

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

João Pedro de Oliveira Braga

**Possibilidades e desafios da série *Chernobyl* como recurso
para a alfabetização científica e tecnológica**

ITAJUBÁ
2025

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

João Pedro de Oliveira Braga

**Possibilidades e desafios da série *Chernobyl* como recurso
para a alfabetização científica e tecnológica**

Dissertação submetida à banca examinadora como requisito para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá.

Área de concentração: Ensino e Aprendizagem

Orientadora: *Profa. Dra. Jane Raquel Silva de Oliveira*

ITAJUBÁ
2025

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

João Pedro de Oliveira Braga

**Possibilidades e desafios da série *Chernobyl* como recurso
para a alfabetização científica e tecnológica**

Dissertação submetida à banca examinadora como
requisito para obtenção do título de mestre em
Educação em Ciências pelo Programa de Pós-
Graduação em Educação em Ciências da
Universidade Federal de Itajubá.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Jane Raquel Silva de Oliveira (orientadora)

Profa. Dra. Mariana Vaitiekunas Pizarro

Profa. Dr. João Ricardo Neves da Silva

ITAJUBÁ
2025

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado àqueles que me auxiliaram e me deram condições para poder seguir com os estudos em todos os momentos da vida, sendo meus pais e irmã. Também dedico aos professores que contribuíram de alguma forma com a construção da minha curiosidade ao longo da infância e adolescência que, eventualmente, me levou ao caminho do estudo das ciências naturais e a buscar a troca de conhecimentos da docência como forma de levar à vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Jane Raquel por todo o conhecimento e orientação ao longo do processo, mas agradeço principalmente por sua paciência e compreensão nos momentos de maior dificuldade que surgiram no percurso.

Agradeço também aos professores do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e aos colegas do curso que facilitaram tanto o estudo na jornada ao conversarem sobre suas pesquisas e perspectivas para a educação.

Agradeço também aos amigos, namorada e aos meus pais que sempre foram um suporte em diferentes momentos, principalmente nos difíceis, ao longo da pesquisa e do trabalho como professor.

*“Um mago nunca se atrasa, Frodo Bolseiro. Nem se adianta. Ele chega
exatamente quando pretende chegar.”*

Gandalf, o Cinzento

RESUMO

Os conhecimentos de e sobre ciência são bases necessárias para a construção de uma sociedade crítica e participativa em relação à ciência & tecnologia e seu papel na sociedade. Nesse sentido, o campo da educação vem desenvolvendo e/ou analisando diversos materiais que possam auxiliar no conhecimento sobre ciência e tecnologia de estudantes em ambientes formais ou mesmo não formais de ensino. Dessa forma, essa pesquisa se apoiou no referencial de Alfabetização Científica e Tecnológica e em como o seu desenvolvimento é importante para a construção de aprendizados de e sobre ciência e tecnologia, no intuito de avaliar potencialidades e limitações da série Chernobyl (2019), do canal HBO, como recurso para Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), pensando em sua utilização no contexto escolar. A avaliação da série foi realizada por meio da Análise Textual Discursiva buscando, nas cenas exibidas, momentos que pudessem constituir unidades de análise coerentes com o objetivo da pesquisa no que diz respeito a possibilitar ou oportunizar aprendizado ou desenvolvimento de habilidades e competências definidas como relevantes para a ACT. Como resultado, dentre as várias unidades de análise identificadas, foram propostas categorias por meio da relação entre essas unidades, de forma que as cenas permitiram a identificação de oportunidades de se desenvolver conhecimentos de e sobre ciência e tecnologia que são consistentes com os objetivos da ACT. As categorias que emergiram dessa análise foram: conceitos específicos do campo das ciências da natureza e suas tecnologias; tratamento de concepções e compreensão sobre ciência, tecnologia e suas aplicações e limites; concepções sobre cientistas e aspectos do trabalho científico; relações entre ciência, tecnologia e o poder público/privado na sociedade; relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; a sensibilização pública e a indução narrativa. A série, no entanto, se mostrou como um recurso que pode não ser tão fácil de ser trabalhado no contexto escolar por conta de possíveis desafios técnicos ou estruturais de instituições de educação básica. Há também a identificação de tendências narrativas que podem induzir algumas visões que não são comumente aceitas para a comunidade científica do campo da Educação em Ciências, visto que a narrativa produzida é carregada de aspectos ideológicos em relação ao momento histórico do acidente que é utilizado como temática central.

Palavras-chave: Alfabetização Científica e Tecnológica; Chernobyl; Série Dramatúrgica.

ABSTRACT

Knowledge of and about science are necessary bases for building a critical and participatory society regarding science & technology and its role in society. In this sense, the field of education has been developing and/or analyzing various materials to aid students' knowledge of science and technology in formal or non-formal educational settings. This research relied on the framework of Scientific and Technological Literacy (STL) and its development's importance in constructing learning about science and technology. The goal was to o evaluate the potential and limitations of the series Chernobyl (2019), from the HBO channel, as a resource for Scientific and Technological Literacy (STL), considering its use in the school context. The series' evaluation was conducted through Textual Discursive Analysis, seeking moments in the exhibited scenes that could constitute coherent analysis units aligned with the research objective. The results proposed categories through the relationship between these units, allowing the identification of opportunities to develop knowledge about science and technology consistent with STL objectives. The emerging categories were: Specific concepts from the field of natural sciences and their Technologies; Treatment of conceptions and understanding about science, technology, and their applications and limitations; Conceptions about scientists and aspects of scientific work; Relationships between science, technology, and public/private power in Society; Relationships between science, technology, society, and environment; Public sensitization and narrative induction. However, the series proved to be a resource that may not be easy to work with in the school context due to possible technical or structural challenges in basic education institutions. There is also the identification of narrative trends that may induce views not commonly accepted by the scientific community in the field of Science Education, since the produced narrative is loaded with ideological aspects related to the historical moment of the accident used as the central theme.

Keywords: Scientific and Technological Literacy; Chernobyl; Drama series.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Correlação entre os indicadores de ACT e categorias emergentes	86
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Modelo de exibição das unidades de análise: unitarização.	75
Tabela 2. Unidade de análise nº1: cena de abertura.	80
Tabela 3. Unidade de análise nº11: reunião na usina.	81
Tabela 4. Unidade de análise nº4: as consequências iniciais do acidente.	83
Tabela 5. Unidade de análise nº17: o caminho até a usina.	88
Tabela 6. Unidade de análise nº2: a explosão na usina.	90
Tabela 7. Unidade de análise nº48: os níveis de radiação próximos ao reator 4.	91
Tabela 8. Unidade de análise nº52: uso de robô para limpeza de Nina e Katya.	92
Tabela 9. Unidade de análise nº54: uso de robô para limpeza de Masha.	93
Tabela 10. Unidade de análise nº63: o depoimento de Legasov frente ao Júri Soviético.	94
Tabela 11. Unidade de análise nº3: as primeiras reações após a explosão.	98
Tabela 12. Unidade de análise nº19: iniciam-se as tentativas de solucionar a crise.	99
Tabela 13. Unidade de análise nº24: a chegada de Khomyuk à Pripyat.	100
Tabela 14. Unidade de análise nº25: o comitê se reúne para impedir uma crise ainda maior.	101
Tabela 15. Unidade de análise nº65: Legasov explica a falha no recurso AZ-5.	103
Tabela 16. Unidade de análise nº45: Legasov vai até Khomyuk para atestar sua liberação do cárcere.	107
Tabela 17. Unidade de análise nº16: Legasov manifesta sua preocupação na reunião do comitê.	109
Tabela 18. Unidade de análise nº35: Legasov e Shcherbina se reúnem com Glukhov.	110
Tabela 19. Unidade de análise nº29: Legasov e Shcherbina discutem o isolamento da área do acidente.	113
Tabela 20. Unidade de análise nº25: o comitê se reúne para impedir uma crise ainda maior.	115
Tabela 21. Unidade de análise nº58: Shcherbina, Legasov e Khomyuk discutem cenários após Viena.	116
Tabela 22. Unidade de análise nº9: o fogo na usina é observado por funcionários no hospital de Chernobyl.	120
Tabela 23. Unidade de análise nº46: soldados iniciam a evacuação da zona de exclusão de Chernobyl.	121
Tabela 24. Unidade de análise nº23: é iniciada a evacuação da cidade de Pripyat.	123
Tabela 25. Unidade de análise nº11: é iniciada a evacuação da cidade de Pripyat.	124
Tabela 26. Unidade de análise nº54: a tentativa de utilização do robô “Joker” na região “Masha”.	125
Tabela 27. Unidade de análise nº66: Legasov é levado pela KGB após seu testemunho contra o governo.	126

