentos relacionados a NdC para poder se conduzir tais discussões (Guerra-Ramos, 2012; Hanuscin, 2013; Martins, 2007; Mendonça, 2020; Vesterinen; Aksela, 2013). A seguir apresentamos nossas conclusões e implicações.

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

No presente trabalho, investigamos como uma professora do Ensino Básico utilizou o MoCEC v.2 para analisar e propor situações de ensino, assim como buscamos evidências de como ela interagiu com esta abordagem de NdC. Especificamente, analisamos os aspectos de NdC manifestados por uma professora de Química ao refletir sobre um caso contemporâneo sobre o rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho/MG e ao propor uma situação de ensino baseada no MoCEC v.2. Nas discussões sobre o caso, a professora manifestou oito aspectos de NdC, de cinco áreas, sendo PC, SC, EC, HC (MoCEC, v.2) e a CC mapeada na versão 3 do modelo. Sobre sua proposta didática, na qual a professora optou por discutir as proposições dos modelos atômicos, ela expressou 17 aspectos, referente às áreas FC, PC, SC e HC.

A partir das discussões sobre os conhecimentos de NdC manifestados por Lia, temos indícios de que a docente conseguiu propor diversas discussões *sobre* Ciências, à luz do MoCEC v.2, expressando uma gama variada de aspectos a partir de um mesmo contexto. Neste âmbito, tanto na análise do caso, quanto na proposição didática, pudemos constatar que a professora demonstrou estar mais propensa a utilizar o MoCEC v.2 a partir de suas áreas inicialmente. Após ter identificado as possíveis áreas que poderiam ser desenvolvidas, a professora discutiu os seus aspectos.

Salientamos que Lia apresentou dificuldades em diferenciar as áreas AC e SC em diversos momentos da pesquisa, e que também puderam ser percebidas divergências entre a utilização destas áreas na análise em diferentes trabalhos. Acreditamos que isto possa indicar a importância de uma revisitação aos referenciais que compõem as áreas AC e SC, visando uma possível definição mais clara entre elas, uma vez que definições mais precisas das áreas podem contribuir para o uso mais adequado do MoCEC⁴⁵.

Outro ponto de dificuldade da professora em relação ao uso do MoCEC diz respeito ao significado de aspectos de NdC, de forma que, em diversos momentos, eles foram empregados em desacordo com as definições expressas por Santos, Maia e Justi (2020). Isto pode sinalizar dificuldades que outros sujeitos possam ter com o uso do modelo. Sendo assim, é importante que pesquisadores e formadores de professores, que

⁴⁵ Neste capítulo, em alguns momentos, não nos referimos especificamente ao MoCEC v.2, pois os apontamentos aqui apresentados podem ser extrapolados para o MoCEC v.3.

venham a utilizar o MoCEC v.2/v.3, tenham atenção ao discutir e/ou pesquisar sobre a ferramenta.

Frente a grande variedade de aspectos (37) apresentados no MoCEC v.2, e a quantidade reduzida de áreas (6), consideramos que isto pode ser o que tenha contribuído para que Lia se sentisse mais confortável em iniciar as discussões a partir das áreas, o que significa trabalhar com uma quantidade menor de elementos. Esta forma de interagir com o modelo, talvez possa ser usada por outros profissionais da educação que venham a utilizar o MoCEC. Neste sentido, é importante salientarmos que, a terceira versão do modelo, publicada recentemente (Santos, 2023), trouxe 52 aspectos, o que pode tornar a ferramenta ainda mais complexa, podendo dificultar o uso.

A dificuldade em trabalhar com a extensão do MoCEC v.2 foi relatada por Lima, Ibraim e Santos (2021), ao apontar que a necessidade de compreender o significado de diversos aspectos de NdC poderia representar um obstáculo para pesquisadores menos experientes. Acreditamos que esta dificuldade pode ser um impedimento também para professores que venham a utilizar a ferramenta. Por outro lado, mais aspectos podem indicar mais possibilidades de discussões, por parte de professores, e de categorias para análise de dados, para os pesquisadores, o que pode enriquecer futuros trabalhos.

Desta maneira, é preciso refletirmos sobre a expansão da ferramenta, tendo em vista que isto pode comprometer sua viabilidade. Em contrapartida, um modelo muito simples também pode não abarcar discussões importantes e não ser fidedigno quanto à complexidade da Ciência, algo criticado para a Lista Consensual (Allchin, 2013; Izirk; Nola, 2011; Matthews, 2012). Esses debates podem representar um dilema a ser discutido pela comunidade acadêmica que tem utilizado o modelo. Tendo em vista a forma como Lia utilizou a ferramenta, nos parece mais factível para um professor, partir do mais simples, para o mais específico, isto é, identificar as características da área e depois pensar em formas de trabalhar essas características, considerando seus aspectos. Logo, focar em uma abordagem de NdC que parta do mais entendível, para o mais complexo, pode ser um caminho para este dilema.

Apontamos ainda que na presente pesquisa podemos perceber que a professora não tinha uma visão metódica sobre como os aspectos que estavam sendo discutidos, uma vez que sua preocupação era promover uma discussão *sobre* Ciências, e não o uso preciso de um aspecto. Sendo assim, isto nos leva a pensar que para professores, público menos

experiente em NdC, trabalhar com um número menor de categorias seria mais produtivo, uma vez que o foco não é o ensino conceitual dos aspectos, mas sim a promoção de uma visão mais ampla do que seja Ciência.

Também é importante frisarmos que a professora focou demasiadamente no uso de abordagem histórica para discutir *sobre* Ciências, mesmo tendo em mãos um caso sociocientífico. Isto pode limitar a promoção de uma visão ampla de Ciências, visto que outras formas de se abordar NdC – como casos sociocientíficos e atividades investigativas – trazem contribuições singulares para o entendimento de NdC (Allchin; Andersen; Nielsen, 2014). Neste sentido, endossamos os apontamentos sobre a importância do professor diante da realização de discussões *sobre* Ciências, uma vez que apenas ter acesso a um material de ensino, não garantirá que as discussões amplas de NdC ocorram (Hanuscin, 2013; Lerdeman, 2007; Vesterinen; Aksela, 2013).

Acentuamos ainda que uma contribuição indireta da presente pesquisa foi o levantamento de trabalhos que utilizaram o MoCEC v.2, uma vez que nenhuma pesquisa da área trouxe um panorama tão completo sobre os trabalhos que utilizaram a ferramenta. Acreditamos que nosso levantamento pode contribuir para situar os pesquisadores que têm utilizado o MoCEC em suas pesquisas, assim como aqueles que busquem futuramente utilizar a ferramenta. Além disso, o levantamento ressalta as contribuições que uma abordagem de NdC nacional trouxe para as discussões no Ensino de Ciências.

Reconhecemos que uma limitação do trabalho foi o estudo de caso com apenas um sujeito de pesquisa, sendo esta um indivíduo ímpar, devido à suas experiências prévias com o MoCEC e com discussões de NdC. Temos ciência que este perfil não é o comum entre os professores atuantes no Ensino Básico. Por outro lado, ter investigado uma professora singular pôde nos proporcionar reflexões únicas sobre o uso da ferramenta. Desta maneira, salientamos a importância de realizar estudos de casos múltiplos, investigando o uso do MoCEC por professores com diferentes perfis, o que deve revelar outras nuances sobre as relações que docentes podem estabelecer com o modelo.

Por fim, destacamos a importância de pesquisas futuras investigarem o uso do MoCEC v. 2 em situações reais de ensino na Educação Básica, devido à escassez de trabalhos neste contexto. Isto poderia revelar pontos importantes para inserção de discussões de NdC no Ensino Básico. Salientamos que no presente trabalho investigamos como uma professora utilizou o MoCEC v.2 para elaborar uma situação de ensino, o que

nos revelou pontos importantes para tal reflexão. Entretanto, acreditamos que investigar a condução de situações reais de ensino poderia oferecer mais elementos para enriquecer o debate sobre a inserção de NdC no Ensino Básico e sobre o próprio MoCEC, visto que os aspectos elencados poderiam ser utilizados no processo de avaliação das discussões relacionados a NdC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAAS. **Benchmarks for Scientific Literacy**. New York: American Association for the Advancement of Science. 2009.

