

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Exatas

Departamento de Química

Bárbara Vitória de Sousa Marciano

**A NATUREZA DA CIÊNCIA E O CINEMA: Uma análise sobre a mobilização de
aspectos de Natureza da Ciência a partir do filme “Oppenheimer”**

Belo Horizonte

2025

Bárbara Vitória de Sousa Marciano

A NATUREZA DA CIÊNCIA E O CINEMA: Uma análise sobre a mobilização de aspectos de Natureza da Ciência a partir do filme “Oppenheimer”

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Minas Gerais como parte dos requisitos para obtenção do título de licenciada em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Monique Santos

Belo Horizonte

2025

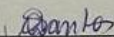
ATA DA DEFESA

UFMG

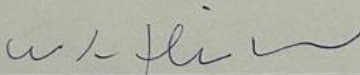
COLEGIADO DE QUÍMICA
Instituto de Ciências Exatas
Fone: (031) 3409-5799/6386
E-mail: colgradqui@icex.ufmg.br

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Química Licenciatura da Universidade Federal de Minas Gerais, da estudante Bárbara Vitória de Sousa Marciano, nº de registro 2021038909.

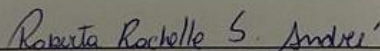
O Trabalho de Conclusão de Curso da estudante **Bárbara Vitória de Sousa Marciano**, intitulado **A NATUREZA DA CIÊNCIA E O CINEMA: Uma análise sobre a mobilização de aspectos de Natureza da Ciência a partir do filme "Oppenheimer"** foi avaliado e aprovado pela Banca Examinadora constituída pela Profa. Monique Aline Ribeiro dos Santos (DQ - UFMG), orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso, Prof. Célio da Silveira Júnior (FaE - UFMG) e Profa. Roberta Rochelle Souza André no dia 03 de dezembro de 2025.



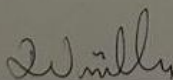
Profa. Monique Aline Ribeiro dos Santos



Prof. Célio da Silveira Júnior



Profa. Roberta Rochelle Souza André



Prof. Dario Windmöller

Coordenador do Colegiado dos Cursos de Graduação em Química e Química Tecnológica
ICEx - UFMG

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me deu o dom da vida e me amparou em tantos momentos de angústia e aflição. Eu nada seria sem a sua presença em minha vida.

À minha mãe, Rosimeire Maria de Sousa, que viveu esse sonho comigo e que por diversas vezes acalmou meu coração e me deu colo. Ela quem me mostrou a importância do estudo desde criança e quem me tornou a estudante que sou. Mãe, saiba que se cheguei até aqui, foi graças a você. Meu maior orgulho é ser sua filha. Ao meu pai, Aguinaldo Marciano de Souza, que trabalhou incansavelmente para que eu pudesse viver não só esse, mas todos os meus sonhos, enquanto renunciou aos seus. Ele me ensinou muito sobre o amor e sobre o valor da família. Pai, mesmo distante saiba que esse diploma é seu também.

À minha namorada, Ana Clara da Costa Rodrigues, que por diversas vezes deixou seus afazeres de lado para me auxiliar em qualquer coisa que eu precisasse. Foi por causa dela que, muitas vezes, pude estudar horas à fio, pois todo o resto ela já havia feito. Ela quem madrugou inúmeras vezes para me levar em estágios ou em qualquer lugar que fosse preciso. Agradeço por comprar esse sonho comigo.

À minha prima, Maria Clara Santana e Silva, que me apoiou em tantos momentos de desespero e angústia, você foi essencial para tornar esse processo mais leve.

Aos amigos e colegas de faculdade agradeço com muito carinho e gratidão, vocês foram essenciais para aliviar os dias difíceis.

À Universidade Federal de Minas Gerais, que de maneira gratuita, oferta um ensino de qualidade e para todos. Aos professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica, em especial aos professores da área de Ensino, vocês são parte da professora que serei.

À minha orientadora, Monique Aline Ribeiro dos Santos, que me auxiliou ao longo da construção deste trabalho e que tornou sua execução possível. Além de ser uma profissional excepcional, você também me mostrou que ser humana é essencial dentro de um ambiente que muitas vezes rouba essa vontade. Obrigada por todo carinho, cuidado e apoio. Saiba que sua trajetória e a pessoa que você é me inspiram todos os dias para além dos muros da universidade.

Finalmente, agradeço à Melyssa Arianne Miranda Parreiras (a *Best*), a pessoa que viveu de fato todo esse processo comigo. Foram incansáveis horas de estudo, dedicação e, por algumas vezes, desespero. Chegamos juntas em um caminho que trilhamos dessa maneira, juntas. *Best*, não existem palavras no mundo que consigam expressar o tamanho da gratidão que sinto. Você me ensina diariamente tanto sobre a vida, sobre a resiliência que precisamos para vivê-la, sobre a sabedoria nos momentos de angústia e sobre a alegria que precisamos para enfrentar as batalhas. Essa batalha, vencemos juntas, agradeço por estar sempre ao meu lado.

“Se a educação sozinha não transforma a
sociedade, sem ela tampouco a
sociedade muda”.

Paulo Freire

RESUMO

Pesquisadores em Educação em Ciências têm defendido a necessidade de desenvolver uma visão mais ampla e crítica *sobre* Ciências, abordando aspectos de Natureza da Ciência (NdC) para além dos conteúdos conceituais. Através dessa inserção, busca-se a promoção da Alfabetização Científica (AC). Ao pensarmos na sociedade moderna, marcada pelas crises de confiança no discurso científico, torna-se necessário que os aspectos relacionados à comunicação da Ciência também estejam presentes, ampliando a AC e visando a promoção da Alfabetização Científica Midiática (ACM). O cinema se destaca como um recurso midiático expressivo e acessível, com potencial para introduzir aspectos de NdC. Mesmo com esse potencial, existem poucos trabalhos empíricos que relatam o uso dos filmes com esse propósito. Diante dessa lacuna, este trabalho objetivou analisar o uso do filme “Oppenheimer” (2023) para a mobilização de aspectos de NdC de maneira *contextualizada, explícita e integrada*. Para isso, foi realizado a análise de dados coletados (áudio e resposta escrita) em sala de aula, em uma aula temática sobre reações nucleares (fissão e fusão) com estudantes da Educação Básica. O referencial teórico-metodológico para o planejamento, mediação e análise, foi o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (MoCEC v.2 e v.3), dado o seu caráter didático e sua abordagem que engloba o caráter complexo e social da Ciência. Como resultado, foram identificados 11 aspectos de NdC, com maior frequência para *Não linearidade* (História da Ciência), *Interação entre cientistas* (Sociologia da Ciência), *Epistemologia* (Filosofia da Ciência) e *Objetivos* (Não especialistas - jornalista) da área Comunicação da Ciência. As discussões abordaram o papel do erro, a relação teoria-prática e a diferença entre comunicação e divulgação científica, evidenciando a capacidade dos filmes de atuarem na interface entre NdC e a promoção da ACM. Conclui-se que o MoCEC se mostrou uma ferramenta robusta, capaz de auxiliar o professor a abordar a Ciência como uma prática situada, humana e social. Por fim, os resultados empíricos reforçam o potencial do uso do cinema, aliado a inserção de aspectos de NdC na promoção de uma Educação em Ciências que favoreça a formação de cidadãos críticos e capazes de atuarem na realidade em que estão inseridos.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências Cinema; Oppenheimer; Alfabetização Científica Midiática.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AC –	Alfabetização Científica
ACM –	Alfabetização Científica Midiática
BNCC –	Base Nacional Comum Curricular
CC –	Comunicação da Ciência
CTS –	Ciência, Tecnologia e Sociedade
EJA –	Educação de Jovens e Adultos
FC –	Filosofia da Ciência
FRA –	<i>Family Resemblance Approach</i> (Abordagem de Semelhança de Família)
G –	Grupo
HC –	História da Ciência
LDB –	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MoCEC –	Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências
MoCEC v.2 –	Segunda versão do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências
MoCEC v.3 v	Terceira versão do Modelo de Ciências para a Educação em Ciências
NdC –	Natureza da Ciência
NdCS –	Natureza da Ciência em Sociedade
PC –	Psicologia da Ciência
PDCC –	Perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência

SC –	Sociologia da Ciência
SD –	Sequência Didática
TALE –	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE –	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC –	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema exposto para a ampliação das visões sobre a Alfabetização Científica	19
Figura 2 – Representação visual do MoCEC (<i>Science Eye</i>)	30
Figura 3 – Quadro com os aspectos e suas áreas de conhecimento presentes no MoCEC v.2	31
Figura 4 – Representação visual do MoCEC (<i>Science Eye</i>) versão 3	35
Figura 5 – Quadro com os principais aspectos que caracterizam a área Comunicação da Ciência presentes no MoCEC v.3	36
Figura 6 – Quadro de sistematização sobre reações nucleares construído durante o terceiro momento da aula	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Aspectos que poderiam ser mobilizados no primeiro momento da aula segundo o planejamento prévio	43
Quadro 2 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 letra a no primeiro momento da aula	44
Quadro 3 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 letra b no primeiro momento da aula	47
Quadro 4 – Respostas escritas dadas para a questão 2	50
Quadro 5 – Aspectos que poderiam ser mobilizados no segundo momento da aula segundo o planejamento prévio	51
Quadro 6 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 no segundo momento da aula	52
Quadro 7 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 2 no segundo momento da aula	54
Quadro 8 – Aspectos que poderiam ser mobilizados no terceiro momento da aula, na atividade do jornal, segundo o planejamento prévio	58
Quadro 9 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 letra b no terceiro momento da aula	59

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS	14
3. O ENSINO DE CIÊNCIAS: ENTRE CIÊNCIA, MÍDIA E EDUCAÇÃO.....	15
3.1. Alfabetização Científica	15
3.2. Alfabetização Científica Midiática e o uso do cinema	20
3.3. Natureza da Ciência e o ensino de Ciências.....	23
3.3.1. Segunda versão do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (MoCEC v.2).....	29
3.3.2. Terceira versão do Modelo de Ciências para a Educação em Ciências e a Comunicação da Ciência (MoCEC v.3).....	33
4. METODOLOGIA	38
4.1 Contextualização.....	38
4.2. A coleta dos dados e sua análise	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1. Primeiro momento da aula (Atividade 1).....	43
5.2. Segundo momento da aula (Atividade 2).....	51
5.3 Terceiro momento da aula.....	55
5.3.1 A sistematização (Atividades 1 e 2)	55
5.3.2. O jornal (Atividade 3)	58
5.4 Aspectos mobilizados: um panorama geral	61
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXO A – Atividades elaboradas durante a primeira versão da disciplina.....	72
APÊNDICE A- Atividade do jornal elaborada na terceira versão da disciplina..	74

1. INTRODUÇÃO

Diversos pesquisadores na área de Educação em Ciências têm discutido, nas últimas décadas, a importância de desenvolver uma visão mais ampla e crítica *sobre* Ciências entre os estudantes (Duschl, 2008; McComas, 2008; Allchin, 2017; Sasseron; Duschl, 2016; Santos; Maia; Justi, 2020). Para esses autores, possibilitar o desenvolvimento dessa visão consiste no processo de não limitar o ensino aos conteúdos conceituais, abordando também aspectos acerca do conhecimento científico e sua construção. Dessa maneira, o ensino de Ciências é capaz de ampliar seu papel formativo, favorecendo o desenvolvimento de competências críticas e cidadãs (Sasseron; Carvalho, 2011; Sasseron; Duschl, 2016).

Diante desse cenário, existe uma crescente na área pelos estudos de Natureza da Ciência (NdC) (Azevedo; Scarpa, 2017), campo que busca investigar os aspectos epistemológicos das Ciências, explicitando aspectos de construção, validação e comunicação do conhecimento científico (McComas, 2008). O termo é utilizado de diferentes maneiras pelos pesquisadores, mas como apontado por Azevedo e Scarpa (2017), existe certo consenso em relação aos aspectos fundamentais. Sendo assim, as autoras destacam:

[a]pesar das diferentes denominações, há relativo consenso de que os aspectos fundamentais sobre a NdC incluem: as características da investigação científica (suas etapas de investigação e métodos), o papel do conhecimento gerado, os paradigmas que orientam os trabalhos dos cientistas, como os cientistas trabalham como um grupo social e como a ciência pode ser afetada pelo contexto social em que está inserida (Azevedo; Scarpa; 2017, p. 581).

Dessa forma, ao incorporar os aspectos de NdC no ensino, estamos contribuindo para que os estudantes sejam capazes de compreender a Ciência como uma construção humana, social e contextualizada (Sasseron; Carvalho, 2011; Santos, Maia; Justi, 2020). Essa perspectiva é essencial na promoção da Alfabetização Científica (AC), compreendida como a capacidade de interação crítica e reflexiva dos estudantes com o conhecimento científico e com o mundo que os cerca (Sasseron; Carvalho, 2011).

No ano de 2016, a palavra *pós-verdade* foi eleita como a palavra do ano pela equipe do dicionário *Oxford*. O termo é um adjetivo que, “[r]elaciona-se a ou denota circunstâncias cujo fatos objetivos são menos influentes na estruturação da opinião pública do que apelos emocionais e crenças pessoais” (Oxford Dictionary, 2016,

tradução nossa). Esse fenômeno demonstra a instauração de uma sociedade marcada por crises de confiança no discurso científico e pela proliferação de desinformação (Ledur, 2022).

Sendo assim, a NdC deve incorporar discussões sobre os modos como a Ciência é representada e veiculada nas mídias, para que formemos cidadãos capazes de avaliar criticamente alegações científicas e compreender o funcionamento e as limitações da Ciência (Höttecke; Allchin, 2020; Pereira; Santos, 2020; Santos, 2023). Essa integração às discussões de NdC desempenha um papel fundamental no processo formativo dos estudantes, desenvolvendo as premissas fundamentais da Alfabetização Científica Midiática (ACM) (Reid; Noris, 2016).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a função das Ciências da Natureza na promoção da ACM. Sendo assim, enuncia na competência específica 3 a necessidade de:

[i]Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Brasil, 2018, p. 558).

Entre os diversos recursos midiáticos com potencial uso, o cinema se destaca por ser tratar de um recurso expressivo e acessível, com forte presença na cultura brasileira (Silva, 2014), e tem sido utilizado como instrumento didático desde os anos 1930 (Machado; Silveira, 2020). Mais recentemente, pesquisas vêm destacando a sua relevância para o ensino de Ciências, seja por meio da análise de imagens de cientistas e da atividade científica (Cunha; Giordan, 2009), seja como suporte para sequências didáticas contextualizadas e reflexivas (Santos; Aquino, 2011; Siqueira; Santos; Corrêa, 2020).

Dessa maneira, o uso dos filmes pode contribuir para a articulação entre a introdução de aspectos de NdC e promoção da AC, mais especificamente, da ACM. Diante disso, o presente trabalho foi desenvolvido, buscando contribuir para a inserção de NdC de forma mais ampla no ensino de Ciências

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

Em congruência com os aspectos elencados acima, este trabalho objetiva a análise de como o uso do filme “Oppenheimer”, em uma intervenção, foi capaz de propiciar a mobilização de aspectos de NdC de maneira *explícita, contextualizada e integrada*. Dessa forma, buscamos ressaltar a relevância do uso de um produto cultural e sua capacidade de contribuir para um debate engajado sobre questões éticas, históricas, midiáticas e sociais do conhecimento científico em sala de aula, visando os pressupostos da AC/ACM.

Pessoalmente, sempre fui ligada às Artes, em especial as Artes que envolvem a Comunicação como o Teatro, a Música e o Cinema. Ao longo da vida, sempre considerei a própria Comunicação como uma Arte. Além disso, ao longo do meu Ensino Médio acreditava ter uma maior aptidão para a área de Humanas e no fim acabei me direcionando para a área de Exatas e deixando essa área de lado. Ao propor este trabalho, busco contemplar a Bárbara que sempre amou História, Sociologia, Filosofia, Arte, Teatro e Cinema.

3. O ENSINO DE CIÊNCIAS: ENTRE CIÊNCIA, MÍDIA E EDUCAÇÃO

O ensino de Ciências tem como estrutura regente da ação docente¹ o currículo da área. A discussão sobre o papel do ensino de Ciências, na promoção de uma vasta assimilação e compreensão dos temas que regem a Ciência – sendo mais explícita, o seu papel no processo de aquisição dos conhecimentos *sobre* Ciências – tornando o cidadão capaz de ultrapassar os muros escolares, tem estado presente nos debates sobre a área (por exemplo, Millar, 2003; Neves; Braguini, 2018).

Dessa maneira, pretende-se discutir e apresentar alguns elementos presentes na literatura da área de Educação em Ciências, com objetivo de embasar as discussões sobre ensino de Ciências na promoção de uma educação científica com significância para os sujeitos que a compõem. Busca-se, como explicitado por Freire (1967), tornar o sujeito capacitado para exercer sua liberdade. Além disso, apresentamos um diálogo que norteou as escolhas das referências do presente trabalho.

3.1. Alfabetização Científica

A sociedade moderna possui grande influência da Ciência e Tecnologia. Não obstante, certa ignorância a respeito da Ciência, de seu papel e de seus processos permanece presentes nos discursos atuais (Mussato; Catelli, 2015). Diante desse cenário, o ensino de Ciências consiste em uma ferramenta fundamental no processo de compreensão da Ciência e do escopo de conhecimento que a compõem. Além disso, a educação em Ciências² se mostra essencial para o desenvolvimento da cidadania e posicionamento do sujeito, considerando as necessidades do mundo atual (Ledur, 2022).