LISTA DE ABREVIATURAS

ACT: Alfabetização Científica e Tecnológica

AC: Alfabetização Científica

DC: Divulgação Científica

CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

C&T: Ciência e Tecnologia

ATD: Análise Textual Discursiva

NSTA: National Science Teacher Association (Associação Nacional de Professores de Ciências)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS DA PESQUISA	14
2.1. Objetivos específicos da pesquisa	14
3. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	15
3.1. O termo Scientific Literacy na literatura: origem e breve histórico em paralelo à debates sobre a educação em ciências.....	15
3.2. Sobre Alfabetização Científica, Letramento Científico e outras possíveis interpretações para o campo de pesquisa: visões opostas, complementares ou incomensuráveis?	21
3.3. Sobre o conceito de Alfabetização Científica e Tecnológica: concepções acerca do tema segundo a literatura	27
3.4. Sobre indicadores de Alfabetização Científica e Tecnológica: habilidades e competências do indivíduo cientificamente e tecnologicamente alfabetizado	38
4. USO DE FILMES E SÉRIES NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	47
4.1. Séries, filmes e produções dramatúrgicas de entretenimento na educação em ciências: uma breve revisão	47
4.2. Interfaces das pesquisas em Alfabetização Científica e Tecnológica com produções de entretenimento: um breve contexto das produções acadêmicas	54
5. PERCURSO METODOLÓGICO	59
5.1. Pesquisa qualitativa e características principais.....	59
5.2. O corpus de análise da pesquisa: a minissérie Chernobyl.....	61
5.3. Metodologia de análise: análise textual discursiva	72
5.4. O procedimento de análise e as categorias via Análise Textual Discursiva	74
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
6.1. Considerações iniciais sobre o corpus de análise: a série Chernobyl (2019) como recurso audiovisual para a Educação em Ciências.....	79
6.2. As Categorias Emergentes: as oportunidades de discussões da ACT por meio da série Chernobyl.....	86
6.2.1. Categoria I: conceitos específicos do campo das ciências da natureza e suas tecnologias.....	88
6.2.2. Categoria II: tratamento de concepções e compreensão sobre ciência, tecnologia e suas aplicações e limites	97
6.2.3. Categoria III: concepções sobre cientistas e aspectos do trabalho científico .	106
6.2.4. Categoria IV: relações entre ciência, tecnologia e o poder público/privado na sociedade	112
6.2.5. Categoria V: relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente	119
6.2.6. Categoria VI: a sensibilização pública e a indução narrativa.....	123
6.3. O novo emergente: a série Chernobyl sob a perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica como recurso para a educação no contexto formal – uma releitura da obra	129
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS.....	132
REFERÊNCIAS	137
APÊNDICES	141

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como foco a análise de uma série dramatúrgica para produção de conhecimento no campo da Educação em Ciências (EC). Nesse campo, a utilização de recursos audiovisuais é bem documentada e investigações dessa natureza são frequentes no campo educacional em geral (Coelho e Viana, 2011; Fu et al, 2022; Silva, 2014; entre outros) . Rosa (2000, p.33) aponta que “a sociedade moderna tem no uso da imagem e do som uma de suas principais características”. Neste contexto, o uso de recursos audiovisuais para expressar uma variedade de mensagens, emoções, comunicações e manifestações sociais tomou forma e é uma prática comum e constante. Os veículos de informação, entretenimento e de educação encontram nesses recursos um meio de chegar ao grande público, sejam pelas televisões, computadores, rádio ou na rede de internet, que hoje é o maior espaço para que este tipo de recurso se propague.

Dado o potencial de propagação de mensagens por este tipo de recurso, se justificam os trabalhos que investigam contribuições destes para o campo da educação, visto que o público jovem da educação está cada vez mais presente em meios digitais que são os veículos por onde os recursos audiovisuais mais encontram caminho para disseminação.

Silva, Santos e Cunha (2017, p.114) defendem que os filmes “precisam ser encarados no âmbito pedagógico como uma obra de arte e um instrumento pedagógico de grande valia para ensinar aspectos relativos a valores, crenças e ideologias” e que “o meio fílmico apresenta relevante conexão com o meio científico, seja no âmbito do desenvolvimento de novas técnicas cinematográficas ou como temática de meios fílmicos”. Indo de encontro a essas afirmativas, podemos citar algumas obras cinematográficas como exemplos de expressão de alguma identidade ou imagem das ciências, como filmes de ficção como *Jurassic Park* (1993) que aborda a genética como um dos temas intrínsecos em sua narrativa, *The Day After Tomorrow* (2004) que lida com ficção científica utilizando a temática de mudanças climáticas, *Radioactive* (2019) que aborda um pouco da vida e trabalho de Marie Curie e que já foi alvo de investigação que compartilha de alguns elementos com este trabalho, como é o caso de análises que tratam sobre a compreensão de elementos na Natureza da Ciência por meio de cenas presentes na produção, bem como reflexões sobre o protagonismo feminino nas ciências, que permite reflexões do caráter contextual social e histórico da ciência . Estes são só alguns exemplos de

filmes que se aproximam da ciência e seus recursos linguísticos e técnicos. Essa aproximação já configura uma oportunidade para aplicação destes materiais no processo de ensino e aprendizagem.

Silva, Santos e Cunha (2017) relatam que a representação pública da ciência auxilia na formação do imaginário do público geral sobre a ciência e como se dão seus desdobramentos. Esse imaginário é adquirido no contato com materiais de cinema e audiovisuais que abordem a ciência. Nesse mesmo argumento, Cunha e Giordan (2009) defendem que os filmes podem causar impactos na percepção pública da ciência de formas diferentes e que vão também impactar nessa formação de concepções de ciência e em como a sociedade pode encarar o desenvolvimento científico e tecnológico. Essa formação do imaginário científico aparenta ter peso para o campo da educação em ciências e ser tópico de destaque nas pesquisas que investigam o uso de filmes na EC.

Quanto às investigações sobre séries no EC, os resultados encontrados até o momento de produção desta pesquisa não são tão amplos quanto os filmes. Exemplos de trabalhos que se encontram nesta linha foram as investigações da série da Netflix *Sex Education* realizadas por Santos, Santos e Miranda (2020) e Lopes, Franco e Alves (2019) que buscaram identificar características educativas sobre saúde em produções de entretenimento da gigante do streaming. Na pesquisa de Lopes, Franco e Alvez (2019), por exemplo, os autores identificaram que a série oportuniza momentos para o debate de questões sobre a educação sexual que podem por vezes passar despercebidas em propostas puramente curriculares da educação, reforçando que também há a possibilidade da identificação do público jovem com o contexto no qual a narrativa da série se desenvolve. Santos, Santos e Miranda (2020) já trazem que um momento da série no qual é abordado um surto coletivo dos personagens causado por má compreensão de elementos da educação sexual básica e fazem uma relação deste cenário com informações e concepções equivocadas encontradas no nosso cotidiano. Novamente aqui, vemos uma forma que a série pode aproximar contextos de estudantes diferentes e estimular um debate que gere aprendizagem adequada sobre temáticas para os estudantes num contexto formal de educação.

A pouca presença de trabalhos com séries em relação ao número de trabalhos que lidam com filmes não foi discutido nos referenciais e nas pesquisas encontradas, o que dificulta um traçado mais específico dessa escassez. Argumentações em torno dessa questão seriam especulações mais gerais com base em algumas análises que realizamos ao longo desta pesquisa. Ainda assim, as séries são caracterizadas por sequências de episódios que por muitas vezes passam em grande quantidade o tempo de duração de filmes, o que pode dificultar a real aplicação destes recursos num contexto de educação formal. A dimensão temporal até pode ser

um problema relativamente simples de ser superado se trechos específicos dessas produções forem selecionados previamente para discussão com estudantes, mas a experiência é diferente quando comparada à um acompanhamento das séries de forma íntegra e dentro do contexto de desenvolvimento de suas narrativas. Novamente, reforçamos que este argumento, neste momento do trabalho, parece mais especulativo, mas uma argumentação mais elaborada será realizada nos momentos de conclusão da pesquisa.

Esta pesquisa se posiciona, então, na categoria de um trabalho do campo da Educação em Ciências e que fará utilização de uma série dramatúrgica, Chernobyl (2019) da HBO, para análise de possíveis contribuições para a EC numa perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica. Como já apresentado, investigações desta natureza já foram realizadas com filmes e, até o momento, nenhuma foi encontrada na literatura que tenha lançado o mesmo olhar, sob mesmo referencial no tratamento de uma série dramatúrgica. Portanto, esta pesquisa visa contribuir com maiores compreensões sobre este tipo de material no processo de ensino e aprendizagem.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

Essa pesquisa tem como principal objetivo avaliar potencialidades e limitações da série Chernobyl (2019), do canal HBO, como recurso para Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Nessa avaliação, buscamos levantar aspectos presentes na série potencialmente úteis para o desenvolvimento de habilidades e indicativos de ACT, considerando essas contribuições num contexto escolar.

2.1. Objetivos específicos da pesquisa

Dentre os objetivos específicos, temos os seguintes:

- Avaliar as características narrativas da série Chernobyl (2019);
- Com as características levantadas, avaliar a série como um recurso para a educação em ciências buscando ver as influências da narrativa.
- Levantar as possíveis discussões e elementos de aprendizagem das ciências naturais que são oportunizados com a série.
- Realizar uma releitura da série como recurso para a Alfabetização Científica e Tecnológica.
- Propor perspectivas de pesquisa que ainda possam ser realizadas com base nos resultados que forem obtidos neste trabalho.

A seguir apresentamos dois tópicos com os principais conceitos e trabalhos da literatura que fundamentaram as análises e discussões da pesquisa. Inicialmente abordamos o histórico, conceitos e indicadores de alfabetização científica. Em seguida discutimos alguns aspectos relativos ao uso de filmes e séries no contexto da educação em ciências.

3. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Neste capítulo serão apresentados os referenciais acerca de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) que embasam e dialogam com as análises da pesquisa. Para esta seção, apresentaremos diferentes concepções sobre o que caracteriza o campo da ACT e elementos intrínsecos à temática, trazendo também possíveis indicadores de como a ACT pode ser desenvolvida e identificada, tanto como campo de pesquisa, quanto para critério de avaliação atitudinal de um indivíduo, o que pode caracterizá-lo como alfabetizado cientificamente e tecnologicamente.

Dada a complexidade e variedade de concepções do campo, após a apresentação dos referenciais do campo, serão indicados quais destes apresentados foram adotados para a produção da pesquisa.

3.1. O termo *Scientific Literacy* na literatura: origem e breve histórico em paralelo à debates sobre a educação em ciências

O termo Alfabetização Científica (AC) deriva de textos em língua inglesa acerca do campo da Educação, sendo apresentado como *Scientific Literacy* por Paul Hurd no final da década de 50. Os trabalhos iniciais que discutiam o termo, seus significados e papel na Educação em Ciências parecem centrar sua atenção em momentos históricos relacionados à reforma educacional dos Estados Unidos da América (EUA), onde o foco na educação se apresenta, aparentemente, em episódios de conflitos, disputas de influência e preocupações com nações emergentes no setor científico e tecnológico, segundo a revisão de Laugksch (2000) sobre a história do termo. Quanto à origem geográfica dos textos sobre AC na literatura, a tradução do termo em língua portuguesa apresenta certas dificuldades quando se aprofunda o olhar sobre o tema, havendo conflitos quanto à perspectiva francesa, inglesa e espanhola, bem como o que se considera como alfabetização, letramento ou cultura científica (Sasseron e Carvalho, 2011). Por hora, o termo “*Scientific Literacy*” será traduzido como Alfabetização Científica, enquanto discussões sobre as concepções, tradução e posicionamento da pesquisa frente ao campo do conhecimento sobre ACT serão apresentadas nas unidades seguintes deste trabalho.

Hurd (1958) apresenta o termo ao discutir sobre como a forma de ensinar as ciências da natureza iria impactar o futuro da ciência e tecnologia (CT). O autor pontua que

a sociedade americana, provocada pelo Sputnik, e como uma só voz tem se questionado se suas crianças estão recebendo o tipo de educação que as tornará hábeis para lidar com uma sociedade de desenvolvimentos em ciência e tecnologia em constante expansão (HURD, 1958, p. 13-14, tradução nossa).

Essa provocação citada pelo autor se deve ao momento histórico na Guerra Fria em relação ao lançamento do satélite Sputnik pela então União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, um marco da corrida espacial nesse período e que gerou preocupação com o desenvolvimento científico e tecnológico norte americano. Em sua argumentação ao longo do trabalho, citando exemplos de avanços científicos atingidos em um curto intervalo de tempo, Hurd (1958) afirma que devido ao constante desenvolvimento social propiciado pelas ciências naquele período, seria necessário mais que um simples conhecimento casual de fenômenos científicos. Reforçou também em seu discurso a questão de que o entendimento sobre as ciências “não poderia mais ser considerado como luxo intelectual de poucos” (Hurd, 1958, p.13, tradução nossa).

Neste momento, o termo *Scientific Literacy* passa a integrar uma discussão do autor que tece críticas sobre o modelo de educação em ciências apresentado na época pelas escolas dos EUA. Ao atribuir à juventude americana o futuro do desenvolvimento das ciências, Hurd (1958) centra as atenções no que julga como uma necessária reforma sobre o currículo de ciências.

Em suas reflexões acerca da eficácia da educação básica em promover melhores entendimentos e envolvimento social com a ciência e tecnologia, possibilitando continuidade no processo de expansão do conhecimento, Hurd questiona se, frente aos desafios apresentados neste contexto e no futuro,

vão os responsáveis pelo currículo ser capazes de desenvolver o programa educacional necessário para manter o delicado equilíbrio entre forças científicas, econômicas e sociais que serão encontradas neste período? Será possível desenvolver o tipo de educação essencial para o avanço científico contínuo dentro da estrutura da sociedade livre? Poderá ser desenvolvida uma filosofia da educação e um currículo que prepare os jovens para a era da industrialização que se aproxima? (HURD, 1958, p. 14, tradução nossa).

Hurd já destacava o interesse prévio aos anos 50 acerca do entendimento público da ciência por figuras políticas importantes, citando que, quando ainda era vice-presidente, Thomas Jefferson apontou que o ensino de ciências praticado em variados níveis aparentava pouca relevância para o público (Hurd, 1998). Ainda no artigo publicado em 1958, Hurd aponta uma existente crise no sistema educacional norte americano, que não seria resolvida com simples remendos no currículo em aplicação naquele período, mas sim com o enfrentamento de dois aspectos. Quanto a estes aspectos, destaca que

o problema imediato se trata de fechar a lacuna que existe entre a riqueza da realização científica e a pobreza da alfabetização científica na América. Há também o problema de se desenvolver um programa de educação apropriado para as probabilidades futuras (HURD, 1958, p. 14, tradução nossa).

Em meio às críticas ao currículo e à apresentação do termo alfabetização científica, o autor destaca que existiam desafios na elaboração de um currículo, citando o exemplo do que denomina como Era Espacial, na qual classifica haver um “tremendo volume de conhecimento científico e conceitos dos quais se faz necessário escolher uma pequena porcentagem para a elaboração dos conteúdos dos cursos” (Hurd, 1958, p. 15, tradução nossa), sendo que os profissionais de educação encontravam dificuldades em adaptar os cursos de ciências com uma pequena gama de conteúdos, descartando boa parcela do que já se havia desenvolvido, uma vez que ensinavam por tanto tempo um cumulativo de conhecimentos que pareciam ser eternamente fundamentais para o ensino de suas áreas.

Como considerações acerca do que poderia contribuir para a denominada Alfabetização Científica, Hurd aponta que, para a época, o ensino pensado na fronteira da descoberta, explicitando possibilidades para os estudantes nos variados campos de pesquisa e estimulando um pensamento futuro poderia resgatar o sistema educacional, visto que se levava a pesquisa para o foco como uma simples coleta de dados seguida de uma dedução lógica, afastando a criatividade do meio científico (Hurd, 1958). Dialogando também com sua reflexão anteriormente apresentada de que a ciência não deve ser pertencente aos poucos, como uma forma de luxo, Hurd também pontua que os avanços científicos da URSS despertaram e deixaram evidente que os estudantes menos privilegiados e sem acesso à educação qualificada nos EUA eram os mais talentosos e cheios de potencial, concluindo que por meio do currículo das escolas básicas é que a “ciência irá avançar e se perpetuaram os ideais de um mundo livre” (Hurd, 1998, p. 52, tradução nossa).

Tomando as críticas fundamentadas por Hurd como ponto de partida, é possível perceber forte ligação das falhas apontadas na educação científica com a forma que pesquisadores trataram a divulgação de conhecimentos no período da Primeira e Segunda Guerra Mundial, bem como posteriormente aos conflitos, conforme argumenta Shen (1975) ao dizer que a profissionalização dos cientistas exigida pelo contexto social na época das grandes guerras trouxe mudanças comportamentais frente ao público não especializado no meio científico. Segundo Shen (1975), “os cientistas criavam seus próprios jargões, conversavam sobre ciência apenas com seus pares, veneravam pesquisas não importa o quão medíocres fossem” (Shen, 1975, p. 45, tradução nossa) e além destes fatores, as práticas comuns no século

XVIII de expor ciência para públicos abertos, embora não fosse uma exposição para todos os níveis socioeconômicos, foram abandonadas pelos pesquisadores, criando uma resistência ao compartilhamento de conhecimento que se estendeu até o meio acadêmico no que tange à formação nas ciências da natureza de graduandos no campo (Shen, 1975). O ato de ensinar passou a ser uma atividade renegada pelos cientistas. Entretanto, como o interesse público no ensino de ciências passou ao foco da sociedade no período da guerra fria frente aos avanços constantes na pesquisa naquela época, impulsionados por corridas armamentistas e espaciais, os cientistas passaram a ter um crescente interesse nos níveis de alfabetização científica do público em geral e na familiaridade da sociedade com os conhecimentos científicos.

Outra pesquisadora que evidencia o cenário de pouca eficácia da educação científica neste momento em que se discutem possíveis reformas nos EUA é Branscomb (1981), que traz a consideração de que neste momento de crise e distanciamento da sociedade, pouco dominante do conhecimento científico, e dos cientistas era evidente e que ambos os lados buscavam evitar esse distanciamento por meio da AC. O número crescente de pesquisas nesse momento deixa claro que o termo *scientific literacy* foi legitimado por educadores, gerando esforços de múltiplos pontos da sociedade em torno da discussão por uma reforma educacional.

Os esforços realizados pelos EUA motivados pelo período da Guerra Fria e as constantes mudanças no cenário de produção científica e tecnológica também são destacados por Krasilchik (2000) ao mostrar que o país realizou investimentos pesados de recursos humanos e financeiros na tentativa de induzir à formação de novos cientistas e garantir o status de liderança norte americana no desenvolvimento espacial. A autora também destaca o contexto educacional nacional, no qual as disciplinas de ciências da natureza passaram a ter sua participação no currículo formativo ampliado. Krasilchik (2000) ressalta também a mudança de perspectiva na educação básica como um todo no Brasil, que passou a ser vista como responsável pela formação de todos os cidadãos, não somente de grupos privilegiados na sociedade.