Acevedo, J. A., Vázquez, A. A., Manassero, M. A. M., Acevedo, P. R. Consensos sobre la naturaleza da ciência: Fundamentos de una investigación empírica. **Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 42-66, 2007. Disponível em <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3833>. Acesso em 28 set. 2023.

Acevedo, J. A. D.; Vázquez, A. A.; Martín, M.; Oliva, J. M.; Acevedo, P. R.; Paixão, M.F.; Manassero, M. A. M. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 121-140, 2005. DOI: 10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i2.01.

Allchin, D. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, p. 518-542. mar. 2011. DOI: 10.1002/sce.20432.

Allchin, D. **Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources**. Ed. 1. Saint Paul: ShiPS Educational Press, 2013. 310 p.

Allchin, D. Beyond the Consensus View: Whole Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, Toronto, v. 17, n. 1, p. 18-26, 2017. DOI: 10.1080/14926156.2016.1271921.

Allchin, D.; Andersen, H. M.; Nielsen, K. Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 461-486, 2014. DOI: 10.1002/sce.21111.

Almeida, B. C.; Mendonça, P. C. C. Natureza da Ciência e Ensino de Ciências: Perspectivas e Possibilidades. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). **Anais...** Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0265-1.pdf>. Acesso em: 28 set. 2023.

Aymerich, M. I.; Martínez, A. G.; Gatica, M. Q.; Adúriz-Bravo, A. **Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias**. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016. 124 p. DOI: 10.14483/9789588972282.

Archila, P. A. Using History and Philosophy of Science to Promote Students' Argumentation. **Science & Education**, v. 24, n. 9-10, p. 1201-1226, 2015. DOI: 10.1007/s11191-015-9786-2.

Azevedo, N. H.; Scarpa, D. L. Revisão Sistemática de Trabalhos sobre Concepções de Natureza da Ciência no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 579-619, 2017. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2017172579.

Barbosa, F. T.; Aires, J. A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **Actio: Docência em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 115-130, 2018. DOI: 10.3895/actio.v3n1.7093.

- Barros, B. S. A.; Tomita, N. E. Aspectos epidemiológicos da Fluorose no Brasil: pesquisa no período 1993-2006. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2010; 15(1): 289-300. DOI: 10.1590/S1413-81232010000100034.
- Bicalho, H. C. B. **Análise da contribuição de exposições virtuais de um museu de ciências na discussão de aspectos sobre Natureza da Ciência em um contexto histórico**. 2022. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.
- Bonfim, C. S.; Garcia, P. M. P. Investigando a “Terra plana” no YouTube: contribuições para o ensino de ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 3, p. 1-25, 2021. DOI: 10.26843/rencima.v12n3a21.
- Brasil. Lei N.º 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 fev. 2017.
- Brasil. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. 595 p.
- Catarino, G. F. C.; Reis, J. C. O. A pesquisa em ensino de ciências e a educação científica em tempos de pandemia: reflexões sobre natureza da ciência e interdisciplinaridade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, p. 1-16, 2021. DOI: 10.1590/1516-731320210033.
- Carvalho, N. L. L. **História e Natureza da Ciência no Ensino de Química: O Desenvolvimento da Catálise e as Contribuições de Wilhelm Ostwald**. 2021. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.
- Chernobyl. Direção: Johan Renck. Estados Unidos da América, 2019. 1 temporada, 5 episódios, 328 min.
- Cohen, L.; Manion, L.; Morrison, K. Validity And Reliability. In: Cohen, L.; Manion, L., *et al.* (Ed.). **Research Methods in Education**. Londres e Nova York: Routledge, 2007. p. 133-164.
- Cordeiro, M. D. **Dos Curie A Rutherford: aspectos históricos e epistemológicos da radioatividade na formação científica**. 2011. 234 f. Dissertação (mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- Cortez, J. M. **Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Química: ações e reflexões voltadas à compreensão e ensino sobre a Ciência**. 2019. 383 f. Tese (doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2019.
- El-Hani, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia das ciências na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (org.). **História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: da teoria à sala de aula**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. 3-21.
- Erduran, S.; Mugaloglu, E. Z. Interactions of Economics of Science and Science Education: investigating the implications for science teaching and learning. **Science & Education**, v. 22, n. 10, p. 2405-2425, 2013. DOI: 10.1007/s11191-012-9519-8.
- Estrelas Além do Tempo. Direção de Theodore Melfi. Estados Unidos da América: Chernin Entertainment; Levantine Films, 2016. 129 min.

- Ferreira, R. S. Ciência e tecnologia no olhar de Bruno Latour. **Informação & Informação**, v. 18, n. 3, p. 275-281, 2013. DOI: 10.5433/1981-8920.2013v18n3p275.
- Gil-Pérez, D.; Montoro, I. F.; Alís, J. C.; Cachapuz, A.; Praia, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. DOI: 10.1590/s1516-73132001000200001.
- Gil-Pérez, D.; Vilches, A. Educación ciudadanía y alfabetización científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 42, p. 31-53, 2006. DOI: 10.35362/rie420760.
- Gilbert, J. K. Models and Modelling: routes to more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 2, n. 2, p. 115-130, 2004. DOI: 10.1007/s10763-004-3186-4.
- Guerra-Ramos, M. T. Teachers' Ideas About the Nature of Science: a critical analysis of research approaches and their contribution to pedagogical practice. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 631-655, 2012. DOI: 10.1007/s11191-011-9395-7.
- Gess-Newsome, J. A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In: BERRY, A., *et al.* (Ed.). **Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education**. Nova York: Routledge, 2015. p. 28-42.
- Guimarães, L. P.; Moura, C. B. A natureza da ciência na BNCC do Ensino Fundamental: Que ciência estamos ensinando?. In: Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76200>. Acesso em: 27 set. 2023.
- Haines, C. D.; Rose, E. M.; Odom, K. J.; Omland, K. E. The role of diversity in science: a case study of women advancing female birdsong research. **Animal Behaviour**, v. 168, p. 19-24, 2020. DOI: 10.1016/j.anbehav.2020.07.021.
- Hanuscin, D. L. Critical Incidents in the Development of Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Nature of Science: a prospective elementary teacher's journey. **Journal Of Science Teacher Education**, v. 24, n. 6, p. 933-956, 2013. DOI: 10.1007/s10972-013-9341-4.
- Heywood, L. M. **Diáspora negra no Brasil**. São Paulo: Contexto, 2008. 224 p.
- Inêz, T. G.; Brito, B. P. L.; El-Hani, C. N. A Model for Teaching About the Nature of Science in the Context of Biological Education. **Science & Education**, v. 32, n. 1, p. 231-276, 2021. DOI: 10.1007/s11191-021-00285-0.
- Irzik, G.; Nola, R. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011. DOI: 10.1007/s11191-010-9293-4.
- Irzik, G.; Nola, R. New Directions for Nature of Science Research. In: Mathews, M. R. (ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer, 2014. p. 999-1021. DOI: 10.1007/978-94-007-7654-8.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. **10 ideas clave**: competencias en argumentación y uso de pruebas. Ed. 1. Barcelona: Graó, 2010.
- Justi, R.; Erduran, S. Characterizing Nature of Science: A supporting model for teachers. In: Conference of the International History, Philosophy, and Science Teaching