Em consonância com esse propósito, documentos nacionais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB – 9394/1996), artigo 22, insere como “[a] educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a

¹ Neste trabalho, entende-se como ação docente todo o escopo que rege o ato de ensinar, desde o próprio ato em si, até as práticas extraclasses que sustentam o trabalho do professorado.

² Neste trabalho, o uso do termo Educação em Ciências refere-se a uma visão mais ampla, englobando o processo de divulgação científica, uso de espaços não formais e outros. Dessa maneira, o termo abarca também o ensino de Ciências.

formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”.

Para que a educação em Ciência promova uma mudança no cenário descrito acima e cumpra com seus objetivos legais e formativos é necessário pensarmos no processo de AC.

O termo consiste em uma tradução da expressão em inglês *scientific literacy*. Em língua inglesa, Paul Hurd afirma ter utilizado o termo pela primeira vez em 1958, em seu livro “*Science Literacy: Its Meaning for American Schools*”, no qual o autor explica o termo como um objetivo do ensino de Ciências e explicitando as discussões em outros campos da sociedade (Sasseron; Carvalho, 2011). Na língua portuguesa, o termo tem sido traduzido de três principais maneiras, sendo elas: *Alfabetização Científica*, *Letramento Científico* e *Enculturação Científica*, havendo preponderância dos termos Letramento e Alfabetização Científica (Sasseron; Carvalho, 2011; Silva; Sasseron, 2021). Dentro desse cenário, existem ainda os autores de língua portuguesa com origem em Portugal, que tendem a utilizar a expressão Literacia (Morais; Kolinsky, 2016). Apesar das diversas traduções e complexidades relacionadas à semântica, os pesquisadores da área se utilizam desse termo relatando as mesmas preocupações, alcançar o ensino de Ciências baseado em uma educação com construção de ganhos práticos para os integrantes e nas suas interações com o mundo (Sasseron; Carvalho, 2011).

O uso do termo *Enculturação Científica* por parte de alguns autores, vem da ideia de que além da cultura que o estudante possui contato (Cultura Histórica, Cultura Social e Cultura Religiosa), o ensino de Ciências deve possibilitar aos estudantes, adentrar ao universo das Ciências, se apropriando da linguagem, dos valores, das ideias e dos modos de pensar próprios da Ciência (Sasseron; Carvalho, 2011). Diante desse objetivo, Carvalho (2007)³ destaca em trabalhos da área três pontos principais na definição do termo:

[...] mostraram algumas confluências por meio das quais se podem identificar três pontos como aqueles que mais são considerados ao se

³ No texto a autora informa que através de uma revisão bibliográfica, Sasseron e Carvalho (2007) notaram que, em documentos da UNESCO, a tradução do termo *literacy* se dá com a palavra cultura e não alfabetização. Entretanto, vale ressaltar que ao longo do trabalho, em diversos momentos, a autora utiliza os dois termos.

definir a alfabetização ou enculturação científica: o entendimento das relações existentes entre ciência e sociedade, a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e a compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais (Carvalho, 2007, p. 28-29).

O termo *Letramento Científico* é utilizado por pesquisadores que em geral se apoiam em estudiosos da Linguística, como Ângela Kleiman e Magda Soares (Sasseron; Carvalho, 2011). Em suma, o letramento é o resultado do processo de ensino e aprendizagem da leitura e escrita, representando a condição alcançada por um indivíduo ou grupo social ao se apropriar do uso da linguagem escrita em seu cotidiano (Sasseron; Carvalho, 2011). Soares (2003) discorre sobre as diferentes facetas relacionadas aos processos de alfabetização e letramento, dessa maneira:

[...] parece ser necessário rever os quadros referenciais e os processos de ensino que têm predominado em nossas salas de aula, e talvez reconhecer a possibilidade e mesmo a necessidade de estabelecer a distinção entre o que mais propriamente se denomina letramento, de que são muitas as facetas – imersão das crianças na cultura escrita, participação em experiências variadas com a leitura e a escrita, conhecimento e interação com diferentes tipos e gêneros de material escrito – e o que é propriamente a alfabetização, de que também são muitas as facetas – consciência fonológica e fonêmica, identificação das relações fonema-grafema, habilidades de codificação e decodificação da língua escrita, conhecimento e reconhecimento dos processos de tradução da forma sonora da fala para a forma gráfica da escrita (Soares, 2003, p. 15).

Ademais, a autora destaca a conexão existente entre os dois processos, ressaltando a necessidade de integrar os mesmos, mas sem a perda da especificidade.

Ao relacionarmos a descrição presente no trabalho da autora com o ensino de Ciências, identificamos que o processo de letramento, assume o papel de proporcionar aos estudantes as condições necessárias para que compreendam e analisem os fenômenos investigados pelas Ciências, bem como para que se familiarizem com os artefatos e saberes científicos em suas experiências cotidianas. No que se refere ao processo de alfabetização, ele se basearia na aquisição dos conhecimentos conteudistas relacionados à Ciência e a linguagem científica. Um fator de destaque no que concerne o uso do termo, é que em geral os autores que tendem a utilizá-lo focam na abordagem dos conteúdos das Ciências por meio da análise de situações em que se evidenciam as influências mútuas e as inter-relações entre Ciência e sociedade, utilizando-se, por exemplo, da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (Silva; Sasseron, 2021; Santos; Mortimer, 2001).

Ao considerarmos o uso do termo *Alfabetização Científica*, discutido por alguns autores (Sasseron; Carvalho, 2011), nos deparamos com a ideia de alfabetização concebida e elaborada por Paulo Freire, que concebe o processo de alfabetização como uma conexão do sujeito a aspectos que ultrapassam uma simples decifração e dominação do código, mas sim a capacidade de criticidade, interpretação e reflexão, com significado, ao agir sobre a realidade em que vivem (Sasseron; Carvalho, 2011; Silva; Sasseron, 2021).

Baseada nos pressupostos Freirianos, Sasseron e Carvalho (2011) destacam o uso do termo *Alfabetização Científica* em designação de algumas ideias centrais:

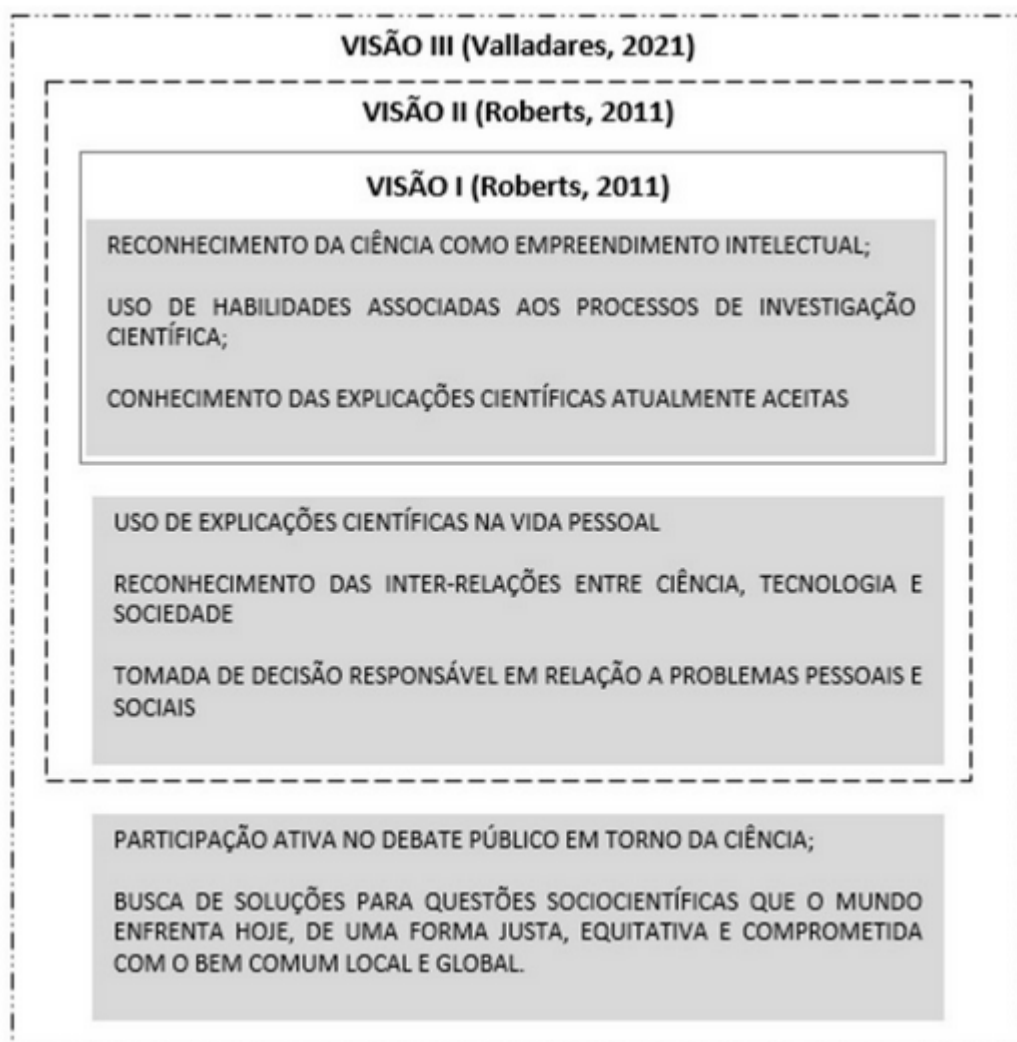
[...] usaremos o termo 'alfabetização científica' para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (Sasseron; Carvalho, 2011, p. 61).

Diante dos diversos termos adotados pelos autores, considerando as definições e ideias explicitadas nos parágrafos acima, o presente trabalho adota o termo *Alfabetização Científica* para expressar o processo de desenvolvimento por parte dos sujeitos, de um olhar e uma ação crítico-reflexiva. A escolha do termo se dá pelo fato de que assim como defendido por Silva e Sasseron (2021), acreditamos que a compreensão defendida por Freire engloba a ideia de enculturação e letramento, fazendo com que o termo alfabetização seja mais representativo.

Através das diversas proposições presentes na literatura, existem algumas caracterizações a respeito da visão dos estudiosos da área sobre a Alfabetização Científica (AC). O primeiro trabalho que apresentou e discutiu as visões de AC presentes no ensino de Ciências foi o de Roberts (2011) e, recentemente, Valladares (2021) expandiu as duas visões propostas por Roberts, adicionando uma terceira, como descrito por Silva e Sasseron (2021).

Dessa maneira, a autora sistematizou um quadro, demonstrado tal ampliação.

Figura 1– Esquema expresso para a ampliação das visões sobre a Alfabetização Científica



Fonte: Silva e Sasseron, 2021, p. 6.

Haja posto essa figura, podemos correlacionar a visão I com o debate tradicional e conteudista, presente no ambiente escolar. Em despeito, a visão II irá desenvolver a necessidade da expansão dos entendimentos⁴ científicos a contextos externos aos escolares. Sendo mais explícita, essa visão reconhece as relações entre Ciência e sociedade e as possibilidades de ação através desse conhecimento. A visão III, proposta por Valladares (2021), reconhece a interação indissociável entre cultura, sociedade e Ciência, desenvolvendo ainda mais profundamente a ideia de uma Ciência comprometida com a transformação social (Silva; Sasseron, 2021).

⁴ Este trabalho utiliza o termo entendimentos, pois, em perspectiva, o ensino muitas vezes desenvolve os conhecimentos científicos e não os constrói. Dessa maneira, em geral, desenvolvemos a compreensão acerca de determinado construto.

3.2. Alfabetização Científica Midiática e o uso do cinema

Ao considerarmos a visão III e sua colocação direta do sujeito como um membro ativo e participante do debate público da Ciência, é necessário elencar os aspectos externalistas das Ciências, em um ensino que vise a promoção da AC. Sendo mais explícitas, as formas de representação e circulação da Ciência através das mídias presentes no mundo moderno (Pereira; Santos, 2020).

Diante disso, Reid e Noris (2016) exploram o uso de um novo termo, a *Alfabetização Científica Midiática* (ACM). Buscando promover a ACM, os autores exploram três principais pontos, sendo estes: (i) as limitações das práticas atuais; (ii) os pressupostos de uma ACM no futuro; e (iii) maneiras de construir um escopo de ACM aprimorada e representativa. Diante dos elementos elencados, os autores defendem que a ACM possibilita a compreensão das:

[...] pessoas sobre as condições institucionais, culturais e econômicas da mídia, para que possam escolher, compreender, avaliar e responder efetivamente a representações da ciência em diversos gêneros midiáticos (incluindo revistas científicas, notícias, sites, romances, documentários, programas de TV, filmes e música) (Reid; Noris, 2016, tradução nossa, p. 148).

Dessa forma, cumprindo seus objetivos primordiais, a ACM reforça os pressupostos tradicionais da AC e os amplia, pois destaca que o processo de avaliação, compreensão e resposta à educação científica está relacionado a assimilação ampla de seu conteúdo, epistemologia e representação frente a sociedade.

Sendo a Ciência explorada nos diversos meios de comunicação, incluída nos mais diversos gêneros midiáticos, tais como noticiários e mídias tradicionais, filmes e desenhos animados (Machado; Silveira, 2020), é importante que o ensino de Ciências trabalhe com as mais diversas mídias, buscando cumprir o seu papel do processo de ACM do cidadão (Reid; Noris, 2016). Diante das possibilidades de acesso e de variedade midiáticas, as produções cinematográficas são grandes aliadas, devido à sua popularização no Brasil, principalmente pelos hábitos televisivos dos brasileiros (Silva, 2014).

A história do cinema é iniciada pela busca humana por representar o movimento, desde pinturas rupestres até invenções como a lanterna mágica e o zootrópio. O avanço da fotografia e dispositivos como o cinetoscópio permitiram a

criação do cinema moderno. O marco oficial foi em 1895, com a exibição pública dos irmãos Lumière, seguida pelo primeiro filme de ficção científica de Georges Méliès em 1902, sendo o curta-metragem “Viagem à Lua”⁵ (Cunha; Giordan, 2009).

Anos após o seu estabelecimento, o cinema tem sido utilizado como recurso didático, sendo mais precisas, os registros datam a década de 1930, sendo um processo iniciado por intelectuais da Escola Nova (Machado; Silveira, 2020). Em um contexto ainda mais recente, no ano de 2014, o uso do cinema nas escolas foi incentivado a partir da criação da Lei nº 13.006/2014, que altera o artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB – 9394/1996), acrescentando ao parágrafo 8º a obrigatoriedade de exibição, de maneira que “[a] exibição de filmes de produção nacional constituirá componente curricular complementar integrado à proposta pedagógica da escola, sendo a sua exibição obrigatória por, no mínimo, 2 (duas) horas mensais”.

Sendo ainda mais específicas, o uso do cinema nas aulas de Ciências tem sido explorado e debatido em alguns trabalhos da área (Santos; Aquino, 2011; Cunha; Giordan, 2009; Machado; Silveira, 2020).

No artigo de Cunha e Giordan (2009), é construída uma linha do tempo para avaliar a imagem da Ciência e do cientista no cinema. Após delimitar essa ideia, os autores discorrem sobre o uso do cinema em sala de aula, em especial o uso de filmes de ficção científica, analisando diversas obras cinematográficas. São enunciadas três principais relações entre os filmes e a opinião pública, sendo essas relações responsáveis pela (i) intensificação da opinião pública; (ii) inserção de novas ideias e opiniões; e (iii) modificação de opinião. Em suma, é sugerido o papel fundamental da inclusão de filmes no ensino, de acordo com as relações enumeradas por eles. Em acordo com esse apontamento, é abordado o papel fundamental dos professores como mediador desse conhecimento, encaminhando as discussões para aspectos que constroem a Ciência para além da educação conteudista – sendo mais explícitas, os filmes possuem um potencial para introduzir NdC – favorecendo com que os

⁵ O nome original do filme é “*Le voyage dans la luna*”, sendo a tradução para Viagem à Lua a mais difundida.

estudantes sejam capazes de desenvolver um senso de criticidade em relação às Ciências na mídia. Segundo os autores:

[e]ssas discussões levarão os alunos a formar uma opinião crítica sobre a mídia e eles possivelmente começarão a ver os filmes de ficção científica e de Ciência com um olhar bem mais criterioso. Dessa forma, a contextualização histórica da Ciência permitirá reconhecê-la como construto humano, suscetível às determinações que extrapolam o laboratório (Cunha; Giordan, 2009, p. 16).