Após a introdução do termo nos anos 50 e sua constante utilização por esta parcela da sociedade preocupada com a educação em ciência, o que se toma por *scientific literacy* ganhou campo nas pesquisas em várias esferas sociais em diversos países, ainda que o interesse central estivesse ligado com a perspectiva estadunidense de manutenção da sua hegemonia científica e tecnológica. Com essa popularização do termo, Shamos (1995) aponta que “...políticos e a mídia têm sido igualmente indiscriminados em sua defesa da alfabetização científica como algo que as escolas facilmente atingiriam com a vontade (e a pressão) para que fizessem” (Shamos, 1995, p. 7, tradução nossa). Shamos (1995) ainda aponta que essa concepção simplista da mídia gerou um olhar reduutivo dos esforços para se atingir a AC no passado, bem como se tornou

comum à época a prática de ataque à imagem das escolas, no sentido de expor uma constante ineficácia acerca do desenvolvimento de indivíduos alfabetizados cientificamente.

Ainda neste contexto de pressão social, pública e da própria comunidade científica para melhores práticas de educação científica causados pelas disputas no período da Guerra Fria, DeBoer (2000) identifica que haviam aqueles da comunidade científica e educadores em ciência que acreditavam que não pela pressão em corridas contra nações emergentes deveria surgir o interesse em melhorar o ensino das ciências, mas sim do interesse em tornar possível a formação de cidadãos que pudessem usar esse conhecimento para desenvolvimento pessoal, ajudando o indivíduo a se posicionar numa sociedade que vinha sendo modernizada e que estava em constante mudança devido ao desenvolvimento científico e tecnológico. E à esse interesse que se deu por esta parcela de educadores não tão urgente à competitividade dos EUA frente à outros países, mas sim ao desenvolvimento da pessoa possibilitado pelo conhecimento em ciências, se deu o nome de AC (*scientific literacy*).

Fourez (1994) é um importante referencial que também traz considerações no aspecto histórico da ACT sobre as reformas educacionais no sentido de questionar a forma como a educação “para formação de cientistas”, idealizada para manter o status quo dos EUA como nação soberana no desenvolvimento científico e tecnológico, não promoveu uma conceituação de ACT que ao invés de dar aos estudantes meios para compreenderem a natureza por meio do conhecimento científico, se induzia os alunos a enxergarem a natureza pela visão de um cientista. Esse questionamento coloca em evidência o ensino que se preocupa em replicar o método científico e que pode gerar visões ou concepções problemáticas sobre a ciência, como a visão indutivista e concepções elitistas sobre a soberania de poucos indivíduos que podem alcançar sucesso relevante nesse campo. Outras visões também são apresentadas e discutidas com maior afinco na unidade “2.1.3.” deste capítulo.

Embora tenha ganhado legitimação no aspecto social pela disseminação das preocupações de educadores e órgãos governamentais pela mídia, alguns autores identificaram que dada a complexidade e diferentes perspectivas conceituais que circulam a AC/ACT, o termo *scientific literacy* passou a ser mais usado comumente como um slogan para a defesa de reformas ou crítica da estrutura curricular das escolas, com pouco aprofundamento sobre qual era a posição epistemológica de referência para o uso do termo em si (DeBoer, 2000; Laugksch, 2000).

Lançando o olhar para a forma como a educação em ciências se moldou no Brasil, sendo de forma mais tardia em relação aos EUA e à Europa, principais frentes da educação em ciências e que de certa forma ditavam as tendências, também retomando Krasilchik (2000), nota-se um

aumento na carga horária das disciplinas de biologia, física e química na implementação da Lei 4.024 de Diretrizes e Bases da Educação na década de 60. Na década de 60 ainda teríamos uma virada de momento político com início da ditadura militar em 1964, sendo que a educação, que acabava de ampliar o ensino das ciências da natureza para a formação de cidadãos capazes de desenvolver o raciocínio crítico com o exercício do método científico na tomada de decisões baseada em evidências, passava agora para uma visão de formação do cidadão como trabalhador, ou seja, numa abordagem profissionalizante, sendo o trabalhador colocado como peça para o desenvolvimento econômico do país (Krasilchik, 2000).

A formação voltada para o trabalho perdurou durante a década de 80, período em que também houve investimento em formação de cientistas para o trabalho científico em si nos EUA, mostrando influência das políticas educacionais externas na forma como a educação científica foi sendo moldada no Brasil ao longo de sua história. Krasilchik (2000) ainda traz em seu artigo as temáticas que foram centrais no ensino de ciências no Brasil, ressaltando que as crises ambientais, aumento da poluição, crises energéticas e outros fatores sociais das ciências fomentaram posicionamentos estudantis que demandaram mudanças na educação de forma a deixar evidente o caráter social e os impactos das ciências no mundo. Adiciona também que o final da Guerra Fria e o agravamento de problemas sociais e econômicos após este período demandaram esforços para preparar jovens e cidadãos para melhor compreenderem os fenômenos naturais e os significados da tecnologia para a sua vida individual e como cidadão responsável por posicionamentos e tomadas de decisões, trazendo então o termo Alfabetização Científica para o centro da atenção de educadores.

No cenário nacional, o tom adotado é consoante ao tom das reformas evidenciadas como necessárias por Hurd em seu trabalho original em 1958, de forma que essas foram as propagadoras das tendências de práticas de ensino das ciências da natureza e sofreram transformações conforme o contexto social e de conhecimento científico e tecnológico em que estávamos. O que diferencia, talvez, a forma como as reformas foram aplicadas no Brasil em relação aos países desenvolvidos e mais fortes no desenvolvimento científico e tecnológico está relacionado ao contexto social e às faixas de desigualdade no cenário nacional, argumentação que fica paralela à proposta por Magda Soares (2004) ao discutir sobre o cenário de alfabetização e letramento no Brasil. Em sua discussão, Soares (2004) argumenta em defesa de uma adequação do termo, propondo que o letramento é um ato social de domínio amplo da escrita e leitura como forma de se aplicar conhecimentos e entender fenômenos, justificando que o letramento se trata de uma evolução da alfabetização. A visão de Soares (2004) acerca de uma definição semântica mais precisa é discutida em paralelo ao referencial de Freire e Macedo

(2011) que tecem argumentos em favor do uso do termo “alfabetização”, utilizado nessa pesquisa e justificado com base na apresentação conceitual de alfabetização como um estado que possibilite ao indivíduo uma leitura de mundo mais ampla.

No contexto mais atual, novos desafios são observados no que tange a necessidade de uma ACT e de adequações no currículo do ensino de ciências, visto que constantemente são percebidas práticas do ensino das ciências ainda irrelevantes para o contexto do estudante (Batista e Moraes, 2019), além de fatores para além do currículo e que tangem à formação de professores, investimentos na educação, entre outros. É evidente que o campo de pesquisa é amplo, complexo e que as considerações sobre a ACT estando presentes na história da educação em ciências em si mostram a relevância da temática e sua necessidade de estudo para educadores que queiram aprimorar seus conhecimentos no campo do ensino.

Na próxima unidade deste capítulo, serão discutidos os termos utilizados na literatura da área para se tratar a ACT, bem como em qual referência deste ponto esta pesquisa se fundamenta.

3.2. Sobre Alfabetização Científica, Letramento Científico e outras possíveis interpretações para o campo de pesquisa: visões opostas, complementares ou incomensuráveis?

A escolha sobre como tratar este campo de conhecimento da educação em ciências em relação aos termos e significados demanda um aprofundamento acerca das possíveis traduções do termo *literacy* da língua inglesa. Sasseron e Carvalho (2011) realizaram um amplo levantamento bibliográfico sobre concepções, indicativos e semântica acerca de AC, no qual apontam que os trabalhos de língua inglesa acerca do tema usam o termo *scientific literacy*. Na língua espanhola os autores mais utilizados como referência utilizam *Alfabetización Científica*. Os franceses utilizam a terminologia *Alphabétisation Scientifique*. As autoras apontam que quando olhamos para os textos em língua portuguesa deste campo, os trabalhos do idioma francês e espanhol são traduzidos como “alfabetização científica”, enquanto os trabalhos em língua inglesa são traduzidos como “letramento científico”. Adicionando à complexidade neste campo de estudos, Laugksch (2000) identifica o uso da expressão *la culture scientifique* em publicações franco fônicas para designar o tema *scientific literacy*, enquanto Fourez (1994) identifica em documento da UNESCO o termo *literacy* sendo traduzido como cultura. Como o campo de Divulgação Científica se aproxima mais de estudos do que se entende por uma cultura científica e, com base nas revisões desta pesquisa, os termos “letramento” e “alfabetização”

possuem um destaque maior em nossa literatura no que se trata de possíveis significações para *literacy*, será dada uma maior atenção para o estudo destes termos para um melhor posicionamento desta pesquisa por um ou outro. Para tal se faz necessária uma discussão sobre qual é a concepção adotada por alfabetização e qual a adotada por letramento, uma vez que na literatura encontramos pesquisas que utilizam os termos para significar o mesmo contexto e pesquisas que tratam seus significados de forma distinta (Silva e Fusinato, 2022).

Segundo Bertoldi (2020), a língua inglesa não oferece diferentes palavras para discorrer sobre alfabetização ou letramento, uma vez que *literacy* se apresenta no dicionário como um estado caracterizado pela habilidade de ler e escrever. Entretanto, o autor destaca que a significação de *literacy* engloba concepções de alfabetização e letramento, o que reforça a necessária revisão das noções que cercam estes dois termos.