- Group, 13., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: International History, Philosophy, and Science Teaching Group, 2015.
- Justi, R.; Maia, P.; Santos, M. Science education for citizenship: contributions from knowledge *of* and *about* science in the context of the COVID-19 pandemic. In: DILLON, J.; WATTS, M. (ed.). **Debates in Science Education**. 2. ed.: Routledge, 2023. p. 73-84. DOI: 10.4324/9781003137894-7.
- Justi, R.; Mendonça, P. C. C. Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-service Teachers Contributions to Their Knowledge About Science, Their Argumentative Skills, and Reflections About Their Future Teaching Practices. **Science & Education**, v. 25, n. 7-8, p. 795-822, 2016. DOI: 10.1007/s11191-016-9846-2.
- Justi, R.; Santos, M.; Elyseu, G. Relating science communication to nature of science. In: Conference of the European Science Education Research Association, 14., 2021, Braga. **Anais....** Braga: ESRA, 2021.
- Knorr-Cetina, K. **Epistemic Cultures: How the sciences make knowledge**. Cambridge: Harvard University Press, 1999.
- Kosminsky, L.; Giordan, M. Visões de Ciências e sobre cientista entre estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 1, n. 15, p. 11-18, 2002.
- Laraia, R. B. **Cultura: Um conceito antropológico**. 14. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001. 60 p.
- Latour, B. **Science in Action**. Cambridge: Harvard University Press, 1987.
- Latour, B.; Woolgar, S. **Laboratory Life: The construction of scientific facts**. Princeton: Princeton University Press, 1986.
- Lederman, N. 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. DOI: 10.1002/tea.3660290404.
- Lederman, N. G. Syntax of Nature of Science Within Inquiry and Science Instruction. In: Flick, L. B.; Lederman N. G. **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for teaching, learning, and teacher education**. Dordrecht: Springer, 2006. P. 301-317. DOI: 10.1007/978-1-4020-5814-1_14.
- Lederman, N. G. Nature of science: past, present, and future. In: Abell, S. K; Lederman, N. G. (ed.). **Handbook of Research on Science Education**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 831-880.
- Lederman, N. G.; Abd-El-Khalick, F. Avoiding De-Natured Science: activities that promote understandings of the nature of science. In: McComas, W. F. (ed.). **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies**. S. L.: Kluwer Academic Publishers, 2002. Cap. 5. p. 83-126. DOI: 10.1007/0-306-47215-5_5.
- Lederman, N. G.; Abd-El-Khalick, F.; Bell, R. L.; Schwartz, R. S. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions

of nature of science. **Journal Of Research In Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002. DOI: 10.1002/tea.10034.

Leprique, K. L. P. A.; Gomes, L. C. A História da Ciência e a argumentação nas aulas de Física. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, p. 1-21, 2021. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/5416>. Acesso em: 30 de setembro de 2023.

Lima, M. M. **Análise de visões sobre Ciência**: um estudo de caso sobre as visões de uma professora de Química em formação inicial. 2020. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

Lima, R. R. **Desenvolvimento do conhecimento de professores sobre Natureza da Ciência**: Contribuições da História da Ciência. 2017. 205 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

Lima, M. M.; Ibraim, S. S. Análise dos aspectos de Ciência apresentados por professores de Química em formação. In: Anais do XVII Encontro Centro-Oeste e Debates Sobre o Ensino de Química. **Anais...** Goiânia UFG, 2019a. DOI: 10.29327/127808.17-3.

Lima, M. M.; Ibraim, S. S. Importância do ensino de História da Química na visão de professores de Química em formação inicial. In: Anais do XVII Encontro Centro-Oeste de Debates sobre o Ensino de Química. **Anais...** Goiânia UFG, 2019b. DOI: 10.29327/127808.17-2.

Lima, M. M.; Ibraim S. S. Impressões sobre as visões iniciais de futuros professores de Química sobre Natureza da Ciência e História da Química. In: Anais do IV Encontro do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências. **Anais...** Brasília UnB, 2019c. Disponível em: <https://www.even3.com.br/encontro-do-programa-de-pos-graduacao-em-ensino-de-ciencias-332447/>. Acesso em: 28 set. 2023.

Lima, M. M.; Ibraim, S. S. Análise do desenvolvimento das visões de futuros professores sobre ciências no contexto do ensino de História da Química. In: Anais do 26º Congresso de Iniciação Científica da UnB e do 17º Congresso de Iniciação Científica do DF. **Anais...** Brasília UnB, 2020. Disponível em: <https://conferencias.unb.br/index.php/iniciacaocientifica/26CICUNB17DF/paper/view/33952>. Acesso em: 28 set. 2023.

Lima, M. M.; Ibraim, S. S. Análise de propostas didáticas desenvolvidas por professores de Química em formação inicial abordando História da Química e Natureza da Ciência. In: Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ Pernambuco). **Anais...** Recife UFRPE/UFPE, 2021a. DOI: 10.29327/ENEQPE2020.244977.

Lima, M. M.; Ibraim, S. S. Análise de visões de professores em formação inicial sobre ciências no contexto de uma disciplina de história da química. In: Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2021b. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76244>. Acesso em: 28 set. 2023.

Lima, M. M.; Ibraim, S. S. Análise de aspectos de Natureza da Ciência em argumentos elaborados por licenciandos em contexto de História da Química. In: Anais do 21

Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais...** Uberlândia Universidade Federal de Uberlândia, 2023. DOI: 10.29327/1290523.1-2.

Lima, M. M.; Ibraim, S. S.; Santos, M. Análise de aspectos de Natureza da Ciência expressos por uma professora em formação inicial no contexto de uma disciplina de História da Química. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. 1-19, 2021. DOI: 10.1590/1983-21172021230104.

Lima, M. M.; Santos, L. C. Aspectos de Natureza da Ciência presentes no filme “Estrelas Além do Tempo”. In: Anais do XVIII Encontro de Debates do Centro-Oeste sobre o Ensino de Química (ECODEQ - UFMT/CUA). **Anais...** Barra do Garças UFMT, 2021. DOI: 10.29327/161784.1-5.

Lopes, C. V. M. **Modelos Atômicos no Início do Século XX**: da Física Clássica à Introdução da Teoria Quântica. 2009. 173 f. Tese (Doutorado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

Lüdke, M.; André, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 2011.

Madame Curie. Direção: Mervyn LeRoy. Produção: Sidney Flankin. Estados Unidos da América. Metro-Goldwyn-Mayer, 1943. 124 min.

Maia, L. L.; Maia, P. Aspectos de natureza da Ciência na argumentação de professores de Química em formação inicial: Um debate sobre Energia Nuclear. In: Actas Electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. **Anais...** Lisboa: Revista Enseñanza de Las Ciencias, 2021. p. 1423-1426. Disponível em: <https://congresoenseciencias.org/actas/>. Acesso em: 28 set. 2023.

Maia, P.; Justi, R.; Santos, M. Aspects About Science in the Context of Production and Communication of Knowledge of COVID-19. **Science & Education**, v. 30, n. 5, p. 1075-1098, 2021. DOI: 10.1007/s11191-021-00229-8.

Marques, D. M. Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces, São Paulo, v.11, p. 1-17, 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/23020>. Acesso em: 28 set. 2023.

Martins, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho.... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6056>. Acesso em: 27 set. 2023.

Martins, M.; Justi, R. Influências de uma situação controversa nas visões de alunos sobre Natureza da Ciência. In: Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências **Anais...** Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0120-1.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018.

Martins, M.; Justi, R. Explorando Aprendizagens de e Sobre Ciências de Alunos da Educação Básica. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 153-173, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2747>. Acesso em: 27 set. 2023.

- Matthews, M. R. Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In: Khine, M. (ed.). **Advances in Nature of Science Research**. Dordrecht: Springer, 2012. p. 3-26. DOI: 10.1007/978-94-007-2457-0_1.
- MELZER, E. E. M.; AIRES, J.A. A história do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 11, n. 22, p. 62-77, 2015. DOI:10.18542/amazrecm.v11i22.2137.
- Mendes, M. F. A. **O Olhar da Antropologia da Ciência sobre a Produção do Conhecimento Científico**: Contribuições para o Ensino Crítico das Explicações sobre o Mundo Natural. 2001. 207 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- Mendonça, P. C. C. De que Conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, p. 1-16, 2020. DOI: 10.1590/1516-731320200003.
- Millar, R.; Osborne, J. **Beyond 2000: science education for the future**. Londres: King's College London, School Of Education, 1998. 36 p. Disponível em: <https://www.nuffieldfoundation.org/wp-content/uploads/2015/11/Beyond-2000.pdf>. Acesso em: 23 set. 2023.
- Monteiro, I. G.; Justi, R. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5 n. 2, p. 67-91, 2000. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/650>. Acesso em: 02 out. 2023.
- Mortimer, E. F., Amaral, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**, v. 7, n. 1, p. 30-34, 1998. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf>. Acesso em: 02 out. 2023.
- 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, n. 1, p. 32-46, 2014. DOI: 10.53727/rbhc.v7i1.237.
- Mousinho, S. P.; Silva, M. B.; Brandão, A. G. A visão de Ciência de professores e estudantes de Araruna-PB. In: III Congresso Nacional De Educação, 2016. **Anais...** Campina Grande: Realize Eventos Científicos e Editora, 2016. 11 p.
- NRC. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Washington, DC: The National Academies Press. 2012.
- O Menino Que Descobriu o Vento. Direção: Chiwetel Ejiofor. Londres: Potboiler Productions; Bbc Films; Participant Media; Bfi Film Fund, 2019. 113 min.
- OECD. **Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006**. Paris: PISA, OECD Publishing. 2006. DOI: 10.1787/9789264026407-em.
- Olson, J. K. The Inclusion of the Nature of Science in Nine Recent International Science Education Standards Documents. **Science & Education**, v. 27, n. 7-8, p. 637-660, 2018. DOI: 10.1007/s11191-018-9993-8.
- Pickering, A. **The Mangle of Practice: Time, agency, & science**. Chicago: The University of Chicago Press, 1995.
- Pinto, J. A. F.; Silva, C. C. Natureza da Ciência no ensino: entre a pesquisa acadêmica e as orientações oficiais para a educação básica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, p. 1-17, 2021. DOI: 10.1590/1516-731320210056.