Em congruência a essa perspectiva, Machado e Silveira (2020) realizaram uma revisão bibliográfica sistemática que buscou identificar as relações estabelecidas entre cinema, Ciência e ensino em Teses, Dissertações e artigos, entre os anos de 2006 e 2017, com enfoque em animações. Para discorrer sobre os filmes, as autoras apresentam aspectos fundamentais da ACM e elaboram o papel instrumental dos filmes para que os professores possam discutir a imagem veiculada acerca da atividade científica, estabelecendo relações entre CTS. Diante das análises e dos pressupostos estabelecidos, as autoras constataram que a maioria dos trabalhos (nove no total), se detém a apenas analisar os filmes, um trabalho analisa e sugere a aplicação e somente um trabalho aplicou de fato a atividade em sala de aula. Além disso, alguns trabalhos focaram na realização de pesquisas sobre as percepções dos estudantes e professores acerca do uso dos filmes. Dessa maneira, apesar da pesquisa demonstrar a potencialidade para o uso do cinema, a mesma apresenta somente um artigo que de fato aplica esse produto. Por fim, foi destacado que as pesquisas sobre percepções demonstraram certa falta de preparação dos docentes. Sobre tal aspecto, as autoras destacam:

[a] mediação docente também é essencial para alfabetização científica dos alunos, pois os resultados revelaram que o cinema pode veicular uma concepção ingênua do desenvolvimento científico e tecnológico, além de um estereótipo equivocado dos cientistas. Neste sentido, são perpetuadas as imagens benevolentes da ciência e da tecnologia, sem considerar as questões ambientais, econômicas e sociais envolvidas nesse contexto (Machado; Silveira, 2020, p. 26).

Em relação ao uso ainda mais singular do cinema, Santos e Aquino (2011) desenvolveram e aplicaram uma sequência didática com duas turmas de escolas diferentes com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, utilizando-se o filme “Perfume: A História de um Assassino” (2006), para a discussão de conteúdos de Química Orgânica e Bioquímica. A sequência didática se concretizou através de três principais etapas: (i) exibição do filme; (ii) aula teórica; e (iii) produção de material (textos e

história em quadrinhos). Como resultado, as autoras indicam como a simples menção a exibição de um filme nas aulas de Química despertou interesse nos estudantes, demonstrando o potencial de engajamento desse recurso no ensino. Além disso, as autoras puderam constatar que a intervenção foi capaz de realizar uma contextualização do conhecimento científico, atribuindo maior significância aos conceitos abordados, além de contribuir para a construção de um olhar crítico e reflexivo dos estudantes sobre o mundo e sobre as interações da Ciência. Essas conclusões são demonstradas pelas autoras ao discorrem sobre as respostas dadas pelos estudantes em questões que debatiam a postura do personagem da história e a opinião dos estudantes sobre a aula, destacando-se:

[o] uso do cinema em sala de aula, na atividade proposta, demonstrou ser um veículo atrativo, de interação social, que incentivou a pesquisa e estimulou os alunos a perceberem que é possível notar arte e ciência em todos os aspectos de nossas vidas, dando um significado àqueles conceitos que aprendemos em sala de aula [...] Todos concordaram que atitudes que provocam exclusão, as mínimas que sejam, podem ser refletidas em comportamentos futuros. Os alunos acrescentaram ao debate questionamentos sobre exclusão, violência e o papel da mulher na sociedade (Santos; Aquino, 2011, p. 164).

Os trabalhos aqui apresentados e discutidos demonstram o potencial do uso de cinema na promoção da AC e, em especial, da ACM que possui papel fundamental na sociedade moderna (Reid; Noris, 2016; Höttecke; Allchin, 2020). De frente a esse potencial, alguns questionamentos se fazem presentes: *quais conhecimentos relativos às Ciências devem ser trabalhados aliados aos filmes, para que as habilidades da AC e/ou ACM sejam desenvolvidas? De que maneiras esses conhecimentos devem ser trabalhados em sala de aula? Como contribuir para o desenvolvimento de uma visão ampla e dinâmica da Ciência através dessas atividades?* Buscando responder esses questionamentos, a próxima subseção abordará uma área de estudo que é capaz de direcionar uma resposta às perguntas aqui elencadas.

3.3. Natureza da Ciência e o ensino de Ciências

Um ensino de Ciências que busca contribuir para a promoção da AC, alcançando uma visão mais ampla sobre o conhecimento científico e sua construção, deve abordar aspectos e proporcionar situações de ensino que não se limitam aos conteúdos tradicionais presentes nas salas de aula (Azevedo; Scarpa, 2017; Franco; Munford, 2020; Duschl, 2008; Stroupe, 2014; Silva; Sasseron, 2021). Visando a promoção de uma AC mais ampla, devemos considerar integrar ao conteúdo

lecionado de Ciências o conhecimento *sobre* Ciências⁶, sendo mais incisivas, aspectos relacionados à NdC.

Existem algumas definições para o termo Natureza da Ciência na literatura da área de Educação em Ciências, dentre elas a elaborada por McComas (2008), que melhor se alinha a ideia do presente trabalho:

[...] a Natureza da Ciência é definida como um domínio híbrido, que mescla aspectos de diversos estudos sociais da ciência, incluindo a história, sociologia e filosofia da ciência, combinados com estudos cognitivos tal como a psicologia proporcionando uma descrição rica da ciência; como ela funciona; como os cientistas operam enquanto grupo social e como a própria sociedade direciona e reage aos empreendimentos científicos (McComas, 2008, p. 249-250, tradução nossa).

Considerando essa descrição ampla acerca da NdC, alguns questionamentos podem ser realizados quando pensamos em sua inserção no ambiente escolar: *o que trabalhar sobre Ciências? e como trabalhar com a NdC?*

Azevedo e Scarpa (2017) ao realizaram uma revisão sistemática⁷ da literatura, buscando compreender: (i) as tendências de publicação de NdC; (ii) quais as características desses trabalhos; (iii) quais aspectos de NdC costumam ganhar destaque no ensino; e (iv) quais as principais maneiras de acessar as concepções de NdC, analisaram 396 artigos do meio e encontraram 25 aspectos elencados por diversos autores como importantes para o ensino de Ciências. Em relação a esses aspectos é destacado um consenso entre alguns autores sobre o que deve ser introduzido e investigado no ensino, essa perspectiva é conhecida como Visão Consensual, e como elencado pelas autoras, enunciam algumas características sobre o conhecimento científico:

[o]s aspectos tomados como consensuais enunciam que o conhecimento científico é (i) provisório, (ii) fruto do empirismo, (iii) orientado por teorias, (iv) parcialmente dependente de inferências, criatividade e imaginação, (v) organizado em leis e teorias (que

⁶ Assim como as autoras do modelo teórico utilizado para a proposição deste trabalho (Santos; Maia; Justi, 2020), utilizaremos a expressão *sobre* Ciências como sinônimo de Natureza da Ciência.

⁷ Como descrito por Azevedo e Scarpa (2017, p. 583), uma revisão sistemática é “aquela que revisa uma questão relevante para determinada área, com o uso de ‘métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes e para coletar e analisar dados dos estudos incluídos na revisão (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009, p. 1)”.

possuem naturezas distintas), (vi) produzido dentro de um contexto social e cultural e (vii) baseado em uma diversidade de métodos (Azevedo; Scarpa, 2017, p. 597).

Aliada à Visão Consensual, as autoras destacam o fato de muitos estudos proporem a apresentação do conhecimento científico fazendo afirmações. Em contrapartida, existem autores críticos a essa metodologia. Os estudiosos que criticam o uso das afirmações para enunciar os conhecimentos de NdC, elencam que a lista desenvolve uma visão limitante, declarativa e generalista, além de pouco representativa de diversos aspectos essenciais ao trabalho (Allchin, 2017; McComas, 2008; Santos; Maia; Justi, 2020; Irzik; Nola, 2014; Justi; Erduran, 2015).

Irzik e Nola (2014) criticam o uso das afirmações em forma de lista devido à promoção de uma visão que considera a Ciência de maneira homogênea e desconsidera as especificidades e diferenças entre as disciplinas científicas. Os autores defendem a ideia de que a Ciência não pode ser definida por uma “essência” geral ou mesmo por um conjunto pequeno de condições, pois nem todas as áreas compartilham das similaridades presentes nas listas. Através desse apontamento, Irzik e Nola (2014) propuseram a abordagem de Semelhança de Família (*Family Resemblance Approach* - FRA). O desenvolvimento dessa abordagem foi baseado na ideia de Wittgenstein que define a Ciência como uma rede complexa de relações semelhantes ou não, que podem se sobrepor e encontrar nas mais diversas atividades. Dessa maneira, a FRA considera a Ciência de forma sistemática e unificadora em oito categorias distintas, divididas em dois sistemas diferentes, sendo eles:

- **Sistema Cognitivo-Epistêmico:** se relaciona com a maneira de pensar e as práticas regentes na construção do conhecimento científico, sendo as categorias: (i) atividades investigativas; (ii) objetivos e valores; (iii) métodos e regras metodológicas; e (iv) produtos; e
- **Sistema Social-Institucional:** investiga a comunidade científica, relacionando suas práticas de maneira coletiva e inseridas na sociedade, sendo suas categorias: (v) atividades profissionais; (vi) ética científica; (vii) certificação social e disseminação de conhecimento científico; e (viii) valores sociais.

Apesar de combater a ideia essencialista da lista e direcionarem maneiras de trabalhar a abordagem no ensino de Ciências, os autores reconhecem o caráter teórico e filosófico do modelo e destacam:

[...] nosso empreendimento é mais filosófico e não direcionado a questões empíricas, como os tipos de compreensão que professores e alunos podem ter da NdC, ou a que nível as questões pertinentes à NdC podem ser discutidas em sala de aula. No entanto, a concepção de semelhança familiar de 'natureza' que propusemos não é irrelevante para essas questões empíricas. O que ela faz é 'liberar' a abordagem a elas de uma maneira que esperamos ser iluminadora e que uma concepção muito rígida de 'natureza' poderia obscurecer (Irzik; Nola, 2014, p. 1018, tradução nossa).

Pensando no contexto de ensino de Ciências e na limitação de contribuição das listas na promoção da AC e compreensão funcional da Ciência, Allchin (2017), propõe a abordagem da Ciência Integral (*Whole Science*) e que tem como resultado a construção do Perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência (PDCC). O cerne da proposta do autor é a busca da identificação do “*por que ensinar NdC?*” e dessa maneira a informação de “*o que é NdC?*” surgirá. Para alcançar esse objetivo, Allchin (2017) propõe uma visão da Ciência de maneira, contextualizada, inclusiva, expansiva e aberta. Através dessa ideia, o PDCC é desenvolvido, sendo constituído por algumas categorias epistêmicas funcionais: (i) observações; (ii) métodos de investigação; (iii) instrumentação; (iv) padrões de raciocínio; (v) dimensões históricas; (vi) dimensões humanas; (vii) interações entre cientistas; (viii) dimensões socioculturais; (ix) economia e/ou financiamento; e (x) comunicação.

Essas categorias são organizadas em três dimensões trabalhadas de forma integradas, sendo elas:

- **Dimensão experimental:** envolve a atividade experimental, como erros de medição ou instrumentos;
- **Dimensões conceituais:** constituem os vieses e generalizações; e
- **Dimensões sociais:** inclui os aspectos de relação social como conflito de interesses (econômicos ou políticos), fraudes, falta de representação na comunicação da Ciência.

Em resumo, a proposta busca que os estudantes desenvolvam uma postura analítica e crítica, sendo capazes de avaliar a confiabilidade das afirmações científicas almejando uma alfabetização científica funcional, de forma que:

[e]m outras palavras, os alunos realizam uma análise epistêmica prática: primeiro, identificam várias dimensões relevantes da NdC e, em seguida, descrevem como cada uma delas molda a confiabilidade das afirmações em questão. Desta forma, um educador pode avaliar o grau em que o aluno progrediu em direção ao objetivo final de se tornar cientificamente alfabetizado (refletindo diretamente, novamente, o porquê da NdC) (Allchin, 2017, p. 23, tradução nossa).

Defendendo esse propósito, o autor utiliza casos históricos e contemporâneos autênticos para abordar NdC de maneira *contextualizada, explícita e integrada*. Apesar de possuir uma proposta concreta e ampla, a falta de caracterização de maneira didática das dimensões e categorias, dificultam seu uso no ensino de Ciências (Santos; Maia; Justi, 2020).

Diante dessa limitação, Justi e Erduran (2015), propuseram o Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (MoCEC), que buscava dar foco a discussão no contexto do ensino de Ciências. O modelo teve como principal objetivo ser suporte teórico-metodológico para professores ao realizarem planejamentos e discussões voltados para a compreensão *sobre* Ciências. Dessa maneira, foi fundamentando em duas principais premissas:

- A Ciência é uma atividade complexa cognitiva, epistêmica e social que pode e tem sido caracterizada a partir de uma série de perspectivas disciplinares; e
- Para que a Educação em Ciências ofereça uma visão autêntica da Ciência, ela deve se basear em evidências oriundas dessas perspectivas disciplinares distintas, buscando uma visão mais ampla e não generalista.

No modelo, as diferentes perspectivas disciplinares abordadas são baseadas no caráter interdisciplinar da Ciência, sendo elas:

- **Filosofia da Ciência:** foca no significado da Ciência, em questões epistemológicas (origem, objetivos, natureza do conhecimento), na construção e validação do conhecimento científico;
- **Cognição da Ciência:** estuda o processo de aquisição de conhecimento, como os indivíduos pensam ao produzir e/ou entender o conhecimento científico, ou seja, o tipo de raciocínio usado;
- **História da Ciência:** estuda o desenvolvimento da Ciência e dos conhecimentos científicos ao longo do tempo;

- **Sociologia da Ciência:** estuda as relações entre a comunidade científica e a sociedade;
- **Economia da Ciência:** estuda a influência de fatores econômicos e financeiros no desenvolvimento e uso do conhecimento científico;
- **Antropologia da Ciência:** estuda a relação do homem com conhecimento científico, considerando o conhecimento científico como uma forma de ação social e produção cultural e
- **Psicologia da Ciência:** foca no indivíduo (o cientista) e nos processos mentais e comportamento durante a produção e uso do conhecimento científico.

Para facilitar a visualização, visando a utilização do modelo, as autoras desenvolveram um modelo visual, denominado *Science Eye* (Figura 2a). A criação do modelo tem como base a *London Eye*, uma das maiores rodas gigantes de observação do mundo e que possui cápsulas de vidro. A analogia busca demonstrar: (i) a visão complexa e ampla da Ciência (assim como a visão de Londres), (ii) visões diferentes das perspectivas disciplinares, representadas pelas cápsulas de vidro; e (iii) maneiras distintas de “olhar” a Ciência, através das diferentes perspectivas geradas pelos diferentes ângulos de observação e a quantidade de observadores, dentro e fora das cápsulas.

O modelo também inclui uma cápsula com um ponto de interrogação (?), indicando que novas perspectivas podem surgir. Dessa forma as autoras demonstram a abertura e dinamicidade do modelo e afirmam:

[a]dicionalmente, no contexto de cada disciplina, diferentes aspectos podem ser enfatizados e discutidos em níveis distintos. Nossa intenção ao enfatizar estas disciplinas não é ser exaustiva, mas sim representativa. Reconhecemos que existem outras orientações disciplinares, como a linguística, os estudos de comunicação e a inteligência artificial, que também contribuem para a caracterização da ciência. Nossa seleção foi baseada no objetivo de fornecer algumas diretrizes para educadores de ciências sobre os tipos de apelos que podem ser feitos às justificativas disciplinares nas caracterizações da ciência (Justi; Erduran, 2015, p. 6, tradução nossa).

Baseadas na proposta inicial de Justi e Erduran (2015) e no seu potencial reconhecido, Santos, Maia e Justi (2020) ampliaram o MoCEC com o propósito de fazerem uma caracterização didática de cada área, bem como de proporem e definirem seus aspectos, visando facilitar o seu uso como suporte na introdução de

aspectos de NdC no ensino de Ciências, além de favorecer o seu uso como ferramenta de análise de dados coletados no contexto de ensino.

3.3.1. Segunda versão do Modelo de Ciências para o Ensino de Ciências (MoCEC v.2)

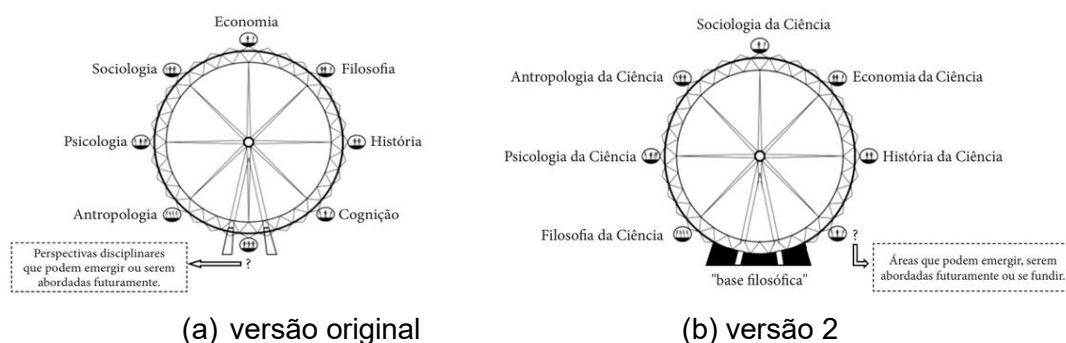
Ao propor uma ampliação do MoCEC, Santos, Maia e Justi (2020) realizaram uma busca na literatura sobre as diferentes áreas presentes no modelo original. Diante dessa pesquisa, as autoras propuseram:

- (Inclusão do elemento “base filosófica”: a necessidade elencada pelas autoras ocorre, pois, a Filosofia consiste em uma área fundamentalista do pensamento científico, uma vez que primordialmente a Ciência se iniciou através de filósofos. Dessa maneira, acrescentar a base ao modelo, para além da grande área de conhecimento, é fundamental para a compreensão de que as outras áreas podem ser permeadas por um “olhar filosófico”;
- (Substituição do termo “perspectivas disciplinares” por “áreas de conhecimento”: a ideia por trás da substituição foi demonstrar que o *corpus* constituinte de cada cápsula da representação visual (Figura 2b) é mais amplo e complexo;
- (Integração da área Cognição da Ciência com a Psicologia da Ciência: ao realizarem a análise dos limites e alcances de cada área, as autoras perceberam que a Cognição da Ciência se tratava de uma subárea da Psicologia da Ciência, dessa forma, unir as duas áreas simplificaria o uso para análises que exigissem distinções;
- (Caracterização de cada área de conhecimento, incluindo proposição e caracterização de aspectos de NdC presentes em cada uma delas: diferente da versão original, que caracterizava apenas a perspectiva disciplinar, as autoras propuseram e caracterizam aspectos presentes em cada uma das áreas, buscando ampliar e facilitar seu uso pedagógico, além de tornar o modelo uma ferramenta de análise; e
- Ampliação do significado do ponto de interrogação na representação visual analógica do modelo: como defendido no modelo original, a Ciência é um construto humano e que permanece em construção. Logo, novas perspectivas

e áreas poderiam ser abordadas. Assim, a ampliação do ponto de interrogação busca tornar ainda mais evidente esse pensamento.