Soares (2004) aponta que o conceito de letramento se fundamenta mais especificamente no Brasil em 1980, mesma época em que se desenvolve na França, como *illettrisme* e como *literacia* em Portugal. O movimento do letramento surge como fruto de uma “necessidade de reconhecer e nomear práticas sociais de leitura e escrita mais avançadas e complexas que as práticas do ler e escrever resultantes da aprendizagem do sistema de escrita” (Soares, 2004, p.6). Soares (2004) aponta também que o aprofundamento acerca do conceito *literacy* na língua inglesa também ganhou destaque na década de 80, mas que as causas e o contexto do interesse nos estudos do termo foram diferentes nos países desenvolvidos em relação ao Brasil, como um país ainda em desenvolvimento. Nos países desenvolvidos o foco se deu para a constatação de que a população alfabetizada não possuía as habilidades necessárias para exercer práticas sociais e cidadãs mais complexas que envolvem a linguagem escrita, o que deu campo para um desenvolvimento mais separado de questões de interesse da alfabetização básica, entendendo que aqui o conceito de alfabetização utilizado se enquadra em ‘saber ler e escrever’, não indo além para reflexões mais complexas sobre o significado social da escrita. Já no Brasil, Soares (2004) aponta que as reflexões sobre alfabetização e letramento se mesclam e acabam por se confundir conceitualmente, não havendo certo distanciamento dos campos de pesquisa como houve nos países desenvolvidos.

No processo de misturas e confusões entre os termos, Soares (2004) aponta momentos que podem ter contribuído para gerar o cenário onde os termos andam em conjunto, mas sem a devida reflexão de suas inferências. A autora apresenta um breve histórico ao discutir que as mudanças de perspectivas do behaviorismo para teorias cognitivas no ensino das linguagens, embora tenha tornado possíveis contribuições significativas na formação da criança em sua vida escolar, também descaracterizou o que se entende por alfabetização, dando um tom negativo

para metodologias comuns do processo de alfabetização, de forma que o ‘método’ passou a ser visto como algo tradicionalista e sistemático. Como resultado, o foco fônico e silábico do processo de aprendizagem, considerados como uma forma de pré-requisito para o contato com materiais de leitura, foi substituído por abordagens que tinham um interesse maior na forma como o processo de alfabetização se construía no contato direto dos estudantes com o material de leitura.

Como resultado geral das mudanças de perspectivas, foram percebidas falhas no processo de alfabetização na França, EUA e no Brasil, que foram prontamente relacionadas à descaracterização da alfabetização, uma vez que o processo passou a ser encarado num modelo construtivo no qual as metodologias clássicas não necessitavam mais explicitação, frente à crença de que as relações de grafemas e fonemas seriam aprendidas pelos estudantes de forma implícita (Soares, 2004). Soares (2004) chega a afirmar que o processo mais implícito da aprendizagem da língua pode se aproximar mais de uma concepção de letramento, enquanto as regras procedimentais clássicas poderiam ser mais entendidas como alfabetização. É destacado também que, embora essa definição possa gerar uma falsa noção de independência de um processo do outro, dissociar alfabetização de letramento é um equívoco, pois

“pela aquisição do sistema convencional de escrita – a alfabetização – e pelo desenvolvimento de habilidades de uso desse sistema em atividades de leitura e escrita, nas práticas sociais que envolvem a língua escrita – o letramento. Não são processos independentes, mas interdependentes, e indissociáveis: a alfabetização desenvolve-se no contexto de e por meio de práticas sociais de leitura e de escrita, isto é, através de atividades de letramento, e este, por sua vez, só se pode desenvolver no contexto da e por meio da aprendizagem das relações fonema-grafema, isto é, em dependência da alfabetização” (Soares, 2004, p.14).

Soares (2004) defende então que, embora sejam processos interdependentes, é necessário que se compreenda a especificidade e o embasamento teórico metodológico de cada prática, diferenciando o conceito de alfabetização do de letramento, embora reforce que são processos que ocorrem de maneira simultânea. Nesta perspectiva, o termo “letramento” parece estar mais relacionado aos objetivos de uma ACT quando se olha para o seu significado frente à produção de pesquisa em educação em língua portuguesa brasileira.

Entretanto, devido ao fato de que a produção de pesquisa no campo das linguagens elaborou o conceito de letramento como um aprofundamento acerca do que entendiam por alfabetização em seus referenciais, sendo um termo novo na época de sua concepção, Cunha (2017) destaca que ao realizar uma busca em outubro de 2014 no Google Acadêmico com o termo “alfabetização científica”, encontrou 4.180 trabalhos, enquanto na mesma ferramenta, utilizando “letramento científico”, encontrou 714 resultados. O termo alfabetização já era

consolidado na literatura brasileira, o que torna sua utilização mais frequente quando se olham para pesquisas que tenham sido produzidas quando o termo se tornou um slogan na literatura estrangeira.

Chassot (2003) coloca as ciências da natureza como uma linguagem de leitura do mundo, caracterizando que a AC seria o processo que permite o cidadão fazer a leitura de mundo pelos olhos do conhecimento científico, ao afirmar que

“... defendo, como depois amplio, que a ciência seja uma linguagem; assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo” (Chassot, 2003, p.91).

Baseado na leitura de Chassot sobre uma definição para a AC, Cunha (2017) tece suas argumentações em favor de uma conceituação de Letramento Científico para o campo de interesse desta pesquisa ao dizer que Chassot, sem perceber, acaba por ignorar qualquer visão de mundo que não seja a da ciência, estabelecendo um diálogo autoritário e que vai contra as categorias de interesse de autores estrangeiros para o termo *scientific literacy*. O autor aponta que a perspectiva de se ignorar a visão não científica do mundo deixa de lado conhecimentos que podem ser de característica mais popular e de vivências, uma vez que este tipo de conhecimento não está incluso em qualquer tipo de rigorosidade do método científico. Fazendo um paralelo desta postura com o processo de ensino e aprendizagem de línguas, Cunha (2017) diz que ao se ignorar a forma de uso de um aluno da sua língua materna quando essa utilização não se enquadra na norma culta, deixamos o aluno numa posição na qual vá se sentir como um estrangeiro, como se somente a norma culta fosse válida no processo de comunicação. O autor ainda justifica que “a pressuposição do ‘analfabetismo’ para toda leitura de mundo que não seja a ‘científica’ tira toda a legitimidade do conhecimento tradicional” (Cunha, 2017, p.179).

A escolha de Cunha (2017) pelo termo “letramento científico” se dá pela fundamentação do termo no campo do estudo de linguagens, havendo forte relação com o que Soares (2004) apresenta sobre os conceitos de alfabetização e letramento. Kleiman (2007) também dá ênfase à questão do letramento como uma prática social do uso da língua escrita e trata de destacar sua diferenciação do conceito de alfabetização, considerando esta uma etapa importante do processo de letramento.

Mamede e Zimmermann (2005) argumentam, adotando o significado de letramento de Soares (2004), que

A alfabetização refere-se às habilidades e conhecimentos que constituem a leitura e a escrita, no plano individual, ao passo que o termo letramento refere-se às práticas efetivas de leitura e escrita no plano social. Assim, uma pessoa letrada não é somente aquela que é capaz de decodificar a linguagem escrita, mas aquela que efetivamente

faz uso desta tecnologia na vida social de uma maneira mais ampla (Mamede e Zimmermann, 2005, p.1).

Expandindo o raciocínio, as autoras concluem que, mantidas as diferenciações dos termos “alfabetização” e “letramento”, alfabetização científica seria o processo de aprendizagem dos conteúdos científicos e da linguagem da ciência, enquanto o letramento científico seria a utilização destes conhecimentos num contexto social e no cotidiano (Mamede e Zimmermann, 2005). As autoras ainda apontam as relações do letramento científico, termo de escolha das pesquisadoras para tratar das questões deste campo da educação em ciências, com o movimento CTS em termos de que ambos se preocupam para além do conhecimento científico em si, ou seja, buscam compreensões que vão além de uma abordagem de aprendizagem dos conteúdos científicos e vão para as práticas sociais possibilitadas pela aprendizagem das ciências (Mamede e Zimmermann, 2005).

Também tomando como base o movimento CTS e ACT, Milaré e Richetti (2021) apontam que as pesquisas mostram que ambos o movimento CTS e a preocupação do campo de educação em ciências com a ACT, sendo aqui derivada dos textos originais de Hurd tratando da crise do ensino de ciências, surgiram com a mesma motivação em lidar com essa descrita crise que levava a insatisfações com a forma como as ciências vinham sendo trabalhadas nas escolas e como seus impactos no exercício da cidadania eram limitados. As autoras apontam essa motivação concomitante como fatores que aproximam os dois campos. Ao discutirem sobre possíveis distanciamentos entre a ACT e a abordagem CTS, se apoiam na questão de que o movimento CTS possui um foco maior no papel social da ciência, de forma que os conteúdos específicos de ciência perdem o protagonismo nas propostas de aplicação que busquem explicitar e valorizar as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, citando as categorias de abordagem CTS propostas por outros autores e que podem ser aplicadas de forma mais purista, na qual o conceito científico perde muito espaço para os seus desdobramentos sociais em múltiplas esferas. Essa perda de protagonismo dos conceitos científicos em si não pode ocorrer num contexto de ACT em destaque (Milaré e Richetti, 2021), uma vez que a acessibilidade ao conhecimento científico e uma aprendizagem da ciência como um todo está englobada no que a literatura aponta como características da ACT.