Praia, J.; Gil-Pérez, D.; Vilches, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007. DOI: 10.1590/s1516-73132007000200001.

Porto, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. P. F. L. MACHADO (Org.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2019. p. 141-156.

Radioactive. Direção: Marjane Satrapi. Londres: Studiocanal; Amazon Studios; Working Title Films, 2019. 103 min.

Roda, R.; A Martins, R. Uma disputa sobre o sentido da natureza da ciência: uma análise da crítica de Michael Matthews à visão consensual de Norman Lederman. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, p. 1-11, 2021. DOI: 10.1590/1516-731320210060.

Rudolph, J. L.; Horibe, S. What do we mean by science education for civic engagement? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 53, n. 6, p. 805-820, 2015. DOI: 10.1002/tea.21303.

Santos, L. C. **Aspectos de Natureza da Ciência manifestados em uma atividade investigativa**. 2022. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

Santos, M. **Compreendendo visões de estudantes sobre Ciências e suas relações com o ensino fundamentado em modelagem em contextos cotidiano, científico e sociocientífico**. 2019. 261 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

Santos, M. **Conhecimentos de Natureza da Ciência mobilizados e relacionados a outros conhecimentos por um futuro professor de química em situações de ensino autênticas**. 2023. 302 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

Santos, M. Justi, R. Inserção e Discussão de Aspectos de Natureza da Ciência em uma Situação de Ensino Fundamentado em Modelagem. In: Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação. **Anais...** Belo Horizonte UFMG, 2020. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/eneci2020/244897-insercao-e-discussao-de-aspectos-de-natureza-da-ciencia-em-uma-situacao-de-ensino-fundamentado-em-modelagem>. Acesso em: 28 set. 2023.

Santos, M.; Justi, R. A análise de um caso contemporâneo em aulas de Ciências. In: Franco, L. G. (org.). **Ciência em contexto: propostas para construir espaços-tempos de ciência na escola**. São Paulo: Na Raiz, 2021a. p. 190-198. DOI: 10.5281/zenodo.5242285.

Santos, M.; Justi, R. Educação em Ciências a partir da elaboração de modelos pelos estudantes. In: Franco, L. G. (org.). **Ciência em contexto: propostas para construir espaços-tempos de ciência na escola**. São Paulo: Na Raiz, 2021b. p. 149-171. DOI: 10.5281/zenodo.5242285.

Santos, M.; Justi, R.; Almeida, B. C. Um caso histórico sobre a vida de Marie Curie. In: Franco, L. G. (org.). **Ciência em contexto: propostas para construir espaços-tempos de ciência na escola**. São Paulo: Na Raiz, 2021. p. 172-189. DOI: 10.5281/zenodo.5242285.

Santos, M.; Maia, P.; Justi, R. Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 581-616, 2020. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2020u581616.

Sasseron, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1085, n. 1061, p. 1061-1085, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec20181831061.

Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: 27 set. 2023.

Silva, B. V. C.; Azevedo, E. C. S.; Nascimento, L. A.; Carvalho, H. R. Um estudo exploratório sobre a inserção da natureza da ciência na sala de aula em revistas da área de ensino de ciências. **Holos**, v. 7, p. 266-280, 2016. DOI: 10.15628/holos.2016.3138.

Silva, E. C. **Análise do PCK de professores no planejamento de atividades de ensino com foco em Natureza da Ciência**. 2022. 109 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Viçosa, Florestal, 2022.

Silva, E. C.; Maia, P. **A abordagem histórica no contexto de ensino para o desenvolvimento de aspectos de natureza da ciência**. Florestal: Universidade Federal de Viçosa, 2022. 65 p.

Silva, L. F.; Carvalho, L. Professores de Física em formação inicial: o ensino de Física, a abordagem CTS e os temas controversos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 135–148, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/414>. Acesso em: 21 nov. 2023.

Silva, N. A. N.; Benite, C. R. M. **Aprendendo Química a partir do tema Mineração: proposta de atividade para o ensino médio**. 1. ed. Curitiba: Appris editora, 2018. 139 p.

Silva, W. V. M.; Silva, E. C.; Maia, P.; Gonçalves, E. C. Análise de aspectos de natureza da ciência na minissérie Chernobyl e considerações sobre o uso da minissérie no ensino de ciências. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 15, n. 2, p. 541-569, 2022. DOI: 10.53727/rbhc.v15i2.774.

Sipavicius, B. K. A.; Sessa, P. S. A base nacional comum curricular e a área de ciências da natureza: tecendo relações e críticas. **Atas de Ciências da Saúde**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 1-14, 2019. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ACIS/article/view/2052>. Acesso em: 27 set. 2023.

- Siqueira, E. C. P. **A Inserção e Discussão de Aspectos de Natureza da Ciência em Sala de Aula a partir do Filme O Menino que Descobriu o Vento**. 2019. 84f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- Siqueira, E. C. P.; Santos, M. Corrêa, R. G. Introdução de aspectos de Natureza da Ciência no planejamento de situações diferenciadas de ensino de Ciências. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2020. DOI: 10.35819/tear.v9.n2.a4461.
- Siqueira, E. C. P.; Santos, M.; Corrêa, R. G. A Inserção e Discussão de Aspectos de Natureza da Ciência em Sala de Aula a partir de uma atividade Baseada em Filme. In: Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ Pernambuco). **Anais... Recife UFRPE/UFPE**, 2021a. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/eneqpe2020/240961-a-insercao-e-discussao-de-aspectos-de-natureza-da-ciencia-em-sala-de-aula-a-partir-de-uma-atividade-baseada-em-fi>. Acesso em: 28 set. 2023.
- Siqueira, E. C. P.; Santos, M.; Corrêa, R. G. A introdução de aspectos de Natureza da Ciência em contextos de ensino a partir de um filme. In: Franco, L. G. (org.). **Ciência em contexto: propostas para construir espaços-tempos de ciência na escola**. São Paulo: Na Raiz, 2021b. p. 172-189. DOI: 10.5281/zenodo.5242285.
- Souza, C. B. S.; **Concepções sobre ciência, cientista e investigação das crianças e alunos da educação básica e sua relação com a pesquisa em Educação em Ciências**. 2022. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2022.
- Souza, C. B. S.; Santana, U. S.; Moura, A. R. M.; Souza, L. S. Natureza da Ciência na Educação Básica: uma análise de documentos curriculares oficiais. **Revista Prática Docente**, v. 8, n. 1, p. 1-23, 2023. DOI: 10.23926/rpd.2023.v8.n1.e23009.id1676.
- Stake, R. E. The Case Study Method in Social Inquiry. **Educational Researcher**, v. 7, n. 2, p. 5-8, 1978.
- Stake, R. E. **The Art of Case Study Research**. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995. 96 p.
- Stake, R. E. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011. 263 p.
- Vilas Boas, A.; Silva, M. R.; Passos, M. M.; Arruda, S. M. História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 287-322, 2013. DOI: 10.5007/2175-7941.2013v30n2p287.
- Vesterinen, V.; Aksela, M. Design of Chemistry Teacher Education Course on Nature of Science. **Science & Education**, v. 22, n. 9, p. 2193-2225, 2013. DOI: 10.1007/s11191-012-9506-0.
- Wong, S. L.; Hodson, D. 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. DOI: 10.1080/09500690903104465.
- Yacoubian, H. A. A Framework for Guiding Future Citizens to Think Critically About Nature of Science and Socioscientific Issues. **Canadian Journal of Science**,

Mathematics and Technology Education, Toronto, v. 15, n.3, p. 248-260, 2015. DOI: 10.1080/14926156.2015.1051671.