A figura abaixo representa um comparativo a respeito da representação visual da proposta original e do MoCEC v.2.

Figura 2 – Representação visual do MoCEC (*Science Eye*)



Fonte: Santos, Maia e Justi, 2020, p. 589 e 594.

As autoras destacam que a ampliação do MoCEC possui características fundamentais que auxiliam seu uso no ensino e análise, sendo assim, o MoCEC v.2:

[...] possui três características fundamentais que tendem a potencializar seu uso em contextos de ensino e na análise desses: (i) ele se mostra mais didático, na medida em que busca orientar o pensamento do professor e/ou pesquisador pelas grandes áreas de conhecimento e pelos diversos aspectos de NdC a partir da devida caracterização de cada um; (ii) ele é representado por uma analogia que favorece a compreensão dos papéis e das relações entre as diversas áreas de conhecimento e seus respectivos aspectos; e (iii) ele reflete o dinamismo e multiplicidade da Ciência (Santos; Maia; Justi, 2020, p. 607).

O MoCEC v.2 contempla seis principais áreas de conhecimento, possuindo 37 aspectos de NdC que são conectados a essas áreas, como demonstrado através da Figura 3. As autoras destacam que alguns aspectos apresentam o mesmo nome total ou parcialmente, mas que dentro de cada área possuem significados distintos.

Figura 3 – Quadro com aspectos e suas áreas de conhecimento presentes no MoCEC v.2

Áreas de Conhecimento	Filosofia da Ciência	Psicologia da Ciência	Antropologia da Ciência	Sociologia da Ciência	Economia da Ciência	História da Ciência
Aspectos de NdC						
<i>Epistemologia</i>	x					
<i>Ética</i>	x					
<i>Lógica</i>	x					
<i>Complexidade</i>		x				
<i>Criatividade</i>		x				
<i>Falibilidade</i>		x		x		
<i>Incerteza</i>		x		x		
<i>Influência</i>		<i>motivacional</i>	<i>cultural</i>	<i>sociopolítica</i>		<i>histórica</i>
<i>Inteligência</i>		x				
<i>Limitação</i>		x				
<i>Não linearidade</i>		<i>do pensamento</i>				x
<i>Objetividade</i>		x				
<i>Personalidade</i>		x				
<i>Racionalidade</i>		x				
<i>Representação</i>		x				
<i>Subjetividade</i>		x				
<i>Incomensurabilidade</i>			x			
<i>Aceitabilidade</i>				x		
<i>Credibilidade</i>				x		
<i>Interação entre cientistas</i>				x		
<i>Acesso ao conhecimento</i>					x	
<i>Aplicabilidade</i>					x	
<i>Competitividade</i>					x	
<i>Fonte de financiamento</i>					x	
<i>Investimento econômico</i>					x	
<i>Produtividade</i>					x	
<i>Publicidade</i>					x	
<i>Viabilidade</i>					x	
<i>Multiplicidade</i>						x
<i>Progressividade</i>						x
<i>Provisoriedade</i>						x

Fonte: Santos, Maia e Justi, 2020, p. 603.

Através de suas características didáticas e objetivos fundantes, o modelo favorece a inserção de NdC no ensino de Ciências de maneira *contextualizada*, *explicita*, e *integrada*, abordagens que são vastamente defendidas por alguns autores (Allchin, 2011, Irzik; Nola, 2014; Justi; Erduran, 2015). Em relação a essas abordagens, podemos detalhá-las e exemplificá-las da seguinte maneira:

- Uma abordagem *contextualizada* busca introduzir um contexto como pano de fundo, por exemplo, o contexto da COVID-19 para discutir a temática das vacinas e medidas sanitárias (Peixoto; Bizerra; Silva, 2022);

- Uma abordagem *explícita* se refere à discussão aberta sobre os inúmeros aspectos que moldam e influenciam o conhecimento científico, como discutir sobre as influências econômicas que influenciaram a produção de medicamentos no contexto pandêmico (Maia; Justi; Santos, 2020); e
- Uma abordagem *integrada* visa integrar aspectos relacionados à NdC aos conteúdos curriculares, por exemplo, ao discutir radioatividade trabalhar simultaneamente os aspectos históricos (como o caso do acidente de Goiânia com o Césio-137), as implicações sociais do uso de materiais radioativos e os mecanismos de validação científica sobre segurança.

Ainda sobre as abordagens, Santos, Maia e Justi (2020) destacam a importância da existência do equilíbrio entre as mesmas:

[...] uma abordagem *contextualizada, explícita e integrada* de aspectos de NdC no ensino *de e sobre* Ciências, de maneira equilibrada, pode favorecer não apenas a aprendizagem de conteúdos científicos curriculares como o desenvolvimento de uma visão mais ampla *sobre* Ciências, na medida em que potencializa a construção do conhecimento *de e sobre* Ciências em seus contextos de construção, com seus limites e alcances, aproximando os estudantes desses contextos (Santos; Maia; Justi, 2020, p. 583).

Pensando no uso do modelo e diante dessas abordagens, Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022) e Siqueira, Santos e Corrêa (2020) propuseram Sequências Didáticas (SD) utilizando o MoCEC v.2 como referencial teórico-metodológico. Ambas as SD foram propostas se apropriando de recursos audiovisuais, sendo a primeira baseada na minissérie documental “Chernobyl” (2019) e a segunda baseada no filme “O menino que descobriu o vento” (2019), respectivamente.

Siqueira, Santos e Corrêa (2020) propuseram o desenvolvimento da SQ de maneira a abordar aspectos de NdC de forma *contextualizada e explícita*. A atividade foi dividida em três partes fundamentais: (i) Atividade 1, que buscava através de questões compreender a visão dos estudantes *sobre* Ciências; (ii) Atividade 2, buscando introduzir nessa etapa aspectos de NdC de maneira *contextualizada e explícita* a partir da exibição de recortes do filme “O menino que descobriu o vento” e, posterior, discussão; e (iii) Atividade 3, propunha a identificação da ampliação da visão de estudantes *sobre* Ciências, através de uma ferramenta digital. Por meio das Atividades 1 e 2 as autoras puderam contemplar 22 aspectos de NdC presentes em seis diferentes áreas de conhecimento, além do fato de que a Atividade 3 é capaz de

favorecer o debate da visão *sobre* Ciências dos estudantes, explicitada na Atividade 1. As autoras destacam como o uso do MoCEC v.2 como referencial teórico-metodológico favoreceu a elaboração das questões e produção do material que norteia os professores e até mesmo como dentro desse contexto, ampliou a própria visão de uma das autoras em relação à NdC.

Nesse mesmo viés, Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022) analisou a minissérie “Chernobyl”, buscando elencar os aspectos de NdC possíveis de serem trabalhados na Educação Básica, também de forma *explícita* e *contextualizada*. Através da análise, os autores puderam constatar que a partir da minissérie é possível abordar 33, dos 37 aspectos elencados pelo modelo, cobrindo todas as áreas de conhecimento. Os autores destacam que as funções teóricas e práticas do modelo foram significativas, elencando três principais fatores, sendo eles: (i) facilitação didática na identificação das áreas e aspectos de NdC; (ii) compreensão de sua essência, pois sua representação destaca as conexões diretas entre os diversos campos do saber; e (iii) percepção da multiplicidade da Ciência. Ademais, os autores puderam notar a emergência da área Comunicação da Ciência (CC) na análise da minissérie, sendo essa área presente em 11 manifestações ao longo da análise. Dessa maneira, os autores destacam a necessidade de sua inclusão pelo seu potencial em promover uma reflexão mais profunda a respeito da construção da Ciência, suas relações com diferentes contextos sociais e, sobretudo, sobre a confiabilidade das alegações científicas públicas.

Em congruência com o terceiro ponto citado por Santos, Maia e Justi (2020) sobre o uso do modelo no ensino, considerando a motivação da presença do ponto de interrogação e o trabalho de Silva, Silva, Maia e Gonçalves (2022), revela-se essencial um olhar para as novas dimensões que compõem a sociedade atual. A próxima subseção discorre sobre a proposta dessa nova área no modelo.

3.3.2. Terceira versão do Modelo de Ciências para a Educação em Ciências e a Comunicação da Ciência (MoCEC v.3)

Influenciada pelo contexto pandêmico, no qual a coleta de dados de sua Tese de Doutorado foi interrompida, Santos (2023) em colaboração com as mesmas propositoras do MoCEC v.2 redigiram um artigo no qual apresentaram e discutiram diferentes aspectos de NdC no contexto de produção e comunicação de

conhecimentos no contexto da COVID- (Maia; Justi; Santos, 2021). Diante desse cenário, a autora aprofundou as investigações sobre o processo de comunicação da Ciência, não apenas entre cientistas, mas também envolvendo divulgadores, jornalistas e o público em geral. Na realização do processo de pesquisa, foram utilizados os referenciais presentes na área que de certo modo abordavam alguns aspectos de CC e somente um dos autores estudados em colaboração com outro havia publicado um estudo recente sobre essa área de maneira mais detalhada e envolvendo cientistas e o público em geral.

O estudo em questão encontrado por Santos (2023) abordando CC foi o de Höttecke e Allchin (2020), no qual os autores propõe a ampliação do ensino de NdC, conceituando-a como Natureza da Ciência em Sociedade (NdCS⁸) retirando o foco das questões internas das Ciências, bem elencadas na área, e voltando o olhar para a externalização da Ciência (comunicação dela). A partir da proposição da ampliação, eles evidenciam as limitações do ensino tradicional de Ciências, que costuma ignorar o que ocorre após a produção do conhecimento científico. Os autores defendem a incorporação da ACM como parte integrante do ensino de Ciências e do campo de NdC, visto a denominada era da *pós-verdade* e os desafios epistêmicos enfrentados tanto com relação à produção do conhecimento científico, quanto à comunicação da Ciência. Os autores elencam que para que seja efetivo esse enfrentamento, é necessário a integração de três domínios do discurso: a Ciência, a mídia e o cidadão-consumidor. Dessa maneira, para conectar os três sujeitos é importante que seja trabalhado no ensino: (i) conhecimento especializado e confiança epistêmica na sociedade; (ii) mecanismos científicos de produção e comunicação do conhecimento; (iii) desafios epistêmicos da comunicação pública e o papel dos mediadores; (iv) cognição humana; e (v) habilidades críticas do consumidor de informação científica. Após mencionar algumas atividades desenvolvidas por um dos autores, se utilizando de mídias, é destacado:

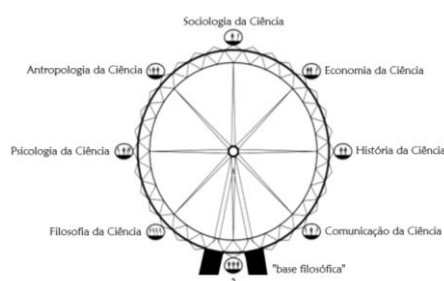
[a]o envolver os alunos em atividades lúdicas e autênticas que envolvem problemas epistêmicos colocados pela mídia, esperamos que eles desenvolvam habilidades que os ajudarão a negociar os desafios das mídias sociais, da Internet e outras tecnologias que estão

⁸ A sigla foi assim descrita pela tradução literal, sendo a mesma em inglês NOSIS (*Nature of Science in Society*).

transformando radicalmente a comunicação pública da ciência (Höttecke; Allchin, 2020, p. 665).

Como resultado dos incômodos sentidos pela autora durante suas pesquisas, a mesma propõe a inclusão da área Comunicação da Ciência ao MoCEC v.2 – o que resultou em nova versão, a terceira, e representação para o modelo (Figura 4). A nova área inclui aspectos que analisam os indivíduos envolvidos no processo de comunicação da Ciência através de seus objetivos, papéis, modos de comunicação, fontes e garantia de confiabilidade (Figura 5). A partir da inclusão e descrição da área, Santos (2023) busca possibilitar a análise crítica de como o conhecimento científico circula, é interpretado e apropriado pela sociedade, oferecendo bases teóricas e analíticas para novas pesquisas no campo da Educação em Ciências e contribuindo para a promoção de uma AC mais ampla.

Figura 4 – Representação visual do MoCEC (*Science Eye*) versão 3



Fonte: Santos, 2023, p. 230.

Mais recentemente, levando em consideração o estudo encontrado por Santos (2023), Bonfim e Strieder (2024) desenvolveram um estudo que analisa como as práticas de *fact-checking* (checagem de fatos) podem ser integradas ao ensino de Ciências para combater a desinformação. Elas identificaram, dentro do PDCC proposto por Allchin (2017) e ampliado por Höttecke e Allchin (2020), aspectos conceituais (“dimensões históricas”, “dimensões humanas” e “padrões de raciocínio”), observacionais e socioculturais. Em relação à comunicação, esta se faz presente em todos os aspectos, visto o caráter jornalístico das atividades, com destaque para três fatores: (i) dependência epistêmica; (ii) confiança epistêmica; e (iii) credibilidade. As autoras ressaltam que embora não incluída na CC, na atualização proposta por Höttecke e Allchin (2020), a autoridade epistêmica constitui-se como um fator relevante a ser trabalhado. De uma maneira geral, elas concluem que as práticas do tipo *fact-checking* e o instrumento PDCC proposto por Allchin (2017) possuem grande potencial pedagógico para abordar aspectos de NdC em sala de aula. Entretanto, é

indicado uma limitação pelo fato do instrumento não contemplar de maneira didática os critérios de “o que” se pesquisa e “quem define” as agendas científicas, deixando de lado as influências socioculturais e políticas no processo de comunicação da Ciência.

Figura 5 – Quadro com os principais aspectos que caracterizam a área Comunicação da Ciência presentes no MoCEC v.3

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. 229.

Diante da limitação destacada por Bonfim e Strieder (2024) ao utilizar o instrumento produzido por Allchin (2017), mesmo após as atualizações feitas por Höttecke e Allchin (2020), podemos destacar o potencial de uso do MoCEC v.3. Isso porque, o modelo conta com os aspectos internos da Ciência de maneira didática,

facilitando o seu uso para inserção de NdC e análise, como destacado anteriormente. Além disso, a inclusão da nova área possibilita uma visão de aspectos externalistas da Ciência, que são fundamentais no seu reposicionamento dentro da modernidade, levando em consideração seu contexto social e comunicativo.

Dessa forma, a nova versão do modelo é capaz ainda mais de promover a reflexão crítica, fortalecendo os pressupostos de uma ACM como defendida por Reid e Noris (2016), proporcionando aos estudantes uma visão das Ciências como uma prática situada, com caráter humano e social e que sofre influência de fatores políticos e econômicos nas agendas de pesquisa, além do papel ativo das mídias na circulação, significação e ressignificação da Ciência.

Sendo assim, o presente trabalho pretende contribuir para a explicitação do potencial de uso do referido modelo em suas segunda e terceira versões, que são complementares, usufruindo de suas duas funções elencadas por Santos, Maia e Justi (2020), ou seja, como suporte na introdução de aspectos de NdC de maneira *contextualizada, explícita e integrada*, além de ferramenta de análise.

4. METODOLOGIA

4.1 Contextualização

A elaboração do planejamento e sua aplicação ocorreram ao longo de três edições de uma disciplina optativa ofertada no curso de Química Licenciatura na Universidade Federal de Minas Gerais, em semestres sequenciais. A disciplina “Ensinando Química a partir de Visões Contemporâneas” foi dividida em três, sendo: (i) Da vivência à proposição; (ii) Da proposição à aplicação; e (iii) Da aplicação à reflexão. A primeira e a segunda versões estavam focadas na vivência e planejamento de aulas temáticas e a terceira na condução de tais aulas, bem como na reflexão tanto sobre o ato de planejar quanto o de ensinar. Durante as duas primeiras versões da disciplina, a turma foi dividida e cada grupo ficou responsável por elaborar um planejamento que contemplasse um conteúdo científico curricular e aspectos de NdC. Todos os planejamentos foram elaborados contendo material do professor, resposta esperada e aspectos de NdC, segundo o MoCEC v.2 e v.3, que seriam esperados de serem mobilizados.