Fazendo uma relação das ideias de Milaré e Richetti (2021) e de Mamede e Zimmermann (2005), quando as últimas trazem que o letramento se trata da compreensão social da ciência e a alfabetização da aprendizagem conceitual, há uma fragmentação que pode induzir a essa perda de protagonismo do conceito em si, que é de alta importância na formação cidadã e na promoção das reformas discutidas previamente na abordagem histórica.

Numa pesquisa relativamente mais recente feita por Silva e Fusinato (2022) é possível perceber que os estudos do campo que fazem escolha pelo termo “letramento” parecem ganhar mais destaque na literatura agora que o termo já é bem fundamentado e aparece com certa frequência em documentos oficiais e na mídia. As autoras encontraram 16.100 resultados para trabalhos que usam a expressão “alfabetização científica” e 15.400 resultados para trabalhos que optaram pelo termo “letramento científico” ao utilizarem a ferramenta de busca avançada do Google Acadêmico. Estes números contrastam com o número de 2014 informado na pesquisa de Cunha (2017), firmando o termo “letramento científico” neste campo de pesquisa.

Em relação ao uso do termo “alfabetização científica”, partimos da pesquisa de Miller (1983), na qual o autor apresenta suas considerações acerca do campo numa revisão conceitual e empírica do termo. Um detalhamento maior das concepções abordadas na pesquisa será realizado na próxima unidade deste capítulo, mas por hora, vamos dar um destaque a uma de suas compreensões sobre o campo. Neste trabalho, uma das significações propostas por Miller (1983) para o que se toma por *literacy* está reduzida à capacidade de ler e escrever, o que se toma por “alfabetização” numa perspectiva reduzida do termo. Entretanto, numa perspectiva mais ampla, o autor argumenta que num nível funcional o indivíduo alfabetizado cientificamente deve saber ler, compreender e expressar opiniões em assuntos de cunho científico. Essa perspectiva mais ampla é discutida na unidade “*Evolution of Meaning*” em seu texto sobre alfabetização científica, analisando a forma como o conceito *scientific literacy* foi moldado com o tempo.

Na mesma perspectiva de evolução de significado, podemos buscar apoio num conceito de ACT quando olhamos a concepção de alfabetização em Freire e Macedo (2011), na qual Freire destaca que num momento de crise frente ao processo educacional se faz necessário rever as perspectivas do que se tem pelo processo de alfabetização, na forma que

a alfabetização torna-se um construto significativo na medida em que é encarada como um conjunto de práticas que funciona para *empower*, ou para *disempower*, as pessoas. Em seu sentido mais amplo, a alfabetização é analisada conforme funcione para reproduzir a formação social existente, ou como um conjunto de práticas culturais que promove a mudança democrática e emancipadora... valemo-nos de um conceito de alfabetização que transcende seu conteúdo etimológico. Isto é, a alfabetização não pode ser reduzida ao mero lidar com letras e palavras, como uma esfera puramente mecânica. Precisamos ir além dessa compreensão rígida da alfabetização e começar a encará-la como a relação entre os educandos e o mundo, mediada pela prática transformadora desse mundo, que tem lugar precisamente no ambiente em que se movem os educandos (Freire e Macedo, 2011, p. 8).

Se tomarmos como referência o conceito de alfabetização proposto em Freire e Macedo (2011), saímos de uma visão reduzida e passamos a uma concepção ampliada sobre a

alfabetização na forma de uma evolução conceitual. A proposta apresentada pelos autores nesta obra, originalmente publicada em língua inglesa em 1987 em sua primeira edição, veio de forma prévia às considerações de Magda Soares sobre o conceito de letramento como uma forma de nomear as práticas sociais resultantes do aprendizado da língua escrita. Nesta perspectiva de alfabetização em Freire e Macedo (2011), as práticas sociais são uma forma mais aprofundada do processo de alfabetização do cidadão como forma de emancipação.

Neste posicionamento, Silva e Fusinato (2022) trazem que “nessa vertente, pode se considerar que a AC contribui para a organização do raciocínio, colaborando, ainda, para o desenvolvimento de um pensamento mais questionador em relação aos acontecimentos do cotidiano” (Silva e Fusinato, 2022, p. 6). É fundamentado em Freire que as autoras se posicionam no uso de Alfabetização Científica como termo para o campo de pesquisa da educação em ciências.

Nesta pesquisa adotamos também o referencial de Freire para tratarmos da alfabetização científica e tecnológica, utilizado nas pesquisas de Silva e Fusinato (2022), Sasseron e Carvalho (2011), entre outras.

Entretanto, a discussão sobre as concepções ainda é necessária para nos posicionarmos em relação ao que se entende pela ciência e pela tecnologia no campo da educação abordado neste presente trabalho.

3.3. Sobre o conceito de *Alfabetização Científica e Tecnológica*: concepções acerca do tema segundo a literatura

Já nos momentos iniciais em que faz presença na literatura, o termo *Scientific Literacy* aparece relacionado às considerações sobre educação científica num contexto de certo progresso do conhecimento científico e tecnológico, bem como em preocupações acerca de falhas e projeções futuras sobre as ciências demandam um olhar sobre a AC e seus fundamentos (Branscomb, 1981; Hurd, 1958; Laugksch, 2000; Shamos, 1995; Shen, 1975). Embora a alfabetização científica tenha sido citada e ganhado atenção em torno da década de 50 e anos posteriores, demonstrando aproximações com o que o público compreendia sobre as ciências da natureza, preocupações quanto ao que é necessário que o público geral conheça sobre ciência já são encontradas antes mesmo desta época (Shamos, 1995). No que se trata de uma definição para o real significado do termo Alfabetização Científica (como tradução de *Scientific Literacy*), há algumas perspectivas a serem consideradas para a formação de um embasamento

teórico, pois conforme DeBoer (2000), definir o que se considera como Alfabetização Científica tem sido um exercício desafiador.

Como ponto de partida, temos a perspectiva adotada por Benjamin Shen que considera que

nós talvez possamos definir alfabetização científica como uma familiaridade com conhecimentos científico, tecnológico e de medicina, popularizados em vários níveis, por parte do público geral e setores públicos especiais por meio de circulação de informações na mídia e pela educação dentro e fora das escolas (Shen, 1975, p.45-46, tradução nossa).

Shen (1975) apresenta uma estrutura para caracterizar o conceito de AC em três categorias: (i) prática, (ii) cívica e (iii) cultural. O autor argumenta que embora não sejam mutualmente exclusivas, as categorias podem ser distinguidas em relação uma à outra por seus: objetivos, público-alvo, conteúdos presentes, formato e meios de disseminação.

Tratando primeiro da AC prática, Shen (1975) destaca que esta é a categoria mais urgente de ser disseminada, argumentando que existem “bilhões de pessoas vivendo em profunda pobreza e que possuem pouco acesso às informações científicas práticas em saúde, nutrição, agricultura moderna, etc. que poderiam aliviar em certo nível seus pesares” (Shen, 1975, p.46, tradução nossa). O autor classifica como AC prática a posse de conhecimentos científicos que possam ser utilizados no enfrentamento e solução de problemáticas do cotidiano, reforçando que esta definição está mais aproximada de problemas no campo da saúde e sobrevivência. Problemas como má nutrição, mortalidade infantil e desafios no setor da agricultura são atribuídos por Shen (1975) a fatores que, embora estejam ligados com uma forte desigualdade socioeconômica que não pode ser resolvida simplesmente com a informação de cunho científico, também têm relação direta com falta de educação de qualidade para o público jovem e de regiões rurais, seja em países mais pobres ou desenvolvidos.

Quanto à forma como a AC prática deve ser entregue à população, Shen destaca que se “requer um esforço coordenado de comunicação em massa (mídia)” (Shen, 1975, p. 47, tradução nossa). Como exemplo, cita a utilização de programas, livros e o uso da produção voltada para canais de televisão que buscam entregar conhecimento com técnicas de entretenimento para o público-alvo. O autor também salienta que para que tal esforço seja possível, também se faz necessário que os programas de alfabetização linguística sejam bem-sucedidos, principalmente nos países em desenvolvimento e mais socialmente vulneráveis, uma vez que nestas regiões a necessidade de AC prática é mais explícita. Dados os devidos destaques às ações coordenadas por vários meios de comunicação, pela educação e a atividade científica,

Shen (1975) argumenta que a AC prática é importante demais para que seja de responsabilidade única de cientistas e pesquisadores.

A AC cívica é definida por Shen (1975) com base em seu objetivo de tornar o cidadão hábil para reconhecer ciência e os assuntos científicos que o afetam, bem como afetam os seus representantes públicos, possibilitando um envolvimento com questões científicas no meio democrático de forma a buscar enfrentamento de problemas e elaboração de políticas públicas e da legislação. O autor destaca que o público geral sempre acaba por dar suas considerações, opiniões ou se envolver em questões democráticas de impostos, eleições ou representações políticas, mas que quando a questão pública envolve os conhecimentos científicos, a população tende a deixar para os especialistas da área, tendo pouca participação como cidadão nesta questão ou situação problema. Shen (1975) classifica que essa falta de envolvimento está atribuída à falta de conhecimento sobre o assunto mais que ao simples desinteresse na questão. O autor aponta a consideração de que saber

“como” um projeto técnico (científico) é implementado é função de um especialista (cientista), mas a decisão mais simples sobre utilizar ou não este projeto deve permanecer com os cidadãos e os seus representantes (Shen, 1975, p.48, tradução nossa).