Yin, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

Zeidler, D. L.; Sadler, T. D.; Simmons, M. L.; Howes, E. V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005. DOI: 10.1002/sce.20048.

APÊNDICE A – Perguntas que orientaram a entrevista inicial

<p>Quando você está na sala de aula, o que você considera mais importante de ser ensinado? Por quê?</p> <p>(Caso o professor não apresente em sua resposta algo relacionado a NdC) Em relação as discussões de NdC, quais discussões você considera importante de ter com os alunos durante as aulas?</p>
<p>Você vivenciou discussões relacionadas a NdC em sua formação?</p> <p>(Caso a resposta seja afirmativa) Em que momentos de sua formação você vivenciou discussões relacionadas a NdC? E como foram essas discussões?</p> <p>(Caso a resposta seja negativa) Onde e como você aprendeu NdC?</p>
<p>Qual foi a importância dessas discussões para sua formação?</p>
<p>Você considera importante que os seus alunos vivenciem discussões relacionadas a NdC? Por quê?</p>
<p>Você leva discussões relacionadas a NdC para suas salas de aula?</p> <p>(Caso a resposta seja afirmativa) Como são feitas essas discussões? Você poderia me dar um exemplo? Elas ocorrem em algum momento específico do ano letivo? Por quê?</p> <p>(Caso a resposta seja negativa) Por quê?</p>
<p>Há relação entre o que você aprendeu de NdC em sua formação com o que você faz em sala de aula?</p> <p>(Caso a resposta seja afirmativa) Como se dá essa relação?</p> <p>(Caso a resposta seja negativa) A que você atribui a falta de relação? Por quê?</p>

APÊNDICE B – Perguntas que orientaram a entrevista sobre a proposta de ensino de Natureza da Ciência apresentado pelo sujeito de pesquisa

Quais discussões de NdC podem ser levantadas a partir das situações de ensino propostas?
Como você conduziria as discussões de NdC a partir dessas situações de ensino?
Seus conhecimentos sobre o MoCEC v.2 impactou nas respostas dadas para as questões acima? Por quê?

APÊNDICE C – Perguntas que orientaram a entrevista depois do planejamento da situação de ensino

Considerando o tópico que será ensinado, o que você considera importante de ser ensinado?
Ao final da sequência didática, o que você esperaria que os alunos devam ter aprendido?
Quais aspectos de NdC você pretende discutir nessas aulas? Por quê?
Como você pretende discuti-los? Por que escolheu fazer dessa forma?
O modelo (MoCEC v.2) contribuiu para o seu planejamento? (Caso a resposta seja afirmativa) Como? (Caso a resposta seja negativa) Por quê?
Considerando a forma como você pretende ensinar, você acha que isso pode trazer contribuições para o aprendizado de NdC dos estudantes? Como?
Seus alunos possuem algum conhecimento sobre o assunto da aula? Como você teve acesso a essa informação?
E sobre os aspectos de NdC que serão discutidos, os alunos possuem conhecimentos sobre eles? Como você teve acesso a essa informação?
Quando você elaborou o planejamento, você pensou/considerou as dificuldades dos alunos em relação aos conteúdos de NdC? (Caso a resposta seja afirmativa) Como? (Caso a resposta seja negativa) Por quê?

ANEXO A – Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências versão 2

Área de conhecimento	Aspecto de NdC	Caracterização do aspecto de NdC
Filosofia da Ciência	Epistemologia	Reflexão do todo, ou seja, em torno da natureza, objetivos, valores, critérios, processos e práticas científicas e/ou epistêmicas. Assim, é um aspecto que possibilita reflexões sobre os limites e alcances da construção do conhecimento científico.
	Ética	Valores éticos e morais que norteiam as práticas científicas e/ou epistêmicas, ou que subsidiam as decisões tomadas na respectiva área.
	Lógica	Maneira de pensar e raciocínios relacionados à construção do conhecimento científico.
Psicologia da Ciência	Complexidade	Como, durante os processos de produção e uso de conhecimentos científicos, um cientista pode ter dificuldades para compreender alguma parte deles devido à sua complexidade.
	Criatividade	Capacidade que um cientista possui para elaborar, produzir e/ou inventar algo novo, bem como inovar a partir de algo que já exista, durante os processos de produção e uso do conhecimento científico.
	Falibilidade	Como cada cientista identifica e lida com erros durante o processo de produção e uso do conhecimento científico.
	Incerteza	Como cada cientista lida com as incertezas ⁴⁶ , mais precisamente como ele toma consciência, se posiciona e, quando possível ou necessário, toma decisões frente a elas.
	Influência motivacional	Influências que as motivações intrínsecas e/ou extrínsecas de um cientista podem sofrer e/ou exercer nos processos de produção e uso do conhecimento científico.
	Inteligência	Características intelectuais de um cientista referentes a como ele compreende, relaciona e faz escolhas relativas a determinado conhecimento científico durante os processos de produção e uso dele, de forma que seja possível pensar no cientista com inteligência “regular”, isto é, não tendo uma inteligência fora do padrão (como a de um “gênio”).
	Limitação	Como, devido a fatores internos e/ou externos, um cientista pode vivenciar dificuldades, ou mesmo se encontrar impossibilitado de dar continuidade ao processo de produção e uso de determinado conhecimento científico.
	Não linearidade do pensamento	Como o pensamento de um cientista não se modifica linearmente ao longo dos processos de produção e uso do conhecimento científico.
	Objetividade	Como um cientista pode pensar e agir de maneira direta, ou seja, ser focado em uma meta, durante os processos de produção e uso do conhecimento científico.
	Personalidade	Características individuais de um cientista ⁴⁷ que podem explicar seu comportamento em determinada situação ao longo dos processos de produção e uso do conhecimento científico.
Racionalidade	Como um cientista pode pensar e agir em conformidade com a razão, isto é, como ele pode relacionar pensamentos seguindo	

⁴⁶ Algo para o qual não podemos prever precisamente o resultado ou criar uma explicação.

⁴⁷ Por exemplo, se ele é honesto e incorruptível em determinada situação

		alguma lógica, durante os processos de produção e uso do conhecimento científico.
	Representação	Capacidade que um cientista possui de expressar uma ideia de forma verbal, visual, matemática ou outra (por exemplo, ao pensar e/ou produzir analogias e modelos durante os processos de produção e uso do conhecimento científico).
	Subjetividade	Como os modos de pensar e/ou agir de um cientista se relacionam com suas próprias concepções prévias, que podem ser diferentes das de outro cientista e não necessariamente embasadas em alguma lógica explícita.
Antropologia da Ciência	Incomensurabilidade	Aspectos envolvendo o conceito de cultura ⁴⁸ , resultando nas ideias de que não existe cultura boa ou ruim, melhor ou pior; existem diferentes culturas. Portanto, o conhecimento científico pode ser construído, interpretado e valorizado de maneiras diferentes, de acordo com as diferentes culturas.
	Influência cultural	Influências ⁴⁹ que a cultura pode sofrer e/ou exercer em relação a determinado conhecimento científico. Assim, indivíduos que manifestam diferentes culturas podem interpretar um mesmo fenômeno de maneiras diferentes.
Sociologia da Ciência	Aceitabilidade	Como o conhecimento é produzido, comunicado, avaliado, revisado e validado pelos cientistas para que seja aceito como científico.
	Credibilidade	<i>Status</i> que os cientistas, as instituições, os prêmios (por exemplo, o Nobel) e/ou a própria Ciência possuem frente à comunidade científica e/ou à sociedade.
	Falibilidade	Como os cientistas se articulam na comunidade acadêmica perante os erros, sejam seus ou de outro(s) cientista(s), durante o processo de produção do conhecimento científico.
	Incerteza	Como os cientistas, enquanto grupo de profissionais, tomam consciência, se posicionam, e/ou, quando possível ou necessário, tomam decisões frente a incertezas.
	Influência sociopolítica	Influências que a sociedade na qual os cientistas estão inseridos e a política (local ou global) podem sofrer e/ou exercer durante o processo de produção do conhecimento científico. Por exemplo, como questões sociais e políticas iluminadas por diferentes posturas influenciam no desenvolvimento de pesquisas sobre um determinado tema e/ou como as pesquisas realizadas interferem no meio social e político.
	Interação entre cientistas	Diferentes modos de interação entre cientistas, por exemplo, parcerias, contribuições, discordâncias e disputas durante o processo de produção do conhecimento científico.
Economia da Ciência	Acesso ao conhecimento	Exclusividade do acesso aos conhecimentos científicos e suas implicações no valor monetário agregado a eles, e em quem pode usufruir, direta ou indiretamente, de tais conhecimentos.
	Aplicabilidade	Interesse das instituições que estão envolvidas nos processos de produção, desenvolvimento e/ou utilização de conhecimentos científicos na utilização deles.
	Competitividade	Competição entre instituições ao longo dos processos de produção, desenvolvimento e/ou aplicação do conhecimento

⁴⁸ Conjunto de crenças, hábitos, formas de vestir, pensar, agir, falar, comer, caminhar, rezar, entre outros, ou seja, é o que é passado, adquirido, aprendido, vivido e compartilhado entre os indivíduos (Laraia, 2001).