Participei somente da terceira versão, integrando o planejamento no qual este trabalho foi baseado. O planejamento tinha como foco abordar conteúdo científico curricular de reações nucleares (fissão e fusão), através do filme “Oppenheimer” e abordando aspectos de NdC. As atividades propostas foram inicialmente formuladas durante as primeiras versões da disciplina (Anexo A). As atividades se baseavam em dois trechos principais do filme, sendo eles:

- **Trecho 1:** esse trecho abordava a divulgação de informações científicas naquela época, tendo como foco a divisão do núcleo do Urânio feita, primeiramente, pelos pesquisadores alemães Hann e Strassmann, e como essas informações impactaram o estudo, as ideias e o processo científico de outros cientistas, nesse caso, de Oppenheimer e seus colaboradores.
- **Trecho 2:** nesse trecho do filme é retratado uma suposta conversa entre dois cientistas renomados, na qual um é o Oppenheimer que vai até a Universidade de Princeton pedir que o segundo, Einstein, revise os cálculos teóricos realizados por Teller, a respeito do processo de fissão nuclear, que daria origem a um processo que criaria uma bomba atômica, tal processo que Oppenheimer

e seus colaboradores investigavam e que poderia trazer sérias consequências para o mundo todo, uma vez colocado em prática.

Ao integrar a terceira versão, visando propiciar a coleta de dados do presente trabalho que, na época, seria desenvolvido, a atividade do jornal foi proposta por mim em colaboração com os demais integrantes (Apêndice A). A proposta da atividade consistiu na reescrita de uma manchete e de uma notícia de um jornal fictício, além de escrita de uma carta para o jornal, solicitando mudanças na matéria. As mudanças deveriam contemplar os aspectos do conteúdo científico curricular e os de NdC trabalhados ao longo da aula.

A intervenção ocorreu em uma escola da rede estadual de Minas Gerais, localizada em uma região periférica. Sendo assim, ela atende, majoritariamente, estudantes em sua maioria em vulnerabilidade social. A escola oferece: Ensino Fundamental, anos iniciais e finais, nos turnos da manhã e tarde; Ensino Médio Regular nos turnos da manhã e noite; Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Ensino Técnico, ambos no turno da noite. A aula temática foi amplamente divulgada em todos os turnos. A realização se deu em um sábado pela manhã, tendo duração de 3 horas, considerando os 30 minutos de intervalo que foi disponibilizado, sendo importante ressaltar que ele não era letivo, e não foram distribuídos pontos extras para os estudantes participarem das atividades.

Dessa maneira, a aula foi dividida em três principais momentos, sendo os dois primeiros focados em atividades pautadas em trechos do filme “Oppenheimer” e o terceiro foi dividido em dois submomentos. O primeiro focado na sistematização da aula até aquele ponto e o segundo na mobilização dos conhecimentos científicos curriculares e de NdC, com a atividade proposta do jornal.

4.2. A coleta dos dados e sua análise

Tendo em vista que o referencial teórico utilizado se propõe também a ser uma ferramenta de análise, devido a maneira com que foi construído e de acordo com os objetivos deste trabalho, escolhemos utilizá-lo também como referencial teórico-metodológico na análise dos dados coletados. Essa escolha ocorreu devido a quatro fatores principais: (i) a maneira descritiva e didática com que o modelo apresenta as áreas de conhecimento; (ii) a categorização bem definida dos objetos de estudo de cada uma dessas áreas, através dos aspectos e suas definições; (iii) a analogia do

modelo, o que facilita o seu uso no processo de análise; e (iv) a afinidade que possuímos com o modelo, tornando o processo de análise mais dinâmico.

Previamente à realização da coleta dos dados, todos os estudantes que haviam se inscrito através do *Google Forms*, e eram maiores de idade, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Para os estudantes menores de idade o termo deveria ser assinado pelos responsáveis e os discentes assinaram o Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE). Após as o recolhimento da assinatura dos responsáveis e/ou assinatura dos estudantes, os termos foram entregues e arquivados.

A primeira etapa da pesquisa consistiu na coleta dos dados. Para isso, a turma foi dividida em três grupos diferentes (G1, G2 e G3). A aula foi conduzida pelos estudantes da disciplina optativa, tendo como organização: um professor principal (professor referência) e os demais licenciandos, como monitores. Os monitores podiam intervir a qualquer momento da aula. Os dados foram coletados de duas maneiras:

- Áudio: quatro gravadores, sendo um do professor referência e os demais em cada grupo; e
- Material escrito: cada grupo recebeu uma folha, contendo as atividades (Anexo A e Apêndice A).

Após a coleta dos dados, a segunda etapa consistiu em uma leitura inicial das respostas escritas dadas pelos estudantes, seguida da escuta do áudio do professor referência, que captou toda a aula, de maneira livre. Nesse momento, buscamos somente ter familiaridade com os dados, já que haviam se passado alguns meses desde que a coleta havia ocorrido (a coleta ocorreu no final de maio, e isso foi feito em agosto).

Durante o momento seguinte, o áudio foi escutado novamente e realizado uma divisão por atividades e questões. Foi selecionado durante esse processo os momentos-chave de discussão. A seleção desses momentos-chave foi feita considerando a presença das grandes áreas presentes no referencial teórico-metodológico. Nesse momento não focamos na identificação específica dos aspectos de cada grande área.

A terceira etapa, consistiu em analisar as respostas escritas, buscando identificar os aspectos de NdC segundo o MoCEC v.2 e v.3. A análise iniciava pela digitalização das respostas escritas, seguido da utilização dos quadros de aspectos das duas versões do referencial-teórico metodológico (Figuras 3 e 5), para selecionar os aspectos presentes. Após essa etapa, retornamos no descritivo de cada grande área e seus aspectos, conferindo a descrição daqueles já identificados e verificando se nenhum outro estaria presente nas respostas. Por fim, retornamos no planejamento da aula, que contava com os aspectos esperados para as atividades, buscando reavaliar a ausência ou presença de algum outro aspecto.

Por exemplo, na letra a da primeira questão que se baseava no trecho 1 do filme, e possuía como enunciado: *“por que um cientista continua investigando mesmo quando suas previsões ou ideias iniciais estão erradas?”*, a resposta do grupo 1 (G1), foi a seguinte:

- Ele continua investigando para compreender onde errou e aperfeiçoar sua visão diante novas teorias.

Ao analisarmos os quadros identificamos os aspectos: *Não linearidade* e *Progressividade*, ambos da área História da Ciência. Após retornarmos à descrição dos aspectos, identificamos que a *Progressividade* não estaria presente de maneira explícita na resposta, devido à falta de foco no processo de construção do conhecimento científico ao longo do tempo. Nessa leitura das descrições, também identificamos a presença de um outro aspecto, a *Falibilidade* (Psicologia da Ciência), uma vez que os estudantes retratam a ação de um cientista frente ao erro. Por fim, ao retornarmos no planejamento mantivemos os aspectos já identificados. O mesmo processo ocorreu sucessivamente para as demais questões.

A quarta etapa consistiu em traçar os dados das respostas escritas com o áudio, ou seja, com as discussões. Para facilitar essa etapa, realizamos a transcrição do áudio do professor referência. Essa transcrição foi feita em colaboração com o professor referência da aula ao integrarmos uma quarta versão da disciplina optativa, que ocorreu ao longo do segundo semestre de 2025, ao mesmo tempo em que este trabalho foi escrito. Nessa disciplina analisamos os dados oriundos da aplicação do planejamento elaborado e reelaborado nas versões anteriores. Dessa forma, utilizamos a seleção realizada anteriormente, procuramos o momento de discussão

na transcrição e verificamos se possuía alguma relação com os aspectos identificados nas respostas escritas. Após a correlação com as respostas escritas, verificamos se na seleção dos momentos-chave e/ou durante a leitura da transcrição, algum aspecto que não havia sido previamente identificado havia surgido. Para ambos os processos, também utilizamos os quadros e as descrições dos aspectos.

Por fim, a última etapa consistiu na análise do momento de sistematização. Essa análise foi realizada por último, pois ocorreu somente a partir dos dados oriundos da transcrição do áudio do professor referência. O procedimento ocorreu através da leitura da transcrição, seguido do mesmo processo já realizado para as respostas escritas, classificação com os quadros e conferência através da descrição de cada aspecto. Portanto, a coleta foi feita a partir de mais de uma fonte, o que possibilitou traçar e correlacionar os dados. Além disso, comparamos os aspectos identificados com os previstos no planejamento. Assim sendo, o processo de análise foi triangulado tanto entre fontes, como entre juízes, uma vez que foi conferido por uma segunda pessoa (orientadora do trabalho) à luz do mesmo referencial teórico-metodológico, e as divergências foram discutidas até a obtenção de um consenso com a primeira pessoa (autora do trabalho).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do trabalho são provenientes do surgimento e mobilização dos aspectos de NdC, segundo o referencial teórico-metodológico nas respostas dadas pelos, e discussões feitas com os estudantes. Além disso, existiam as previsões de emergência dos aspectos pelo planejamento elaborado previamente. Dessa forma, buscando uma melhor sistematização para as respostas dadas à cada questão, destacamos os aspectos esperados e os identificados.

5.1. Primeiro momento da aula (Atividade 1)

O momento inicial da aula possuía duas questões, sendo a primeira focada nos aspectos de NdC e a segunda integrando o conteúdo científico curricular. O quadro abaixo indica os aspectos esperados de acordo com o planejamento prévio.

Quadro 1 – Aspectos que poderiam ser mobilizados no primeiro momento da aula segundo o planejamento prévio (continua)

Áreas de conhecimento	Aspectos de NdC	Justificativas
História da Ciência (HC)	<i>Não linearidade:</i> discute a não existência de um único caminho para o desenvolvimento do conhecimento científico, incluindo os resgates 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.	Fica evidente durante o trecho que não possui apenas um único caminho para tentar entender um determinado processo. Mudanças, tais como o descobrimento de novos conhecimentos científicos, permite que Oppenheimer e seus colaboradores recalculam a rota e pensem/investiguem os novos fatores, a fim de ajudá-los durante a pesquisa deles.
	<i>Provisoriedade:</i> discute a 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, isto é, não linear e progressivo.	Esse aspecto está presente no trecho, na medida em que Oppenheimer não acreditava na possibilidade de divisão do núcleo do Urânio. No entanto, ao realizar alguns testes práticos, para além de cálculos teóricos, pôde compreender como o processo ocorria, além do seu potencial de destruição.

Fonte: Autoras, 2025.

Quadro 1 – Aspectos que poderiam ser mobilizados no primeiro momento da aula segundo o planejamento prévio (continuação)

Áreas de conhecimento	Aspectos de NdC	Justificativas
Sociologia da Ciência (SC)	<i>Interação entre cientistas</i> : discute os diferentes modos de interação entre cientistas, por exemplo, parcerias, contribuições, discordâncias e disputas durante o processo de produção do conhecimento científico.	No trecho, Oppenheimer e seus colaboradores, durante o Projeto Manhattan, se juntam para investigar, analisar e comprovar a possibilidade de construir uma bomba atômica por meio da fissão nuclear.
Comunicação da Ciência (CC)	<i>Objetivos</i> (Não especialistas - jornalista): divulgar informações científicas visando favorecer compreensão geral, tomada de consciência, engajamento em debates sobre questões sociocientíficas.	A divulgação da informação científica, que os físicos alemães conseguiram dividir o átomo do Urânio pelo jornal, provocou grande engajamento entre os cientistas para tentarem desvendar os mistérios que permeava, essa nova descoberta.

Fonte: Autoras, 2025.

A questão 1 se baseava no trecho 1 do filme. Essa questão se dividia em letra a e b, dessa maneira, iniciamos a análise pela letra a que possui o seguinte enunciado: “*por que um cientista continua investigando mesmo quando suas previsões ou ideias iniciais estão erradas?*”. Através das respostas escritas, pudemos identificar os aspectos elencados no quadro abaixo.

Quadro 2 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 letra a no primeiro momento da aula (continua)

Grupos	Respostas escritas	Aspectos identificados
1	Ele continua investigando para compreender onde errou e aperfeiçoar sua visão diante novas teorias.	<i>Não linearidade</i> (HC) <i>Falibilidade</i> (PC)
2	Por causa do erro um cientista pode achar uma fórmula, ou uma química, que pode progredir para achar a fórmula.	<i>Não linearidade</i> (HC) <i>Falibilidade</i> (PC)

Fonte: Autoras, 2025.

Quadro 2 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 letra a no primeiro momento da aula (continuação)

Grupos	Respostas escritas	Aspectos identificados
3	Porque acredita que se na teoria deu errado, não funcionaria na prática, então ele não levou em consideração testar a teoria na prática mesmo que a teoria comprovou ser impossível.	<i>Racionalidade</i> (PC) <i>Falibilidade</i> (PC)

Fonte: Autoras, 2025.

Nas respostas dos grupos 1 (G1) e 2 (G2), a *Não linearidade* se faz presente, na medida em que é citado a mudança do conhecimento científico diante de erros e novas teorias, assim como elencado no referencial teórico-metodológico (Quadro 1)

Além da resposta escrita, os grupos mobilizam esses aspectos no momento da discussão geral. Após o G1 responder, o professor referência questiona o G2 sobre o que achavam da resposta do G1. Na sequência, um dos integrantes responde:

- **Wesley (G2):** _Alguém apareceu com nova teoria e ele não deixou de ficar parado só naquele lugar ali.

Em um trecho mais avançado da discussão, no qual correlacionávamos teoria e prática, tópico esse que se fez presente em boa parte da discussão, uma estudante do G1 fala, o que reafirma a presença da *Não linearidade*:

- **Joana (G1):** _Mesmo que ela não vai ser usada. Eu acho que ela pode ajudar a colaborar em outras teorias também. Porque talvez essa teoria possa não ser tão importante, mas aí você pode descobrir uma ponte com outra teoria que está sendo investigada, que não descobriram ainda.

Os aspectos *Falibilidade* e *Racionalidade*, da área Psicologia da Ciência (PC), se fizeram presentes nas respostas dos estudantes. Apesar de não terem sido previstos para esse momento da aula, a presença deles pode ter sido favorecida pela própria construção da pergunta, que tratava a atitude de “um” cientista. Dessa forma, o trecho tendo o Oppenheimer como ponto focal, somado a estrutura da pergunta, pode ter feito com que os estudantes entendessem que se tratava de um cientista específico e não da comunidade de cientistas como um todo, o que implicaria em um aspecto da área Sociologia da Ciência.

O aspecto *Falibilidade* aparece nas respostas dadas pelos três grupos, destacado quando eles discorrerem sobre a postura e forma de lidar do cientista. O uso do pronome “Ele” (G1 e G3) e “Um” (G2) nas respostas evidencia o foco na figura do cientista, como indicado na descrição do aspecto segundo o referencial que “discute como cada cientista identifica e lida com erros durante o processo de produção e uso do conhecimento científico” (p. 596).

Em relação ao grupo 3 (G3), ainda identificamos a presença do aspecto *Racionalidade*. Nesse caso, apesar de o grupo também adotar o pronome “Ele”, houve um destaque na lógica que leva o cientista a não testar, destacando o princípio desse aspecto, que segundo Santos, Maia e Justi (2020, p. 597) “discute como um cientista pode pensar e agir em conformidade com a razão, isto é, como ele pode relacionar pensamentos seguindo alguma lógica, durante os processos de produção e uso do conhecimento científico”.

Outro elemento forte que foi levantado durante a discussão dessa questão, como mencionado anteriormente, foi a relação entre a teoria e a prática, ponto esse destacado em diversos momentos, como:

- **Babi (monitora):** _Se essa coisa não foi testada, é uma coisa que só vai ficar na teoria, e foi feita uma teoria toda elaborada com base, é... Em contas que esse cientista desenvolveu, em tudo que tinha por trás desse outro processo, você acha que mesmo assim, mesmo não tendo sido feita na prática, *essa teoria ainda é válida? Por que ela foi baseada em outro conhecimento?*

- **Mateus (G3):** _Não.

- **Babi (monitora):** _*Precisa ser testada para ser válida?*

- **Mateus (G3):** _Precisa, porque só assim sabe que vai funcionar.

- **Babi (monitora):** _*Mas se essa coisa não vai ser usada?*

- **Mateus (G3):** _Não, a coisa vai ficar lá... [fala indistinta].

- **Wesley (G2):** _Eu creio que uma teoria, mesmo que ela não seja formada, ela não vai ser usada, é uma teoria. Ela pode ser uma âncora de... Ter uma mente das outras pessoas que [vão] falar assim: “esse teólogo, na realidade da teoria, né?... Esse teólogo chegou até essa conclusão assim, por quê que eu não posso ser [ir] além?”. Isso aí é só um ponto de partida, para o pensamento de algumas pessoas.

Dessa maneira, mesmo que não presente na resposta escrita, foi possível apontar a mobilização do aspecto *Epistemologia*, relacionado a área Filosofia da Ciência (FC), já que sua definição:

[...] apresenta uma reflexão do todo, ou seja, em torno da natureza, objetivos, valores, critérios, processos e práticas científicas e/ou epistêmicas sendo, portanto, um aspecto que possibilita uma reflexão dos limites e alcances relacionados à construção do conhecimento científico (Santos; Maia; Justi, 2020, p. 595).

Assim, o aspecto se encontra presente no processo de elaboração dos estudantes sobre a reflexão dos limites e alcances na construção das teorias científicas e sua aplicação prática.

A letra b possuía comandos voltados para a construção do conhecimento científico em si, deslocando o foco do cientista, tendo como enunciado: *o que isso nos mostra sobre como o conhecimento científico é construído ao longo do tempo?*

Os aspectos encontrados estão representados no quadro abaixo.