Segundo Shen (1975), para se atingir um nível eficaz de AC cívica, são necessárias duas ações. A primeira se trata de expor o público geral ao conhecimento científico de forma massiva, expandindo o que se vê na escola em nível básico e utilizando as mídias como entrega de informação e notícias. A segunda ação se trata de discutir as questões científicas envolvidas em problemas sociais de forma acessível ao público geral, abandonando jargões e excesso de tecnicismo, facilitando a compreensão mais aprofundada do problema em questão. O autor também trata de especificar que dominar informação científica para resolver problemas cotidianos (AC prática) não é o mesmo que conhecer implicações mais profundas da ciência na sociedade e na atuação cidadã (AC cívica).

A AC cultural é definida por Shen (1975) como um momento de apreciação da ciência, deixando claro que nesse aspecto, o objetivo não é a solução de problemas ou questões mais complexas, mas sim a criação de “uma ponte entre as lacunas de ‘duas culturas’” (Shen, 1975, p.49, tradução nossa). Para esclarecer sua visão, o autor exemplifica a AC cultural como um engenheiro lendo poesia, um estudante de ciências da natureza lendo sobre história, ou seja, não há finalidade profissional, apenas um tom de curiosidade e interesse no aprendizado. Shen também aponta a necessidade de meios de comunicação e mídia na atuação direta no problema de pouca AC cultural sendo exercida na sociedade, sendo que o autor também contrasta sua

visão com a de escolas de pensamento que acreditem que para se saber “um pouco” sobre ciência é necessário um treinamento básico no campo com um conjunto de conhecimentos técnicos que exigem muito tempo. Segundo o autor, essa segunda linha de pensamento ignora o fator de que pessoas fora do campo das ciências já possuem suas atividades diárias de maneira que esse treinamento básico toma um tempo que não está disponível para a formação. O autor reforça então que a AC cultural não está interessada em formar cientistas, mas sim espalhar conhecimento de forma que entretenha o seu público-alvo enquanto enriquece seu conhecimento.

Apoio para um AC cívica é encontrado também com Hurd (1998) que declara que a AC em si é vista como uma competência cívica necessária para se pensar sobre ciência e suas várias interações com o meio social e seus desafios. Hurd (1998) traz a consideração de que um conceito para AC deve reconhecer as múltiplas forças de mudança na sociedade que impactam diretamente o campo das ciências da natureza e as interações humanas, como a emergência da era da informação e as novas formas das comunicações. Com essa onda de mudanças estão as indústrias cada vez mais interessadas em conhecimentos científicos, “o que leva à questionamentos acerca de quem tem a posse da ciência e tecnologia produzidas pelo meio industrial” (Hurd, 1998, p. 410, tradução nossa). Questionamentos dessa natureza vão ao encontro de perspectivas educacionais que fazem parte dos currículos modernos nacionais, visando promover investigação, reflexões e análises críticas como parte das habilidades e competências gerais a serem desenvolvidas no percurso da educação básica (Brasil, 2018).

As considerações de Branscomb (1981) descrevem que possíveis definições para a AC são “saber como saber”, “entender ciência”, “habilidades de ler escritos científicos” ou a “habilidade de seguir conhecimentos humanos sistematizados”. Nessas considerações, declara que o saber ler, escrever e sistematizar conhecimentos pode ser compreendido como alfabetização científica metodológica, abordando o papel das hipóteses e da experimentação acerca da interpretação de fenômenos científicos. Além de uma alfabetização metodológica, a autora propõe outras categorias para descrever unidades específicas dentro da AC:

I – Professional: habilidade de reconhecer a metodologia e participar na criação e sistematização de conhecimentos para exposição na sociedade.

II – Universal: habilidade do cidadão reconhecer e lidar com os acontecimentos e fenômenos científicos do seu cotidiano.

III – Tecnológica: habilidade de entender e selecionar tecnologias e ferramentas que melhor servem as necessidades cotidianas, bem como possuir as competências para lidar com essas tecnologias. Como exemplo: automóveis, torradeiras.

IV – Amadora: estaria atrelada à ciência como entretenimento. A autora relaciona neste nível de AC os fãs de “Star Wars” e participantes de programas de ciência amadora e leitores de material científico.

V – Jornalística: tipo de AC de jornalistas que adaptam para linguagens acessíveis ao público leigo (não especializado) os conteúdos científicos de diversos campos.

VI – Política: habilidade de um representante político eleito de tomar decisões, quando estas requerem dado nível de conhecimento da ciência, e de suas prever possíveis consequências desta decisão.

VII – Política pública: habilidade do público geral de exercer suas vontades e de influenciar oficiais eleitos nas decisões que demandam conhecimento científico e técnico.

A autora ainda aponta que podem ser identificados outros traços que ajudem a caracterizar a AC, mas que estas oito categorias listadas podem contribuir de forma satisfatória para descrever a AC (Branscomb, 1981), num contexto de orientação para elaboração de currículo, dado que todo o debate acerca do tema se devolve em contexto de crise educacional (Fourez, 1994).

Branscomb (1981) destaca que as categorias listadas não podem ser encaradas como únicas e independentes, uma vez que a AC depende de conjuntos de habilidades que vão ser desenvolvidas nas categorias numa relação interdependente numa sociedade orientada pelo desenvolvimento das tecnologias. É reforçada também a noção ampliada de se considerar a AC para evitar delimitar apenas como a capacidade de ler e escrever sobre ciência, o que levaria a exclusão de parcela da população que conta principalmente com outros recursos como fontes primárias de informação.

Miller (1983) aponta que ao avaliarem os índices de AC de estudantes nos EUA foram aplicados testes que mediam o nível de entendimento dos alunos das normas da ciência e dos conteúdos específicos das disciplinas de maior destaque nesse campo, mas anota que para a AC se tornar relevante na situação contemporânea naquele momento, uma nova dimensão deveria ser levada em conta nos testes, o que também implica em abrir espaço para que o aprendizado desta dimensão seja mais efetivo nas disciplinas. A dimensão proposta trata sobre percepções dos impactos da ciência e tecnologia na sociedade, levando em conta também os impactos de

políticas acerca deste campo que deveriam emergir dado o contexto de desenvolvimento de C&T.

Os testes realizados nas décadas de 70 e que foram descritos na pesquisa de Miller (1983) apontam alguns fatores que evidenciavam problemas no ensino das ciências em sala, deixando claro que as dimensões propostas para a AC eram pouco proveitosas. Outro ponto evidenciado pelo autor na revisão dos testes de outros pesquisadores foi de que havia certa apreciação do conhecimento científico por parcela da população dos EUA, mas que esta apreciação estava numa perspectiva de altas expectativas para o desenvolvimento da ciência numa visão mais positiva dos impactos do desenvolvimento do conhecimento em si. Também foi destacado no trabalho de Miller que a população mais velha nos EUA tinha pouco interesse sobre o desenvolvimento da C&T. Em resumo, o autor informa que os testes dessas dimensões foram realizados de forma descoordenada e que pouco colaboraram para se compreender mais sobre a AC e sobre índices de AC da população.

Bybee (1995) também aponta dimensões para a AC de sua perspectiva, apontando da seguinte forma: (i) AC funcional; (ii) AC conceitual e processual; (iii) AC multidimensional. Na AC funcional, o autor detalha o desenvolvimento de conceitos básicos e das técnicas atrelas ao conhecimento científico e tecnológico. Neste momento há a valorização da importância do aprendizado do conceito em si, fator que, segundo o autor, leva a maioria dos professores a enfatizarem esta dimensão enquanto pouca eficácia é percebida no desenvolvimento de (ii) e (iii). Na AC conceitual e processual há a significação dos alunos frente ao conceito, colocando o indivíduo numa condição de estabelecer relações entre os conceitos e o cotidiano com percepção também das características metodológicas da ciência. O estabelecimento de relações se aproxima da dimensão prática proposta por Shen (1975). Na AC multidimensional há a valorização máxima do aprendizado do conceito de forma que o indivíduo possa reconhecer a ciência no cotidiano, bem como adquirir novos conhecimentos, explicar o que aprendeu e aplicar seus aprendizados no seu contexto de forma mais ampla, não centrada apenas no ambiente escolar.

Lorenzetti e Delizoicov (2001) fazem um paralelo entre Shen (1975) e Bybee (1995) ao colocarem que Shen aponta as habilidades que serão utilizadas por indivíduos frente às suas necessidades e o contexto em que seus conhecimentos científicos e tecnológicos são colocados, enquanto Bybee destaca a compreensão de significados que os conceitos científicos possuem para se atingir uma alfabetização científica.