⁴⁹ Advindas, segundo Santos, Maia e Justi (2020), de posturas relacionadas à degradação do meio ambiente, ao racismo, ao feminismo, entre outras.

		científico, visando a obtenção de patentes e/ou reconhecimento da inovação.
	Fonte de financiamento	Variedade de instituições, incluindo universidades, centros de pesquisas, laboratórios industriais, agências governamentais, empresas <i>spin-off</i> , entre outras, responsáveis pelo financiamento de pesquisas científicas.
	Investimento econômico	Como o investimento ao longo dos processos de produção e aplicação do conhecimento científico é gradativo e depende dos resultados desses processos e de fatores sociais, políticos, ambientais, entre outros.
	Produtividade	Interesse das instituições que estão envolvidas nos processos de produção e aplicação do conhecimento científico no retorno financeiro advindo do mesmo.
	Publicidade	Interesse de instituições que estão envolvidas nos processos de produção, desenvolvimento e utilização de conhecimentos científicos na divulgação deles, com objetivo de obter financiamento e/ou mercantilização e comercialização.
	Viabilidade	Processo de avaliação para definir e/ou justificar os investimentos em pesquisas científicas.
História da Ciência	Influência histórica	Influências que o contexto histórico pode sofrer e/ou exercer em relação aos processos de produção e uso de determinado conhecimento científico ao longo do tempo.
	Multiplicidade	Diversas narrativas de, e/ou interpretações diferentes para, um mesmo episódio histórico em relação a um determinado conhecimento científico.
	Não linearidade	Não existência de um único caminho para o desenvolvimento do conhecimento científico, incluindo os resgastes de ideias apresentadas em pesquisas anteriores, os imprevistos e as mudanças nas pesquisas sobre um determinado conhecimento científico que foram ocorrendo ao longo do tempo.
	Progressividade	Processo pelo qual um determinado conhecimento científico foi produzido, comunicado, avaliado, revisado e validado de maneira gradativa ao longo do tempo. Assim, fica evidenciado que o conhecimento não é construído de uma única vez e que os processos de produção do conhecimento científico demandam tempo para ocorrer.
	Provisoriedade	Ocorrência de mudanças em um determinado conhecimento científico ao longo do tempo, havendo o abandono de algumas ideias em detrimento de novas construções, o que é consequência de o processo ser dinâmico, não linear e progressivo.

Fonte: Adaptado de Santos, Maia e Justi, (2020).

**ANEXO B – Caso Sociocientífico sobre o rompimento da barragem em
Brumadinho/MG**

**Atividade: Rompimento da Barragem de Rejeitos B1 da Mina do Córrego do
Feijão em Brumadinho/MG**

Esta atividade tem como objetivo contribuir para que você, além de tomar consciência de problemas gerados pelo processo de mineração desenvolvido em nosso país, analise tais problemas.

Informações: O rompimento da barragem de rejeitos do processo de mineração aconteceu no dia 25 de janeiro de 2019 e resultou em uma das maiores tragédias ambientais no Brasil (a maior foi em Mariana). Tal rompimento é considerado o maior acidente de trabalho do país. Isto porque, ele causou 259 mortes e ainda continuam desaparecidos 11 corpos (dados de 25 de janeiro de 2021 – dois anos após a tragédia). A barragem de rejeitos B1 que havia sido classificada como de “baixo risco” de rompimento e “alto potencial de danos” em caso de rompimento, era controlada pela empresa Vale S.A. Tal barragem estava situada na região do Córrego do Feijão, município de Brumadinho, que fica a 65 km de Belo Horizonte.

Situação-problema: *Como você analisa uma das maiores tragédias ambientais do Brasil: o rompimento da barragem de rejeitos B1 da mina do Córrego do Feijão em Brumadinho?*

Esta análise pode se basear em alguns questionamentos como:

- A empresa responsável pela construção da barragem é culpada ou não pelo seu rompimento?
- A empresa responsável pela utilização da barragem é culpada ou não pelo seu rompimento?
- Existe(m) ou não culpado(s)?
- A empresa responsável pela mineração na região de Brumadinho deve interromper suas atividades ou não?
- A Mina do Córrego do Feijão deve ser fechada ou não? Se sim, quais seriam as possíveis fontes de emprego para os moradores sobreviventes da tragédia?
- Quais podem ser as futuras fontes de arrecadação da cidade?

• As indenizações a serem pagas para os parentes de vítimas da tragédia pela empresa responsável pela mineração na região de Brumadinho podem amenizar alguns aspectos? Se sim, em quais? Como? Se não, por quê?

A análise de tal tragédia deve ser realizada de maneira holística, isto é, considerando não apenas a tragédia em si, mas também a atual situação em que a cidade de Brumadinho se encontra, ou seja, os impactos causados pela tragédia. Assim, uma análise inicial pode suscitar outros questionamentos como:

• Existem pesquisas que visam identificar quais rejeitos estão presentes na lama, e quais os possíveis impactos que eles podem causar?

• Existem tecnologias para monitoramento e recuperação de águas (por exemplo, do rio Paraopeba) e rejeitos (por exemplo, os oriundos da lama)? Se sim, quais são elas?

• Onde elas estão sendo desenvolvidas?

• As universidades têm desenvolvido pesquisas nessa área? Se sim, quem tem financiado tais pesquisas?

• Quais conceitos científicos elas envolvem ou utilizam?

• Elas estão sendo aplicadas? Se sim, como? Se não, por quê?

• Estes rejeitos (por exemplo, os oriundos da lama), são efetivamente rejeitos? Ou será que eles podem ser vistos como coprodutos?

• Se são coprodutos, qual destinação pode ser dada a eles?

• Esta destinação é viável economicamente?

• Qual potencial de mercado esta destinação apresenta?

• Por que a questão econômica tem sido determinante, isto é, permeia todas as informações relacionadas à tragédia e às decisões que vem sendo, ou não, tomadas?

Para que você consiga realizar uma análise de maneira holística, é necessário levar em consideração diversos aspectos como científicos, tecnológicos, sociais, ambientais, morais, éticos,

psicológicos, econômicos, dentre outros, e os articular com as atuais políticas públicas em relação ao meio ambiente. Afinal de contas, nossos representantes é que são os “verdadeiros” tomadores de decisões. Portanto, é preciso que eles sejam informados sobre qual mineração, nós, cidadãos crítico-reflexivos, queremos, ou seja, sobre os critérios necessários para a realização de um processo de mineração considerado “ideal”.

Para saber mais informações sobre o rompimento da Barragem de Rejeitos da Mina do Córrego do Feijão em Brumadinho, acesse links como os abaixo:

- i. MPF diz que Vale privilegiou lucro à segurança de trabalhadores em mina

<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/reuters/2019/02/14/mpf-diz-que-vale-privilegiou-lucro-a-seguranca-do-trabalhador-em-brumadinho.htm>

- ii. Com luto, ódio e busca por corpos, Brumadinho (MG) teme futuro sem a Vale

<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/reporter-brasil/2019/02/25/com-luto-odio-e-busca-por-corpos-brumadinho-teme-futuro-sem-a-vale.htm>

- iii. Vale fecha acordo para pagar R\$ 700 mil a parentes de vítimas de barragem em Brumadinho

<https://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,vale-fecha-acordo-para-pagar-r-700-mil-a-parentes-de-vitimas-de-barragem-em-brumadinho,70002923298>

Para saber mais informações sobre tecnologias para monitoramento e recuperação de águas e rejeitos em situações emergenciais, acesse links como os abaixo:

- i. Lama da barragem de Brumadinho já matou mais da metade do rio Paraopeba

<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/02/lama-barragem-brumadinho-minas-gerais-vale-mineracao-paraopeba-poluicao>

- ii. Workshop Emergencial: Tecnologias para Monitoramento e Recuperação de Águas e Rejeitos

https://www.youtube.com/watch?v=Uz_zLkv1hLw&t=9s

- iii. II Workshop Emergencial: Tecnologias para Monitoramento e Recuperação de Águas e Rejeitos

<https://www.youtube.com/watch?v=xLSUuQv1cYE>

Além das informações contidas nestes links, você pode e deve buscar mais informações em outras fontes.