Quadro 3 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 letra b no primeiro momento da aula

Grupos	Respostas escritas	Aspectos identificados
1	Através das tentativas e práticas alcançamos o conhecimento, e aprimoramos as perspectivas das ideias.	<i>Não linearidade</i> (HC) <i>Lógica</i> (FC)
2	Na tentativa e erro ao longo do tempo com o avanço tecnológico e tudo se resume na persistência.	<i>Não linearidade</i> (HC) <i>Lógica</i> (FC) <i>Progressividade</i> (HC)
3	Isso nos mostra que o conhecimento científico é construído na base da tentativa e erro, teoria e prática.	<i>Não linearidade</i> (HC) <i>Lógica</i> (FC)

Fonte: Autoras, 2025.

Na letra b, o aspecto *Não linearidade* (HC) e *Lógica* (FC) foram identificados em todas as respostas. O aspecto *Lógica*, como destacado por Santos, Maia e Justi (2020, p. 595) “discute a maneira de pensar e os raciocínios relacionados à construção

do conhecimento científico”. Sendo assim, podemos perceber que em todas as respostas, os estudantes abordam o raciocínio relacionado aos processos de construção do conhecimento científico, indicando a sua presença. O aspecto *Não linearidade* está diretamente relacionado ao aspecto *Lógica*, uma vez que para que os estudantes exemplificassem o processo de construção do conhecimento científico, eles utilizam a relação não linear da Ciência.

Além desse aspecto, foi identificado a presença da *Progressividade* (HC) na resposta do G2. Ao discorrerem sobre as mudanças ao longo do tempo, evidenciam o caráter progressivo da Ciência, em concordância com o referencial teórico-metodológico que indica que esse aspecto:

[...] discute o 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 demanda um tempo necessário para que os processos de produção do conhecimento científico ocorram (Santos; Maia; Justi, 2020, p. 601).

Além disso, identificamos uma conexão entre os aspectos *Lógica* e *Progressividade*, em um momento em que a discussão se volta para a Tecnologia e a Ciência:

- **João (G3):** _A gente colocou que isso nos mostra que o conhecimento científico ele é construído na base da tentativa e erro, em teoria e prática.
- **Marcos Júnior (professor referência):** _Muito bom. Muito bom. Vocês. *Qual é o seu nome mesmo?* Desculpa.
- **Jorge Venâncio (G2):** _Jorge Venâncio.
- **Marcos Júnior (professor referência):** _ Jorge Venâncio. Jorge Venâncio, *o que você acha da ideia deles?*
- **Jorge Venâncio (G2):** _Na verdade, nossa resposta é a mesma que a deles.
- **Marcos Júnior (professor referência):** _*É a mesma?* _É verdade... É verdade. Mas, lê então a sua, *qual é a sua resposta?*
- **Jorge Venâncio (G2):** _Na tentativa e erro, ao longo do tempo, com o avanço da Tecnologia, tudo se resume na persistência.
- **Babi (monitora):** _Aproveitando que você falou de Tecnologia. *Você deseja fazer TI? Ou é ele?*

- **Marcos Júnior (professor referência):** _Os dois.
- **Babi (monitora):** *Os dois? É... Vocês acham que a Ciência é dependente da Tecnologia? Ou por exemplo, para eu fazer uma Tecnologia eu preciso da Ciência ou a Ciência que produz a Tecnologia ou a Tecnologia que produz a Ciência?*
- [...]
- **Joana (G1):** _Eu acho que pela definição que eles colocaram, tanto de tentativas e acertos, eu acho que a Ciência é a base da Tecnologia, porque para desenvolver a Tecnologia tem muitas práticas, tem muitas tentativas e muitas reações através da Ciência.
- **Babi (monitora):** _Então, a Ciência é mais ampla do que a Tecnologia?
- **Joana (G1):** _Sim.
- **Babi (monitora):** _E vocês, vocês acham que é isso?
- **João (G3):** _ Eu acho também que não é dependente da Tecnologia, eu acho que com a base da Ciência que se cria algumas das tecnologias.

Nesse diálogo, existem conexões estabelecidas sobre a lógica de construção do conhecimento científico, além de sua correlação com o tempo, dando ênfase a progressividade desse processo. Isso acontece devido ao fato de o aspecto *Lógica* estar relacionado à área Filosofia da Ciência que também está presente como uma “base” para as demais áreas, segundo os modelos utilizados, MoCEC v.2 e v.3.

Em ambas as respostas pode-se perceber alguns fatores de construção do conhecimento científico, tido como consensuais, como elencado por Azevedo e Scarpa (2017), como o empiricismo e a provisoriedade. Foi possível de identificá-los já que os mesmos fazem parte da descrição de alguns dos aspectos identificados (*Lógica, Não linearidade e Progressividade*). Em ressonância com essa ideia, pode-se perceber que em diversos momentos dessa atividade, os estudantes apontaram a importância do erro no processo de construção do conhecimento científico. Além de fazer parte do processo de construção do conhecimento científico, a compreensão do papel do erro na área de Educação em Ciências é um elemento fundamental quando buscamos a promoção de uma educação crítico-reflexiva (Silva; Nascimento; Valois; Sasseron, 2022).

Os aspectos que não foram contemplados nesse momento da aula, mas que estavam presentes como possíveis de emergir, foram: *Provisoriedade* (HC), *Interação entre cientistas* (SC) e *Objetivos* (Não especialistas - jornalista) (CC)). Em relação ao aspecto *Provisoriedade*, através das respostas escritas e das discussões desse momento da aula, não pudemos identificar sua presença de maneira *explícita*. Acreditamos que a dificuldade se dá pelo fato desse aspecto conter a ideia de não linearidade e progressividade da Ciência simultaneamente, gerando complexidade para a sua mobilização. Os aspectos *Interação entre cientistas* (SC) e *Objetivos* (Não especialistas - jornalista) (CC), esperados e não identificados, acreditamos que foi devido ao fato da construção das perguntas, que possuíam uma visão direcionada para as ações do cientista, não envolvendo aspectos de interação e comunicação. Além disso, a discussão não foi direcionada para as interações coletivas, em geral, foi levantado a ideia de um cientista, desestimulando ainda mais a presença do aspecto *Interação entre cientistas*.

A questão 2, visava abordar o conteúdo científico curricular previsto para a aula, sendo seu enunciado: *neste mesmo trecho, é mencionado o processo de divisão do núcleo do Urânio, conhecido como fissão nuclear. Explique o que é a fissão nuclear e a sua diferença em relação à fusão nuclear, e para cada uma dê um exemplo de aplicação.*

Dessa forma, buscávamos compreender se o objetivo de abordar NdC de maneira *integrada* teria sido concretizado. As respostas apresentadas pelos estudantes sobre os conceitos de fissão e fusão foram relativamente satisfatórias, conforme podem ser visualizadas no quadro abaixo.

Quadro 4 – Respostas escritas dadas para a questão 2 (continua)

Grupos	Respostas escritas
1	Fissão nuclear é a separação de átomos (quebra do núcleo). Fusão nuclear é a junção de átomos. Exemplos: Fissão: bombas atômicas e usinas nucleares / Fusão nuclear: geração de energia e Sol.

Fonte: Autoras, 2025.

Quadro 4 – Respostas escritas dadas para a questão 2 (continuação)

Grupos	Respostas escritas
2	A fusão nuclear é um impacto de átomos e prótons que se chocam em uma força para ser formada uma nova cadeia. Os componentes como o nêutron e o próton, se quebram ocasionando uma reação em cadeia formando uma expansão nuclear. Exemplo: bicarbonato e limão.
3	Fissão nuclear seria uma reação em cadeia onde o núcleo do átomo é bombardeado por nêutrons onde ocorre o processo de divisão do átomo. A diferença entre fissão e fusão nuclear seria que a fissão separa e a fusão junta. Exemplo: Fissão: bombas nucleares / Fusão: energia elétrica.

Fonte: Autoras, 2025.

5.2. Segundo momento da aula (Atividade 2)

O segundo momento da aula possuía duas questões, voltadas para a discussão dos aspectos de NdC. O quadro abaixo representa os aspectos a serem mobilizados, tanto nas respostas escritas quanto nas discussões, de acordo com o planejamento da aula elaborado previamente.

Quadro 5 – Aspectos que poderiam ser mobilizados no segundo momento da aula segundo o planejamento prévio (continua)

Áreas de conhecimento	Aspectos de NdC	Justificativas
Sociologia da Ciência (SC)	<i>Interação entre cientistas:</i> discute os diferentes modos de interação entre cientistas, por exemplo, parcerias, contribuições, discordâncias e disputas durante o processo de produção do conhecimento científico.	No trecho em destaque fica evidente a interação entre Oppenheimer e Einstein a respeito do processo de fissão nuclear.
Filosofia da Ciência (FC)	<i>Epistemologia:</i> apresenta uma reflexão do todo, ou seja, em torno da natureza, objetivos, valores, critérios, processos e práticas científicas e/ou epistêmicas sendo, portanto, um aspecto que possibilita uma reflexão dos limites e alcances relacionados à construção do conhecimento científico.	Fica evidente uma reflexão, por parte, principalmente, de Oppenheimer, do potencial da nova descoberta e que poderia impactar no campo da Física teórica, da construção do conhecimento científico e das possíveis consequências que esse processo provocaria no mundo todo, uma vez aplicado.

Fonte: Autoras, 2025

Quadro 5 – Aspectos que poderiam ser mobilizados no segundo momento da aula segundo o planejamento prévio (continuação)

Áreas de conhecimento	Aspectos de NdC	Justificativas
Sociologia da Ciência (SC)	<i>Aceitabilidade</i> : discute como o conhecimento é produzido, comunicado, avaliado e validado pelos cientistas para que seja aceito como científico.	O conhecimento produzido por Teller precisou ser avaliado e validado, por outros cientistas, como Oppenheimer e Einstein, antes de ser aceito entre os pares.

Fonte: Autoras, 2025.

As questões 1 e 2 se baseavam no trecho 2 do filme. Iniciando a análise pela questão 1, que possuía como enunciado: *no trecho 2, Oppenheimer busca a opinião de Albert Einstein sobre uma possível reação em cadeia que poderia liberar uma “força explosiva imensa”. A partir disso, por que Oppenheimer, mesmo sendo um cientista renomado, sentiu a necessidade de conversar com Einstein sobre essa descoberta?*

Os aspectos identificados nas respostas escritas foram elencados no quadro abaixo.

Quadro 6 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 no segundo momento da aula

Grupos	Respostas escritas	Aspectos identificados
1	Buscar a opinião de uma mente que está a mais tempo na área.	<i>Interação entre cientistas (SC)</i>
2	Sobre a reação em cadeia que poderia destruir o planeta.	Sem aspecto
3	Porque ele queria buscar um ponto de vista de uma pessoa que pensa diferente. Uma nova perspectiva.	<i>Interação entre Cientistas (SC)</i> <i>Incerteza (PC)</i>

Fonte: Autoras, 2025.

O aspecto *Interação entre cientistas (SC)* foi identificado, quando os estudantes destacam a comunicação entre os cientistas como um processo de busca de visões diferentes, dando ênfase nesse modo de interação entre a classe. Além da ocorrência nas respostas escritas, esse aspecto surge em diversos trechos das discussões, por exemplo:

- **Wander (G3):** _Ahhh...

- **Marcos Júnior (professor referência):** _*Pode repetir para ele?*

- **Joana (G1):** _Vou repetir. Buscar a opinião de uma mente que está mais tempo na área.

- **Marcos Júnior (professor referência):** _*O que você acha disso?*

- **Wander (G3):** _Ahh... É importante até porque, por causa daquela questão de estar mais tempo dentro da área, então ela [pessoa] vai ter mais experiência e vai saber como lidar com diversas situações. Então, seria muito legal a gente ir lá buscar o ponto de vista dessa pessoa, pra sei lá, resolver um problema, por exemplo, pedir ajuda a essa pessoa, ela vai conseguir resolver o problema, vai... Mais tempo e é isso.

Em um momento mais avançado da discussão, uma estudante do G1, evidencia mais uma vez a interação entre os cientistas. Além desse aspecto, a mesma discorre sobre as maneiras diferentes de identificarem os erros dos cientistas, fazendo com que possamos correlacionar ao aspecto *Incerteza* (Psicologia da Ciência). O uso dos nomes dos cientistas, dá enfoque a maneira de pensar individual de cada um deles, evidenciando a presença da área Psicologia da Ciência, invés da Sociologia da Ciência, em especial, desse aspecto que “discute como cada cientista lida com as incertezas, mais precisamente como ele toma consciência, se posiciona e, quando possível ou necessário, toma decisões frente a elas (Santos; Maia; Justi, p. 596)”:

- **Joana (G1):** _Eu acho que é, porque às vezes, o Einstein tem uma metodologia para descobrir os erros do Oppenheimer, diferente do Oppenheimer. O Oppenheimer vai por uma linha e o Einstein vai por outra linha para descobrir os erros.

O mesmo aspecto se torna evidente na resposta escrita do G3, que coloca o Oppenheimer como um cientista que lidou com a incerteza, buscando outra visão diferente da sua própria. Além disso, apesar do G2 não ter escrito uma resposta na qual identificássemos esse aspecto, um dos integrantes do grupo o mobiliza em um momento da discussão, no qual destaca a construção do conhecimento como uma “via de mão dupla”:

- **Wesley (G2):** _Eu creio que sim, porque não é só pelo entendimento, *mas sim pelo conhecimento, né?* Mas, essa... Aquela que eles falam que a via é uma via de mão dupla, a gente dá e recebe. Ele levou o conhecimento dele para ele tentar receber

algo e ele já, muitas vezes, podia até estar pensando naquilo, mas é só para ele tirar uma conclusão maior naquilo do projeto que tá chegando.

Acreditamos que a resposta escrita do G2 possa ter ocorrido sem a presença de nenhum aspecto evidente devido à interpretação de texto de maneira inadequada. Além disso, o tempo para esse momento de escrita/discussão acabou ficando reduzido, quando comparado ao tempo disponibilizado para o primeiro momento da aula.

A questão 2 possuía como enunciado: *seguindo nessa mesma linha de raciocínio, responda: o que essa conversa entre Oppenheimer e Einstein nos mostra sobre o trabalho dos cientistas diante de inúmeras descobertas importantes?*

Os aspectos identificados nas respostas escritas na referida questão estão evidenciados no quadro abaixo.

Quadro 7 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 2 no segundo momento da aula

Grupos	Respostas escritas	Aspectos identificados
1	Nos mostra que para o desenvolvimento e entendimento da ciência é necessário o trabalho e pensamento coletivo.	<i>Epistemologia</i> (FC) <i>Interação entre cientistas</i> (SC)
2	Que o conceito do Oppenheimer e Einstein são os mesmos.	Sem aspecto
3	Nos mostra que diante dessas descobertas importantes que é necessário ter conhecimento de opiniões que são diferentes da sua, ainda mais de alguém que tem mais experiência e conhecimento.	<i>Epistemologia</i> (FC) <i>Interação entre cientistas</i> (SC)

Fonte: Autoras, 2025.

Os aspectos *Epistemologia* (Filosofia da Ciência) e *Interação entre cientistas* (Sociologia da Ciência) foram possíveis de serem identificados na resposta dos G1 e G3. O aspecto *Interação entre cientistas* é evidenciado nas respostas devido ao foco na construção do pensamento científico de maneira coletiva, destacando a importância dessa relação na comunidade. Em especial, a resposta do G3 destaca a

ideia da necessidade da revisão por pares dentro da construção do conhecimento científico.

Ademais, podemos apontar uma reflexão da construção do conhecimento científico na medida em que os estudantes discorrem sobre práticas e processos, na coletividade que rege esse processo, destacando o aspecto *Epistemologia*. Além disso, apesar da não aparição de aspecto na resposta escrita do G2, o que acreditamos ter ocorrido novamente pela falta de tempo e interpretação coerente, um dos integrantes do grupo fala algo interessante ao ler a resposta:

- **Marcos Júnior (professor referência):** *_Os conceitos? Você acha que é importante que os conceitos dos dois sejam iguais?*

- **Rogério (G2):** *_Relativamente não... Se não vai ficar muito igual, conceito dos dois... igual você falou sobre a linearidade.*

Dessa maneira, ao ser questionado, o estudante demonstra uma mudança de postura em relação à resposta escrita, fazendo-se presente a necessidade da diversidade de pensamentos na construção da Ciência. O trecho é curto para que possamos afirmar a mobilização de algum aspecto, porém, não deixa de abordar um elemento importante sobre a construção da Ciência, como descrito acima.

Durante a discussão dessa questão, ao ler para os colegas a resposta escrita, uma das integrantes do G1 acrescenta algo, ela destaca:

- **Joana (G1):** *_A gente colocou... [fala indistinta]... O desenvolvimento, do entendimento da Ciência e de outras áreas também, é necessário o trabalho e o pensamento coletivo. Eu gostaria de acrescentar algo aqui agora também, a partir do que eles falaram ali. O pensamento crítico também.*

Ela destaca a importância do pensamento crítico, podemos compreender que em certo espectro, ela reconheceu que a Ciência tem critérios e necessita de críticas em sua construção, aspecto fundamental quando falamos sobre a compreensão *sobre* Ciências (Azevedo; Scarpa, 2017; Cofré *et al.*, 2019).