Após a análise das informações contidas nas fontes consultadas, elabore e registre argumentos baseados em evidências, ou seja, bem fundamentados, para se posicionar com relação aos possíveis questionamentos apresentados anteriormente. Isto será essencial para que você participe da discussão.

Questões para a professora refletir:

Quais discussões de Natureza da Ciência podem ser levantadas a partir da situação de ensino acima?

Como você conduziria as discussões de Natureza da Ciência a partir dessa situação de ensino?

Fonte: Adaptado de Santos e Justi (2020a).

ANEXO C – Planejamento inicial da proposta de ensino desenvolvida pela professora

Conteúdo: Modelos Atômicos.

Objetivo: Apresentar a evolução histórica dos Modelos Atômicos, contemplando a Química desde seus primórdios até a proposição dos quatro principais modelos Atômicos.

Público-alvo: 1º Ano do Ensino Médio.

Tempo previsto: 5 horas/aula.

Além do Conteúdo: durante a discussão busca-se introduzir e discutir aspectos de Natureza da Ciência nas áreas de Filosofia, Psicologia, Sociologia, Economia e História. É importante destacar que durante as discussões, um esquema escrito é construído no quadro, o qual os estudantes copiam, e são avaliados por visto ao fim de cada aula. Se a escola oferece de fácil acesso equipamentos multimídia, utilizo-os para apresentar gravuras e fotografias dos tempos e cientistas citados, caso contrário, utilizo um livro didático. Além de apresentar os Modelos Atômicos e suas principais características, busco apresentar alguma característica marcante dos cientistas, ou situações que envolveram o cenário da construção científica. Em algumas situações, em momentos de avaliação, alguns estudantes mostram que associam mais a característica do cientista que a característica do modelo, por exemplo: *O modelo de Dalton é vermelho porque ele era daltônico*".

Pontos abordados:

- **Os primórdios da Química:** inicio a discussão perguntando aos estudantes qual a primeira reação química que eles conheceram. É comum nesse momento citarem mudanças de estado físico, e em algumas situações é preciso intervir de forma a direcionar as respostas. O ideal é que os alunos citem reações induzidas pelo aquecimento, utilizando o fogo. O objetivo é discutir com os alunos quando o homem teve contato com a Química, mesmo que de forma intuitiva, o que aconteceu na pré-história, quando os homens antigos passaram a usar o fogo ao seu favor, realizando reações de cocção de alimentos e barro, no forjamento de metais e de forma indireta, na fabricação de vidro (em comunidades que alocavam em terrenos arenosos).
- **Grécia antiga:** apresento aos estudantes o início da Filosofia, citando a teoria dos 4 elementos. Nesse momento os estudantes participam bastante, já que conhecem diversos filmes, livros, séries e desenhos que contemplam parte do assunto. É importante ressaltar para os estudantes que esta teoria não foi proposta completamente em uma mesma época, e sim, por quatro filósofos diferentes, que propuseram um elemento primordial (água, fogo, terra, ar) em épocas diferentes, e que em determinado momento, Aristóteles propôs o amor e ódio, que uniam ou separavam tais elemento na constituição de tudo que existe.
- **Idade Média:** nesta época contemplo a Alquimia. Os estudantes também citam obras que conhecem sobre a Pedra Filosofal, e participam muito. Nesse momento é importante ressaltar a aproximação e a pesquisa que os alquimistas faziam sobre a matéria, e quanto se

desenvolveu sobre a própria Química. Para subsidiar as discussões eu uso um trecho de um artigo da QNEsc sobre o alquimista Sendivogius.

- Antonie Lavoisier: conto a história do Lavoisier, seu casamento, sua participação no Governo Francês, sua pesquisa sobre a pólvora, a acusação de desvio de dinheiro, e sua morte. Destaco o desenvolvimento científico que ele e a esposa fizeram em seu laboratório particular, em relação ao isolamento do gás oxigênio, bem como a proposição da Lei de Conservação das Massas.
- Dalton: conto um pouco sobre a vida de Dalton, sua personalidade, sua doença ocular e seu modelo. Não gosto de associar analogias, porque já vivenciei momentos em que a analogia foi gravada e o modelo não, sem falar que muitas analogias implicam em falhas que não se associam ao modelo. Prefiro apresentar os quatro postulados de Dalton, ao invés de reduzir a três características principais (maciço, indivisível e indestrutível).
- Thomson: antes de citar especificamente o modelo, eu trago uma reflexão sobre o descobrimento da natureza elétrica da matéria, citando Darwin. Desenho e explico o tubo de raios catódicos e já cito a relação de Thomson com Rutherford. Cito o modelo e suas principais características.
- Radioatividade: antes de apresentar o próximo modelista eu falo sobre a descoberta da Radioatividade, citando a história de Marie e Pierre Curie, e todos os avanços que a descoberta proporcionou à sociedade.
- Rutherford: eu começo assim: *lembra do aluno do Thomson?* Aí conto e desenho a experiência da lâmina de Ouro. Cito a participação dos outros dois cientistas Geiser e Marsden na pesquisa. Destaco o tempo de duração dos trabalhos e o quanto as conclusões de Rutherford mudaram os rumos da comunidade científica.
- Bohr: aqui eu complemento o modelo de Rutherford, e cito objetos que apresentam luminescência, fogos de artifício, e outros fenômenos que podem ser explicados através do modelo. Se a escola tiver laboratório e insumos, eu faço um teste de chama com sais. Mas só tive essa oportunidade uma vez.

Ao fim da discussão, o estudante consegue elaborar uma linha do tempo evolutiva, além de reconhecer as principais partículas do átomo, bem como sua localização.

Avaliação: o conteúdo da avaliação abrange este planejamento, mais alguns conceitos. O estudante é avaliado na participação, no caderno, lista de exercícios e avaliação bimestral.

ANEXO D – Planejamento final da situação de ensino proposta pela professora

Conteúdo: Modelos Atômicos.

Objetivo: Apresentar a evolução histórica dos Modelos Atômicos, contemplando a Química desde seus primórdios até a proposição dos quatro principais modelos Atômicos.

Público-alvo: 1º Ano do Ensino Médio.

Tempo previsto: 5 horas/aula.

Além do Conteúdo: durante a discussão busca-se introduzir e discutir aspectos de Natureza da Ciência nas áreas de Filosofia, Psicologia, Sociologia, Economia e História. É importante destacar que durante as discussões, um esquema escrito é construído no quadro, o qual os estudantes copiam, e são avaliados por visto ao fim de cada aula. Se a escola oferece de fácil acesso equipamentos multimídia, utilizo-os para apresentar gravuras e fotografias dos tempos e cientistas citados, caso contrário, utilizo um livro didático. Além de apresentar os Modelos Atômicos e suas principais características, busco apresentar alguma característica marcante dos cientistas, ou situações que envolveram o cenário da construção do conhecimento científico. Em algumas situações, em momentos de avaliação, alguns estudantes mostram que associam mais a característica do cientista que a característica do modelo, por exemplo: *O modelo de Dalton é vermelho porque ele era daltônico*".

Pontos abordados:

- **Os primórdios da Química:** início a discussão perguntando aos estudantes qual a primeira reação química que eles conheceram. É comum nesse momento citarem mudanças de estado físico, e em algumas situações é preciso intervir de forma a direcionar as respostas. O ideal é que os alunos citem reações induzidas pelo aquecimento, utilizando o fogo. O objetivo é discutir com os alunos quando o homem teve contato com a Química, mesmo que de forma intuitiva, o que aconteceu na pré-história, quando os homens antigos passaram a usar o fogo ao seu favor, realizando reações de cocção de alimentos e barro, no forjamento de metais e de forma indireta, na fabricação de vidro (em comunidades que alocavam em terrenos arenosos).