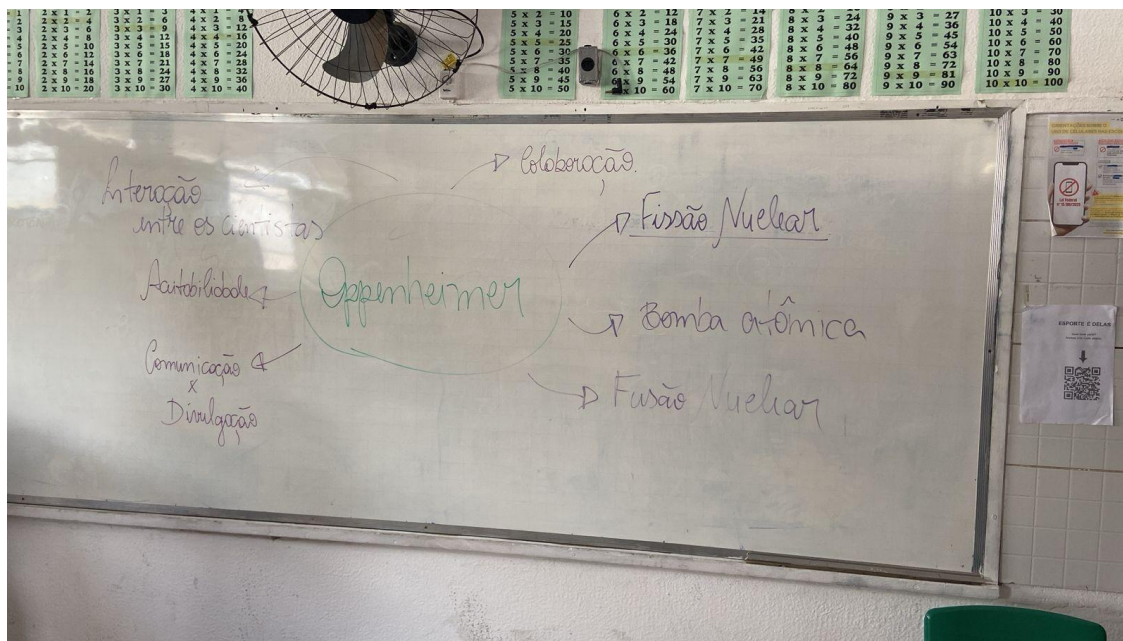
5.3 Terceiro momento da aula

5.3.1 A sistematização (Atividades 1 e 2)

O terceiro momento da aula foi dividido em duas etapas. A primeira dessas etapas consistia na construção de um quadro coletivo para a sistematização dos

conhecimentos *de e sobre* Ciências. Sendo assim, nesse momento a análise foi realizada somente a partir da gravação dos áudios. O quadro coletivo está representado na figura abaixo.

Figura 6 – Quadro de sistematização sobre reações nucleares construído durante o terceiro momento da aula



Fonte: Acervo das autoras, 2025.

Nesse momento de sistematização foi identificado tanto o conteúdo científico curricular esperado (reações nucleares: fissão e fusão), quanto alguns aspectos de NdC evidenciados pelos estudantes como compreendidos ao longo da aula. Entre os aspectos, identificamos *Interação entre cientistas* (SC), *Não linearidade* (HC), *Modos de comunicação* e *Objetivos* (Não especialistas - jornalista) (CC). Em relação ao conteúdo, notamos a compreensão dos conceitos em falas como:

- **Marcos Júnior (professor referência):** _Eu quero ver o que vocês entenderam.
- **Babi (monitora):** _ É...
- **João (G3):** _Eu entendi que...
- **Babi (monitora):** _Pode ser uma palavra!
- **Marcos Júnior (professor referência):** _Uma ideia.
- **Babi (monitora):** _Uma ideia.

- **João (G3):** _Pelo que eu entendi, que eles descobriram sobre a fissão nuclear, que seria a separação dos átomos, que daria uma reação em cadeia, que teria uma grande força explosiva que poderia se espalhar pela humanidade.

Em relação ao aspecto *Interação entre cientistas*, no trecho abaixo, um estudante discorre sobre a importância das trocas entre os cientistas, denotando compreensão do papel desse aspecto na construção do conhecimento científico:

- **Wander (G3):** _Eu ia falar o que o Miriano falou. A credibilidade dos cientistas na troca de opinião pra...

- **Marcos Júnior (professor referência):** _*Você lembra da questão, né? Repete isso.*

- **Wander (G3):** _Troca de opiniões e conhecimento para a obtenção de metas.

Em relação a *Não linearidade*, uma das estudantes destaca a reação do cientista ao se deparar com outros caminhos. Na fala, é evidenciando como no curso da construção do conhecimento científico, existe mais de um caminho, podendo acontecer retomadas às ideias já estabelecidas:

- **Joana (G1):** _Eu acho que foi a pesquisa dele que acabou, não que dando errado, mas que ele descobriu uma outra maneira, outro caminho para entrar pela pesquisa.

Quando pensamos na área Comunicação da Ciência, notamos dois aspectos presentes, *Modos de comunicação* e *Objetivos* em relação aos indivíduos não especialistas, mais especificamente ao jornalista. Através da fala abaixo, podemos justificar o surgimento desses aspectos, na medida em que os estudantes apontam a importância da linguagem para que a compreensão ocorra por parte da população no processo de divulgação (modos de comunicação). Ademais, ao discorrerem sobre as diferenças entre divulgação e comunicação e a importância desse trabalho, eles dão ênfase nos objetivos de cada um dos processos:

- **Jorge Venâncio (G2):** _Sem a comunicação, ninguém vai ficar sabendo. E sem a divulgação também...

- **Aluno não identificado:** _Se não divulgar, você não vai ver. E se não comunicar, ninguém vai saber o que você tinha pra falar.

- **Babi (monitora):** _*Então vocês acham que a divulgação é um processo mais amplo do que a comunicação?*

- **Aluno não identificado:** _Exatamente, é algo que vai ser todo mundo que vai ver, independente de qual área.
- **Babi (monitora):** _E para todo mundo ver, o que eu estou divulgando, para eu conseguir comunicar. *Vocês acham que isso tem que ser comunicado de que maneira? A gente usa que linguagem? A linguagem da Ciência? A linguagem... A nossa linguagem comum?*
- **Mateus (G3):** _A linguagem comum. A linguagem comum para todo mundo entender, né?

5.3.2. O jornal (Atividade 3)

Esse momento consistiu na produção de uma manchete e uma carta para a redação do jornal fictício (Cienciacionalista). O jornal continha erros conceituais sobre fissão e fusão, além de aspectos equivocados relacionados à construção do conhecimento científico. O quadro abaixo apresenta os aspectos que esperávamos ser mobilizados.

Quadro 8 – Aspectos que poderiam ser mobilizados no terceiro momento da aula, na atividade do jornal, segundo o planejamento prévio (continua)

Áreas de conhecimento	Aspectos de NdC	Justificativas
Sociologia da Ciência (SC)	<i>Interação entre cientistas:</i> discute os diferentes modos de interação entre cientistas, por exemplo, parcerias, contribuições, discordâncias e disputas durante o processo de produção do conhecimento científico.	O texto resposta simula a atuação de um grupo de cientistas, destacando o papel da colaboração e validação coletiva das descobertas antes da divulgação.
	<i>Aceitabilidade:</i> discute como o conhecimento é produzido, comunicado, avaliado e validado pelos cientistas para que seja aceito como científico.	Os estudantes são levados a pensar sobre como o conhecimento se torna científico: ele precisa ser revisado, discutido, validado e aceito por outros cientistas, e não apenas divulgado de qualquer maneira (por exemplo, sensacionalista).

Fonte: Autoras, 2025.

Quadro 8 – Aspectos que poderiam ser mobilizados no terceiro momento da aula, na atividade do jornal, segundo o planejamento prévio (continuação)

Áreas de conhecimento	Aspectos de NdC	Justificativas
Sociologia da Ciência (SC)	<i>Aceitabilidade</i> : discute como o conhecimento é produzido, comunicado, avaliado e validado pelos cientistas para que seja aceito como científico.	A produção da nova manchete e da notícia (do texto resposta) simula esse processo, ao exigir justificativa, clareza conceitual e compromisso com a Ciência.
Comunicação da Ciência (SC)	<i>Objetivos</i> (Não especialistas - jornalista): divulgar informações científicas visando favorecer compreensão geral, tomada de consciência, engajamento em debates sobre questões sociocientíficas.	Ao comparar uma divulgação incorreta com uma mais adequada, os estudantes exercitam o papel social da Ciência: comunicar-se com clareza e ética para o público em geral.

Fonte: Autoras, 2025.

O quadro abaixo indica os aspectos identificados nas respostas escritas dos estudantes. Inicialmente teríamos mais tempo para a discussão da atividade, porém, esse tempo foi reduzido devido à extensão das discussões que ocorreram nos outros dois momentos da aula, os primeiro e segundo. Dessa forma, a análise ocorreu majoritariamente pelas respostas escritas dos discentes.

Quadro 9 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 letra b no terceiro momento da aula (continua)

Grupos	Manchetes reelaboradas	Cartas escritas para o jornal	Aspectos identificados
1	Cientistas investigam forma de transformar chumbo em ouro usando a fusão nuclear	Segundo fontes do laboratório de Los Alamos, cientistas estão investigando como fundir átomos de Urânio e de outros em tais para se formarem Ouro puro utilizando a técnica de fusão nuclear, assim podendo causar problemas ao planeta. Cientistas afirmaram que a técnica não é 100% segura e definitiva. Essa nova investigação pode colaborar para a ocorrência do avanço da Ciência e de outras áreas.	<i>Objetivos</i> (Não especialistas - jornalista) (CC) <i>Epistemologia</i> (FC)

Fonte: Autoras, 2025.

Quadro 9 – Aspectos identificados na análise das respostas dadas à questão 1 letra b no terceiro momento da aula (continuação)

Grupos	Manchetes reelaboradas	Cartas escritas para o jornal	Aspectos identificados
2	Cientistas tentaram transformar chumbo em ouro usando a fusão nuclear.	Prezado jornalista creio com base em meus conhecimentos que não é possível fazer esta transformação em metais pois as estatísticas não acontecem assim.	<i>Epistemologia</i> (FC)
3	Cientistas falham em tentar transformar chumbo em ouro usando fusão atômica.	Prezados da equipe do jornal, devo informá-los que devido aos fatos dos estudos que já estão comprovados, tem algumas informações que vocês colocaram que não condiz sendo que não é possível fundir Chumbo em Ouro e nenhum qualquer metal e também a técnica conhecida como superfusão-fusora atômica, não existe, pois a fissão ela separa os átomos e a fusão ela junta, ou seja, as coisas são opostas, não tem como isso existir. E o cientista afirma que foi feito com a ajuda da especialista na área que garantiu que é 100% seguro e definitivo e vocês não incluíram nenhum estudo comprovado e nenhuma prova de que é seguro e definitivo, peço que vocês corrijam isso ⁹ .	<i>Aceitabilidade</i> (SC) <i>Objetivos</i> (Não especialistas - jornalista) (CC) <i>Interação entre cientistas</i> (SC)

Fonte: Autoras, 2025.

Nos G1 e G3, identificamos a presença do aspecto *Objetivos* (Não especialistas - jornalista), da área Comunicação da Ciência. O G1 reescreve o texto já presente na manchete de maneira a torná-lo coerente e responsável, enquanto o G3 direciona uma carta ao jornal ressaltando os equívocos presentes. Apesar da diferença entre os grupos, o aspecto fica evidente de forma que ao enviarem a resposta para o jornal, os grupos destacam a importância de a divulgação dessa descoberta acontecer de maneira clara e responsável, visando a compreensão do conhecimento científico por parte do público em geral.

⁹ Os estudantes desse grupo não entregaram um material escrito para a redação do jornal. A resposta colocada no quadro foi falada pelos integrantes no momento da discussão.

O aspecto *Epistemologia* (FC) esteve presente nas respostas dos G1 e G2 na medida em que eles apresentam uma reflexão sobre os critérios e limites da Ciência. Podemos evidenciar a presença do aspecto através da resposta do G1 ao ele elencar que “a técnica não é 100% segura e nem definitiva” e na do G2 ao ele apontar para as “estatísticas” necessárias para a aceitação daquele conhecimento.

Por fim, o G3 ainda foi capaz de mobilizar dois aspectos da área Sociologia da Ciência, sendo eles o de *Aceitabilidade* e *Interação entre cientistas*. A aceitabilidade se torna presente no destaque que o grupo dá, ao interpretar um cientista, na falta de provas para a avaliação e validação do conhecimento científico. Ademais, ao refutarem o especialista na área, os estudantes expressam o aspecto *Interação entre cientistas*, já que a ideia da atividade era que os estudantes atuassem como grupos de cientistas (analogamente) ao se posicionarem frente ao jornal, denotando a prática como uma construção coletiva.

Além das respostas escritas, em um momento da discussão, uma estudante do G1 aponta a responsabilidade do jornal com a notícia divulgada:

- **Joana (G1):** _Então, o problema aqui também, lá no final desse texto original, aqui também, ele fala como se isso aqui fosse de fácil acesso para a população. Então, imagina várias pessoas transformando vários metais em Ouro. Então, vai ser um problema muito grande para o meio ambiente, ainda mais que o Ouro não é tão fácil assim de extrair.

Ao discorrer sobre a responsabilidade no processo de divulgação, a discente mobiliza o aspecto *Objetivos* (Não especialistas - jornalista), na medida em que destaca o papel do jornal na comunicação da Ciência para a população em geral. A presença desse aspecto na fala, em correlação com os pressupostos da ACM (Reid; Noris, 2016), denota a compreensão da importância de escolher, compreender, avaliar e responder efetivamente a representações da Ciência em uma sociedade marcada pela ampla divulgação midiática. Além disso, a estudante apresenta uma reflexão crítica sobre a Ciência e o meio ambiente, interação essa que é presente no filme, já que houve grande perda ambiental na detonação da bomba atômica.

5.4 Aspectos mobilizados: um panorama geral

O panorama geral dos aspectos esperados e identificados na aplicação está representado no quadro abaixo. A ideia do quadro não é fazer uma abordagem

quantitativa, sendo esse, somente para fornecer uma visão geral sobre a intervenção e seu potencial de mobilização dos aspectos de NdC, segundo o referencial utilizado. A quantidade representa o surgimento nas respostas escritas e nas discussões realizadas.

Quadro 10 – Aspectos identificados durante a aplicação da aula sobre reações nucleares

Aspectos	Áreas de conhecimento	Esperados no planejamento?	Identificados na análise?	Frequências
<i>Não linearidade</i>	História da Ciência (HC)	Sim	Sim	7
<i>Interação entre cientistas</i>	Sociologia da Ciência (SC)	Sim	Sim	6
<i>Epistemologia</i>	Filosofia da Ciência (FC)	Sim	Sim	5
<i>Objetivos (Não especialistas - jornalista)</i>	Comunicação da Ciência (CC)	Sim	Sim	4
<i>Falibilidade</i>	Psicologia da Ciência (PC)	Não	Sim	3
<i>Lógica</i>	Filosofia da Ciência (FC)	Não	Sim	3
<i>Incerteza</i>	Psicologia da Ciência (PC)	Não	Sim	2
<i>Racionalidade</i>	Psicologia da Ciência (PC)	Não	Sim	1
<i>Progressividade</i>	História da Ciência (HC)	Não	Sim	1
<i>Provisoriedade</i>	História da Ciência (HC)	Sim	Não	-
<i>Aceitabilidade</i>	Sociologia da Ciência (SC)	Sim	Sim	1
<i>Modos de comunicação (Não especialistas - jornalista)</i>	Comunicação da Ciência (CC)	Não	Sim	1

Fonte: Autoras, 2025.

Através das informações apresentadas de maneira visual no quadro foi possível perceber que o aspecto com maior mobilização foi *Não linearidade*, seguido de *Interação entre cientistas*, *Epistemologia* e *Objetivos* (Não especialistas - jornalista).

Ao realizarmos uma reflexão sobre as aparições, acreditamos que os aspectos *Não linearidade* e *Interação entre cientistas* se fazem amplamente presentes devido aos próprios trechos do filme selecionados e a condução das discussões. O segundo trecho do filme, por exemplo, foi selecionado pensando em desenvolver a ideia da interação entre cientistas, na medida em que retratava uma conversa entre Oppenheimer e Einstein e a validação por parte deste último de resultados apresentados pelo primeiro. Além dos trechos, as discussões também deram destaque para o caráter não linear da Ciência, como as retomadas de conhecimentos já estabelecidos, além da Ciência como fundamentalmente coletiva.

Em relação ao aspecto *Epistemologia*, por conter uma reflexão do todo sobre o processo de construção do conhecimento científico e devido ao fato do planejamento ter sido construído buscando essas reflexões, sua aparição se torna justificada. Além disso, destacamos que o fato de o referencial teórico-metodológico utilizado na produção do planejamento, condução da aula e análise possuir uma base filosófica que rege o modelo, tornando a Filosofia presente ao longo de todo o processo. Essa presença dificultou um pouco a seleção detalhada do que seria a base filosófica e do que seria a aparição do aspecto em si. Porém, como o modelo possui as descrições didáticas de cada aspecto, ainda assim foi possível realizar a distinção.