Aspectos que podem ser discutidos:

Progressividade (HC): Considerei esse aspecto pois a partir dessas discussões fica evidente o progresso pelos quais os conhecimentos passam com o tempo.

Incerteza (SC): Tal aspecto poderia ser considerando pois ele reflete incertezas que a humanidade passou nesse período de tempo histórico, por exemplo, a questão do manuseio do fogo pelo homem pré-histórico, que pode ter tido dúvidas quanto ao seu uso.

- **Grécia antiga:** apresento aos estudantes o início da Filosofia, citando a teoria dos 4 elementos. Nesse momento os estudantes participam bastante, já que conhecem diversos filmes, livros,

séries e desenhos que contemplam parte do assunto. É importante ressaltar para os estudantes que esta teoria não foi proposta completamente em uma mesma época, e sim, por quatro filósofos diferentes, que propuseram um elemento primordial (água, fogo, terra, ar) em épocas diferentes, e que em determinado momento, Aristóteles propôs o amor e ódio, que uniam ou separavam tais elementos na constituição de tudo que existe.

Aspectos que podem ser discutidos:

Psicologia da Ciência de forma geral, em especial **Criatividade** e **Subjetividade**, dadas as características individuais dos indivíduos que ali participavam da produção de conhecimento, como suas invenções, e como os conhecimentos que eles tinham na época contribuíam para o avanço de suas pesquisas.

Epistemologia (FC): Construção dos primeiros pensamentos científicos, papel das hipóteses, teorias etc.

- **Idade Média**: nesta época contemplo a Alquimia. Os estudantes também citam obras que conhecem sobre a Pedra Filosofal, e participam muito. Nesse momento é importante ressaltar a aproximação e a pesquisa que os alquimistas faziam sobre a matéria, e quanto se desenvolveu sobre a própria Química. Para subsidiar as discussões eu uso um trecho de um artigo da QNEsc sobre o alquimista Sendivogius.

Epistemologia (FC): Nessa época havia falta da comunicação do conhecimento entre os alquimistas, era uma busca individual (elixir da vida) e não coletiva, o que reflete limitações do conhecimento da época, e das consequências da linguagem e da perseguição.

Limitação (PC): Devido à falta de equipamentos, infraestrutura e tecnologias.

Incerteza (PC): Dada a falta de tecnologias, e conhecimentos da época, os pensadores daquele tempo poderiam encontrar dificuldades e incertezas ao interpretar os fenômenos observados e estudados no referido período.

Inteligência (PC): A partir deste aspecto é possível discutir as formas como esses pensadores lidavam com, e construíam, os conhecimentos vigentes da época.

Representação (PC): Linguagem própria rica em simbolismos, que pode estar relacionado com a **Personalidade** (PC) do cientista, dado que a forma de representar dele refletia suas preferências pessoais.

Influência sociopolítica (SC): Em um contexto religioso que não aceitava ideias de pensadores da época, assim como dificultava propagação do conhecimento.

Aceitabilidade (SC): Relacionado à como o conhecimento não era aceito pela sociedade muito religiosa da época.

Credibilidade (SC): Falta de credibilidade que os pensadores/alquimistas da época tinham frente à Igreja.

Influência histórica (HC): Momento histórico em que a religião dominava os pensamentos da época.

Provisoriedade (HC): Devido às reflexões sobre como os conhecimentos dessa época se desenvolveram.

Viabilidade (EC) e Publicidade (EC): Pela interferência da Igreja ela inviabiliza a visibilidade e publicação desse conhecimento.

- Antonie Lavoisier: conto a história do Lavoisier, seu casamento, sua participação no Governo Francês, sua pesquisa sobre a pólvora, a acusação de desvio de dinheiro, e sua morte. Destaco o desenvolvimento científico que ele e a esposa fizeram em seu laboratório particular, em relação ao isolamento do gás oxigênio, bem como a proposição da Lei de Conservação das Massas.

Psicologia de forma geral por enfatizar a figura de um cientista.

Credibilidade (SC): Devido ao prestígio que Lavoisier tinha na época, tanto no meio científico quanto social e, posteriormente, a falta do prestígio social, que culminou na sua morte.

Influência sociopolítica (SC): Devido ao contexto de guerras da época, Lavoisier foi levado a trabalhar com a pólvora, o que resultou em muitos de seus trabalhos. Além de que, diante dos conflitos da época, no âmbito da Revolução Francesa, ele foi acusado de desviar verba, o que resultou na sua morte.

Influência histórica (SC): Época do Renascimento, em que o conhecimento científico era melhor visto pela sociedade do que na época da Idade Média, por exemplo.

Interações entre cientistas (SC): Relação de Lavoisier com sua esposa Marie Anne.

Economia da Ciência (verba e demanda): Poderia discutir aspectos da Economia da Ciência, pois Lavoisier tinha poder econômico.

- Dalton: conto um pouco sobre a vida de Dalton, sua personalidade, sua doença ocular e seu modelo. Não gosto de associar analogias, porque já vivenciei momentos em que a analogia foi gravada e o modelo não, sem falar que muitas analogias implicam em falhas que não se associam ao modelo. Prefiro apresentar os quatro postulados de Dalton, ao invés de reduzir a três características principais (maciço, indivisível e indestrutível).
- Thomson: antes de citar especificamente o modelo, eu trago uma reflexão sobre o descobrimento da natureza elétrica da matéria, citando Darwin. Desenho e explico o tubo de raios catódicos e já cito a relação de Thomson com Rutherford. Cito o modelo e suas principais características.
- Radioatividade: antes de apresentar o próximo modelista eu falo sobre a descoberta da Radioatividade, citando a história de Marie e Pierre Curie, e todos os avanços que a descoberta proporcionou à sociedade.
- Rutherford: eu começo assim: *lembra do aluno do Thomson?* Aí conto e desenho a experiência da lâmina de Ouro. Cito a participação dos outros dois cientistas Geiser e

Marsden na pesquisa. Destaco o tempo de duração dos trabalhos e o quanto as conclusões de Rutherford mudaram os rumos da comunidade científica.

- **Bohr:** aqui eu complemento o modelo de Rutherford, e cito objetos que apresentam luminescência, fogos de artifício, e outros fenômenos que podem ser explicados através do modelo. Se a escola tiver laboratório e insumos, eu faço um teste de chama com sais. Mas só tive essa oportunidade uma vez.

Ética: Não contrapor os trabalhos de seu orientador. E cuidado ao se propor conceitos novos, visto que a Ciência já era uma área mais consolidada, e o que fosse apresentado à academia, deveria ter robustez.

Psicologia de forma geral.

Sociologia da Ciência: **Aceitabilidade, Falibilidade e Credibilidade.**

Ao fim da discussão, o estudante consegue elaborar uma linha do tempo evolutiva, além de reconhecer as principais partículas do átomo, bem como sua localização.


Avaliação: o conteúdo da avaliação abrange este planejamento, mais alguns conceitos. O estudante é avaliado na participação, no caderno, lista de exercícios e avaliação bimestral.

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO OU TESE DE DOUTORADO

Declaro que a presente dissertação/tese é original, elaborada especialmente para este fim, não tendo sido apresentada para obtenção de qualquer título e que identifico e cito devidamente todas as autoras e todos os autores que contribuíram para o trabalho, bem como as contribuições oriundas de outras publicações de minha autoria.

Declaro estar ciente de que a cópia ou o plágio podem gerar responsabilidade civil, criminal e disciplinar, consistindo em grave violação à ética acadêmica.

29 de novembro de 2023
Brasília, (dia) de (mês) de (ano).

Documento assinado digitalmente
 MARCONDES MEDEIROS DE LIMA
Data: 29/11/2023 09:33:04-0300
Verifique em <https://validar.itf.gov.br>

Assinatura do/a discente: _____

Programa: Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências

Nome completo: Marcondes Medeiros de Lima

Título do Trabalho: Discussões de Natureza da Ciência conduzidas por uma professora de Química do Ensino Básico: análise das contribuições do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências

Nível: Mestrado Doutorado

Orientador/a: Stefannie de Sá Ibraim