O aspecto *Objetivos* (Não especialista - jornalista) da área Comunicação da Ciência também esteve presente em alguns momentos. Acreditamos que a inclusão da atividade do jornal, favoreceu essa mobilização, já que os estudantes tiveram contato diretamente com o processo de comunicação e divulgação científica. Destacamos que somente a presença do trecho em que o físico Oppenheimer recebe o jornal não foi capaz de promover a mobilização desse aspecto e, de uma maneira geral, da área Comunicação da Ciência. Sendo assim, a inclusão da atividade pautada no jornal no planejamento da aula foi fundamental para a aparição desse aspecto.

Por fim, os aspectos relacionados a área Psicologia da Ciência não estavam presentes no planejamento prévio e surgiram nas respostas e discussões. A presença desses aspectos foi percebida devido à expressão do cientista protagonista do filme,

além do direcionamento das perguntas e discussões em diversos momentos ser focado na figura dele, o Oppenheimer, desviando da ampliação para a classe dos cientistas. A presença desses aspectos, também se deve ao fato de os filmes serem um produto cultural, podendo gerar interpretações subjetivas distintas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram a capacidade do uso dos filmes (produtos culturais), na discussão *sobre* Ciências e na articulação com a promoção ampla da ACM, que visa a promoção de cidadãos críticos e reflexivos. Sendo esse o objetivo fundante deste trabalho, destacamos que o surgimento de pontos importantes nas respostas escritas e discussões, como: a importância do erro; a relação entre teoria e prática; o processo de comunicação da Ciência; e a diferença entre comunicação e divulgação científica, evidenciaram elementos fundamentais para a promoção da ACM, como defendido por Reid e Noris (2016). Acreditamos que o surgimento desses pontos foi resultado da utilização de um meio de ampla divulgação midiática, que abordado de maneira coerente, foi capaz de promover discussões acerca da construção do conhecimento científico. Dessa forma, a aula possibilitou uma reflexão sobre a Ciência, como uma prática situada, com caráter humano e social e que sofre influência de fatores políticos e econômicos nas agendas de pesquisa, além do papel ativo das mídias na circulação, significação e ressignificação da Ciência.

Os pressupostos da ACM se mostraram alinhados à visão III da AC, proposta por Valladares (2021). A visão III exige uma formação comprometida com a participação ativa nos debates públicos em torno da Ciência. Dessa maneira, como citado no parágrafo acima, através de uma educação que esteja ancorada na ACM, o estudante possui ferramentas que o torna capaz de se envolver nesse debate. Em consonância, a área CC ao ser incorporada ao MoCEC, resultando no MoCEC v.3, tem capacidade de contribuir para a análise dos *Objetivos, Papéis, Modos de comunicação, Tipos de fontes e Garantia de confiabilidade* de especialistas, não especialistas (como jornalistas) e público em geral. Sendo assim, o modelo se torna uma ferramenta capaz de promover uma reflexão crítica e fortalecer os pressupostos da ACM e, conseqüentemente, o desenvolvimento da visão III.

Um fator de destaque para o uso do filme foi o engajamento dos estudantes, que foi percebido devido ao envolvimento deles nas atividades e discussões. Assim como demonstrado por Cunha e Giordan (2009), os filmes possuem três principais relações com a opinião pública, sendo: (i) intensificação da opinião pública; (ii) inserção de novas ideias e opiniões; e (iii) modificação de opinião. Ao pensarmos nessas relações, o planejamento foi capaz de inserir novas ideias e opiniões, além de modificar determinadas opiniões dos estudantes sobre Ciências. Além disso, o uso de

um filme com uma figura expressiva, como o físico Oppenheimer, favoreceu esse engajamento.

O MoCEC v.2 e v.3 se mostrou como uma ferramenta com potencial de uso, tanto na construção de planejamento e mediação pedagógica, quanto na utilização para a análise dos dados. Diferente de outros modelos, como o PDCC proposto por Allchin (2017), o MoCEC ao caracterizar descritiva e didaticamente as grandes áreas e seus aspectos, foi capaz de captar a Ciência como uma atividade complexa, múltipla e ampla. A presença de aspectos não previstos no planejamento prévio, mas que surgiram nas respostas escritas e discussões e a diversidade das áreas e aspectos identificados, demonstra exatamente essa concepção da atividade científica proposta pelo modelo. Além disso, a clareza descritiva fez com que o modelo fosse um grande aliado no planejamento (o que ensinar) e na mediação pedagógica, fornecendo o suporte necessário para uma abordagem de NdC de maneira *explícita, contextualizada e integrada* (como ensinar), ou seja, abordando aspecto *de* e *sobre* Ciências. Por fim, as características do MoCEC foram eficientes no seu uso como referencial teórico-metodológico, de forma que o processo de análise foi facilitado devido à distinção entre as categorias. Sendo assim, evitamos generalizações e conferimos maior confiabilidade para o processo. Especificamente em relação à utilização do MoCEC v.3, o trabalho foi capaz de contribuir através dos dados empíricos apresentados e discutidos. O surgimento de aspectos como *Objetivos (Não especialista - jornalista)* nos resultados, evidenciou a limitação da versão anterior, estendendo seu alcance para atuar como suporte no planejamento de ações, em diferentes contextos, que envolvam o processo de comunicação da Ciência.

Ademais, apesar da capacidade do presente trabalho de demonstrar o potencial do uso de filmes (produtos culturais), aliado à inserção e discussão de aspectos de NdC, na promoção da ACM, contribuindo para uma educação científica mais crítica e reflexiva, existem algumas limitações. A primeira delas consiste na execução da aula temática em 3 horas, dificultando sua aplicação no dia a dia da sala de aula. O acesso ao referencial teórico e também metodológico e seu estudo também foi um fator fundamental na condução das aulas, tornando o conhecimento deste fundamental para a condução da aula. Além disso, podemos ressaltar o fato de se trabalhar com trechos ao invés do filme, o que pode acarretar na não compreensão do todo; e que o filme também reforça alguns estereótipos dos cientistas ao apresentar

o protagonista, o que implica em um cuidado maior ao selecionar os trechos a serem abordados.

Finalmente, o desenvolvimento deste trabalho foi capaz de demonstrar a importância da incorporação de NdC na formação de professores, para que nós, futuros professores, sejamos capazes de primeiramente entender a Ciência de maneira ampla e segundo capazes de ensinar a Ciência dessa maneira. Para mim, enquanto pesquisadora e futura professora, poder vivenciar discussões como as que vivenciei ao longo da aula, demonstram o potencial da educação em contribuir para o desenvolvimento acima de tudo, de cidadãos informados, críticos e capazes de aturem dentro da sua realidade. Além disso, experienciar que em uma área denominada como “exata”, existe o caráter humano, social e artístico despertou em mim conexões com paixões que eu mesma havia deixado de lado e que acreditava não serem possíveis de serem desenvolvidas em sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AZEVEDO, Nathália Helena; SCARPA, Daniela Lopes. 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.

BONFIM, Carolina Santos; STRIEDER, Roseline Beatriz. ENFRENTAMENTOS PARA O NEGACIONISMO CIENTÍFICO: EXPLORANDO A NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR de FACT-CHECKING. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 29, n. 3, p. 101-124, 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC. Versão entregue ao CNE em 03 de abril de 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de Carvalho. Habilidades de Professores para Promover a Enculturação Científica. **Contexto e Educação**, v. 22, n. 77, p. 25-49, 2007.

COFRÉ, Hernán.; NÚÑEZ, Paola; SANTIBÁÑEZ, David; PAVEZ, José M.; VALENCIA, Martina; VERGARA, Claudia. A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. **Science & Education**, v. 28, n. 2-3, p. 205-248, 2019.

CUNHA, Marcia Borin, GIORDAN, Marcelo. A imagem da ciência no cinema. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 9-17, 2009.

DUSCHL, Richard Allan. Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social. **Review of Research in Education**, v. 32, n.1, p. 268-291, 2008.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, s/n, p. 687-719, 2020.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra, 1967.

HÖTTECKE, Dietmar; ALLCHIN, Douglas. Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. **Science Education**, v. 104, n. 4, p. 641-666, 2020.

IRZIK, Gürol; NOLA, Robert. New Directions for Nature of Science Research. *In*: MATTHEWS, M. (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer, 2014. p. 999-1021.

JUSTI, Rosária.; ERDURAN, Sibel. *Characterizing Nature of Science: A supporting model for teachers*. *In*: Conference of the International History, Philosophy, and Science Teaching Group, 2015, Rio de Janeiro, Brazil.

LEDUR, José Ricardo. **NATUREZA DA CIÊNCIA E ENSINO DE CIÊNCIAS NA SOCIEDADE EM REDE: PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA**. 2022. 242 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2022.

MACHADO, Camila Juraszeck; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggatto. Interfaces entre cinema, ciência e ensino: uma revisão sistemática de literatura. **Pro-posições**, v. 31, s/n, p. 1-31, 2020.

MAIA, Poliana; JUSTI, Rosária; SANTOS, Monique. Aspects About Science in the Context of Production and Communication of Knowledge of COVID-19. **Science & Education**, v. 30, n. u, p. 1075-1098, 2021.

MCCOMAS, William. F. Seeking Historical Examples to Illustrate Key Aspects of the Nature of Science. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 249-263, 2008.

MILLAR, Robin. Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 73-86, 2003.

MORAIS, José; KOLINSKY, Reginé. Literacia científica: leitura e produção de textos científicos. **Educar em Revista**, s/v, n. 62, p. 143-162, 2016.

MUSSATO, Gabriel Abreu; CATELLI, Francisco. Concepções epistemológicas de reportagens sobre ciência na mídia impressa brasileira e suas implicações no âmbito educacional. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 35-59, 2015.

NEVES, Késia Caroline Ramires; BRAGUINI, Maysa Henrique. A HISTÓRIA DA DISCIPLINA QUÍMICA (ESCOLAR) NO CURRÍCULO BRASILEIRO. **Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 2-16, 2018.

OXFORD DICTIONARY. **Oxford Dictionary 2016 word of the year**. Disponível em: <<https://en.oxforddictionaries.com/word-of-the-year/word-of-the-year-2016>>. Acesso em: 28 nov. 2025.

PEIXOTO, Anyelle da Silva Pereira; BIZERRA, Ayla Márcia Cordeiro; SILVA, Clécio Danilo Dias da. A VACINA DA COVID-19: um tema para discutir aspectos da natureza da ciência no ensino médio. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 8, n. 27, p. 819-836, 2022.

PEREIRA, Algo Aoyagui Gomes; SANTOS, Camila Aoyagui. Desinformação e negacionismo no ensino de ciências: sugestão de conhecimentos para se desenvolver uma alfabetização científica midiática. **Ensino e Multidisciplinaridade**, v. 6, n. 2, p. 21-40, 2020.

REID, Gavin; NORRIS, Stephen P. Scientific media education in the classroom and beyond: a research agenda for the next decade. **Cultural Studies of Science Education**, v. 11, s/n, p. 147-166, 2016.

ROBERTS, Douglas. Competing Visions of Scientific Literacy: The Influence of a Science Curriculum Policy Image. In: Linder, C; Östman, L; Roberts, D; Wickman, P-O; Erickson, G; Mackinnon, A. (Eds). **Exploring the Landscape of Scientific Literacy**. New York: Routledge, 2011. p.11-27.

SANTOS, Monique; MAIA, Poliana; JUSTI, Rosária. 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, n. u, p. 581-616, 2020.

SANTOS, Monique Aline Ribeiro dos. **Conhecimentos de natureza da ciência mobilizados e relacionados a outros conhecimentos por um futuro professor de Química em situações de ensino autênticas**. 2023. 277 p. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

SANTOS, Paloma Nascimento dos; AQUINO, Kátia Aparecido da Silva. Utilização do Cinema na Sala de Aula: Aplicação da Química dos Perfumes no Ensino de Funções Orgânicas Oxigenadas e Bioquímica. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 160-167, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. TOMADA DE DECISÃO PARA AÇÃO SOCIAL RESPONSÁVEL NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **Ciência & Educação**, v. 7, n.1, p. 95-111, 2001.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n.1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; DUSCHL, Richard Allan. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SILVA, Fernando César; NASCIMENTO, Luciana Abreu; VALOIS, Raquel Sousa; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de ciências como prática social: relações entre as normas sociais e os domínios do conhecimento. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 1, p. 39-51, 2022.

SILVA, Josineide Alves da. Cinema e Educação: uso de filmes na escola. **Intersaberes**, v. 9, n. 18, p. 361-373, 2014.

SILVA, Maíra Batistoni e; SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, s/n, p. 1-20, 2021.

SILVA, Waldemar Victor Martins; SILVA, Eliriane Caroline da; MAIA, Poliana Flávia; GONÇALVES, Érica Cristina. 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, 541-569, 2022.

SIQUEIRA, Ellen Catharina Ponciano; SANTOS, Monique; CORRÊA, Roberta Guimarães. 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.

SOARES, Magda. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, s/v, n. 25, p. 5-17, 2003.

STROUPE, David. Examining Classroom Science Practice Communities: How Teachers and Students Negotiate Epistemic Agency and Learn Science-as-Practice. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 487-516, 2014.

VALLADARES, Liliana. Scientific Literacy and Social Transformation. **Science & Education**, v. 30, s/n, p. 557-587, 2021.

ANEXO A – Atividades elaboradas durante a primeira versão da disciplina

Atividade 1 – Trecho: Divisão do átomo

Nome e Turma:

Nome e Turma:

Nome e Turma:

Nome e Turma:

Nome e Turma:

Esta atividade tem como objetivo que vocês trabalhem em grupo para que possam discutir as perguntas baseadas no trecho do filme visto anteriormente. Assim, conversem, discutam, e juntos cheguem em uma única resposta que sintetize a ideia do grupo.

1 - No trecho apresentado, Oppenheimer demonstra surpresa ao descobrir que outros cientistas haviam conseguido dividir o núcleo do Urânio usando nêutrons, algo que ele acreditava ser impossível. Ainda assim, ele decide investigar como eles chegaram a essa descoberta. A partir da postura de Oppenheimer, discuta e responda:

Figura 1 – Oppenheimer e seus colaboradores



Fonte: *Google Imagens*, 2025.

a) Por que um cientista continua investigando mesmo quando suas previsões ou ideias iniciais estão equivocadas?

b) O que isso nos mostra sobre como o conhecimento científico é construído ao longo do tempo?

2 - Nesse mesmo trecho, é mencionado o processo de divisão do núcleo do Urânio, conhecido como fissão nuclear. Explique o que é a fissão nuclear e a sua diferença em relação à fusão nuclear, e para cada uma dê pelos menos um exemplo de aplicação.

Atividade 2 – Trecho: Conversa entre Oppenheimer e Einstein

Nome e Turma:

Nome e Turma:

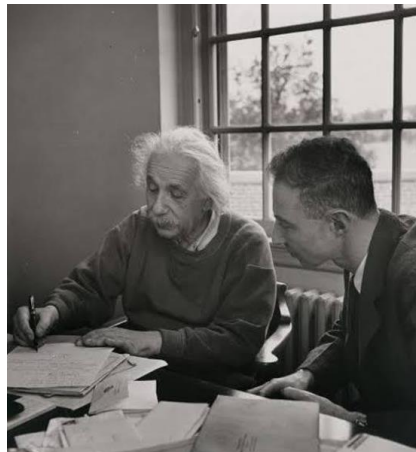
Nome e Turma:

Nome e Turma:

Nome e Turma:

Esta atividade, assim como a anterior, tem como objetivo que vocês trabalhem em grupo para que possam discutir as perguntas baseadas nesse outro trecho do filme que vocês acabaram de assistir. Assim, conversem, discutam, e juntos cheguem em uma única resposta que sintetize a ideia do grupo.

Figura 2 – Einstein e Oppenheimer



Fonte: *Google Imagens*, 2025.

1 – Nesse outro trecho, Oppenheimer busca a opinião de Albert Einstein sobre uma possível reação em cadeia que poderia liberar uma “força explosiva imensa”. A partir disso, responda: por que Oppenheimer, mesmo sendo um cientista renomado, sentiu necessidade de conversar com Einstein sobre essa descoberta?

2 - Seguindo nessa mesma linha de raciocínio, responda: o que essa conversa entre Oppenheimer e Einstein nos mostra sobre o trabalho dos cientistas diante de inúmeras descobertas importantes?

APÊNDICE A – Atividade do jornal elaborada na terceira versão da disciplina

Atividade 3 – Reelaboração da manchete e da notícia de jornal

Nome e Turma:

Nome e Turma:

Nome e Turma:

Nome e Turma:

Nome e Turma:

Figura 3 – Jornal Ciencionalista



Fonte: Autores, 2025.

Esta atividade, assim como as duas anteriores, tem como objetivo que vocês trabalhem em grupo para que possam discutir sobre a manchete e notícia publicada pelo jornal lido anteriormente. Assim, conversem, discutam, e juntos cheguem em uma única resposta que sintetize a ideia do grupo.

Após terem lido a manchete e a notícia divulgada pelo jornal, elaborem:

1 - Uma nova manchete mais precisa, que comunique de forma clara e responsável o fato científico divulgado.

2 - Um pequeno texto (de aproximadamente 15 linhas), como se fosse a resposta de um grupo de cientistas enviada à redação do jornal. Nesse texto, vocês deverão:

a) Corrigir os erros conceituais tanto da manchete quanto da notícia originais.

b) Explicar de forma clara o conceito de fissão ou fusão nuclear.

c) Incluir uma reflexão sobre o fato científico e a maneira com que tanto a manchete quanto a notícia foram divulgadas.