Ainda tratando de dimensões sobre a ACT, temos os eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron e Carvalho (2011) na pesquisa de revisão bibliográfica das autoras. Os eixos apresentados são:

- I. ***Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.***
Trata da construção de conhecimentos com os alunos de forma a possibilitar que estes indivíduos apliquem o aprendizado no seu dia a dia. A importância deste eixo é elevada em função de uma sociedade integrada ao desenvolvimento científico e tecnológico de forma que entender estes conhecimentos fundamentais permite melhor posicionamento do aluno em relação as situações cotidianas que vão exigir um certo grau de entendimento sobre algum aspecto fundamental da ciência e tecnologia.
- II. ***Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.*** Trata da formação de melhores concepções sobre a prática da ciência em si, compreendendo como uma atividade humana sujeita a transformações em função do contexto de seu desenvolvimento e que possui certo rigor quanto ao aspecto metodológico. Também se valoriza aqui o aprendizado que amplie a visão do aluno acerca do impacto público das ciências de forma que seja quebrada a noção positivista de uma ciência sempre pensada para o progresso humano e neutra, desprovida de conexões com a ação humana em si e todas as suas complexidades éticas.
- III. ***Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.*** Eixo que trata da identificação das relações entre essas esferas e toda a complexa dinâmica de ações e consequências das decisões científicas. Valorizar este campo é também valorizar o movimento CTS que surgiu como perspectiva de abordagem para a crise educacional, junto ao campo da ACT.

Neste ponto, concordamos com os eixos propostos pelas autoras no sentido de se pensar uma prática educacional voltada para a AC/ACT, de forma que posicionamos a pesquisa como uma análise de desafios e contribuições do uso de uma produção dramaturgica também pensado para o contexto escolar. Os eixos de Sasseron e Carvalho (2011) serão adotados como referencial de análise principal para este trabalho, uma vez que englobam uma revisão das contribuições de variados autores ao discutirem a AC/ACT e suas implicações conceituais, possibilitando que as autoras construíssem suas considerações em sua pesquisa de revisão com os principais nomes da pesquisa neste campo. O detalhamento sobre a utilização desta pesquisa como referencial será discutido no próximo capítulo.

Discutindo também acerca de habilidades necessárias para o desenvolvimento da ACT, para quem interessa o desenvolvimento da ACT, bem como sobre o porquê da utilização do T como tecnologia, expandindo a noção prévia de alfabetização científica para alfabetização científica e tecnológica, trazemos algumas considerações de Hurd e de Fourez para destaque neste tópico.

Hurd (1998) coloca a AC como um processo que coloca o indivíduo em condições de usar conhecimentos científicos em seu contexto, possibilitando mudanças na ciência, numa sociedade democrática e na adaptabilidade frente ao constante desenvolvimento da ciência e tecnologia. O autor e outros pesquisadores que estudam a AC num contexto de crise destacam que são necessários esforços para a formulação de um currículo que atenda essa formação de AC. Dentre os esforços realizados para se fundamentar um currículo educacional centrado no aprendiz em termos de prepará-lo para lidar com as mudanças que influenciam o bem-estar humano, Hurd (1998) destaca que habilidades atreladas à Alfabetização Científica e Tecnológica poderiam ser desenvolvidas pelo aprendizado de um conjunto de conceitos fundamentais de variados campos, como: saúde (biológica, comportamental, social, ambiental), bem-estar (condição física e segurança, aprimoramento de sistemas biológicos), autoconhecimento (natureza humana, identidade humana), ambiente (ecologia e proteção ambiental), sistemas de comunicação (fontes, processamento e utilização de informação), ciência (interações entre tecnologia, sociedade e cultura), crescimento e desenvolvimento (do nascimento até idade avançada), fatores atrelados ao aprendizado (autoaprendizagem, construindo capital econômico, reconhecendo processos), interações sociais humanas e colaboração na resolução de problemas, diversidade humana (no nível individual, cultural e em termos de valores), qualidade de vida (critérios sociais, biológicos, estéticos, elementos físicos), solução de problemas da vida (tomada de decisão, pensamento prático, julgamentos, atitudes), mudança de imagem ou perspectiva na ciência (concepções históricas, presente e futuras no campo), problemas ainda em persistência na ciência e tecnologia (uma fronteira infinita em relação ao descobrimento), ciência contemporânea e políticas públicas, alimentos e agricultura (biotecnologia, engenharia genética), conhecimento de vida (ajustes pessoais e sociais), saúde pública (drogas ilegais, controles em situações pandêmicas, guerra contra o câncer, doenças sexualmente transmissíveis), dinâmicas de crescimento populacional (explosão populacional), diversidade de ecossistemas (extinção de espécies), energia (recursos e controle energético), valores éticos, morais e questões judiciais na ciência e tecnologia, participação em atividades relacionadas à ciência e comunidade (reciclagem, transporte urbano e saneamento básico), herança genética em seres humanos, plantas e animais (biotecnologia), exploração do mundo

biológico e físico (conhecimento sobre a experiência com a natureza, sistema ecológico e mudanças globais), pesquisas estratégicas em ciência e tecnologia em questões de relações humanas e sociais, e qualidade de vida, iniciação de programas de ação relacionados à questão de apoio social humano (atrelado às políticas públicas). Todas essas contribuições listadas pelo autor parecem contribuir para um melhor entendimento de mundo e participação na construção do papel do indivíduo na sociedade pelos olhos do conhecimento científico e tecnológico.

Em um trabalho de revisão da literatura acerca da história do termo AC e de suas diferentes concepções, Laugksch (2000) aponta que a AC foi considerada por certo tempo como um slogan para a reforma educacional nos EUA, defendida já na década de 50 pelo artigo de Hurd. O autor também argumenta que há elementos controversos no campo de concepções da AC, apresentando sua argumentação discernindo quatro grupos de interessados no desenvolvimento de uma AC e que estes grupos focam em diferentes públicos, o que pode mudar a concepção de ACT conveniente para estes públicos. Os grupos propostos pelo autor são divididos em: (i) comunidade de educadores em ciências, (ii) membros das ciências sociais e pesquisadores de opinião pública, (iii) sociólogos da ciência e educadores em ciências que optam por uma aproximação sociológica aos temas de ciência e (iv) pessoas envolvidas com a divulgação de conteúdo científico em espaços informais e não formais, como nas notícias, museus, entre outros espaços. Segundo Laugksch (2000), o público-alvo de (i) é constituído por estudantes na fase escolar inicial e adolescentes, enquanto os grupos (ii) e (iii) focam no público adulto, considerado como aqueles que já estão fora da vida escolar em nível básico. Ainda segundo o autor, o grupo (iv) foca em todo o público, sendo que a AC desenvolvida por (i), (ii) e (iii) é relevante para o resultado do trabalho de divulgação do grupo (iv).

Colocando o interesse de diferentes grupos numa ACT, Fourez (1994) faz um paralelo entre a Alfabetização Científica e Tecnológica com o processo de alfabetização de linguagens ocorrido no século XIX, onde argumenta que tanto a classe operária, trabalhadores, quanto os patrões tinham consciência de que era necessário e importante que se soubesse ler e escrever. O autor destaca que, embora houvesse resistência inicial da classe social mais economicamente dominante, houve a consideração de que trabalhadores com acesso à alfabetização linguística iria gerar uma mão de obra mais qualificada para desempenhar as funções num contexto de progresso social. Já a classe trabalhadora percebeu a alfabetização como um exercício de emancipação para ser mais bem instruída para a vida no contexto social da época, sendo que “assim a escola passou a ser obrigatória” (Fourez, 1994, p.17). Apresentando este processo como um discurso quase unânime de que a alfabetização é fundamental ao desenvolvimento da dignidade humana, o autor justifica seu paralelo de uma ACT, uma vez que se entoa que o

conhecimento científico e tecnológico é fundamental para a inserção na sociedade moderna, que possui com a tecnologia uma forte relação de interdependência (Fourez, 1994).

Concordamos aqui sobre a necessidade de uma ACT e adotamos o mesmo tom de Lorenzetti e Delizoicov (2001) ao compreendermos o desenvolvimento da ACT como um processo vitalício e que possui maior ênfase na vida escolar do indivíduo, sem querer ignorar as contribuições e o papel dos espaços e momentos externos à educação formal nessa formação. Concordamos também com uma ACT na perspectiva de Fourez (1994), que descreve a necessidade em se discutir sobre o T em ACT ao questionar as questões atreladas à natureza não só da ciência como também da tecnologia.

Fourez (1994) diz que a tecnologia e a ciência não estão tão distantes em termos de suas definições quando colocamos a natureza de cada uma em evidência e que

“a diferença epistemológica das ciências e das tecnologias seria relativa ao seu espaço de aplicação... as ciências estariam, dentro desta perspectiva, tão ligadas à uma finalidade e intencionalidade humanas quanto as tecnologias: poderíamos considerá-las como tecnologias intelectuais” (Fourez, 1994, p.49, tradução nossa).

Neste contexto, Fourez (1994) coloca a ACT como um processo que deve ser aplicado com certo cuidado para que não haja relações ou aproximações com perspectivas tecnocratas que visem a criação de uma sociedade orientada ao consumo das tecnologias por si só, destacando que é necessário se valorizar o aspecto de ambas como produções humanas, para humanos de forma que ambas se relacionam.

Entretanto, a forma como tratamos a natureza da tecnologia no momento em se discute uma ACT é extremamente relevante, pois segundo Fourez (1994), há a possibilidade de a tecnologia ser encarada como uma simples ferramenta de ciência aplicada.

O autor também argumenta que dado o contexto de uma sociedade tecnológica, uma ACT não pode ser desenvolvida sem que haja coerência entre investimentos no desenvolvimento científico e tecnológico em relação aos investimentos em programas educacionais que busquem eficácia na aprendizagem, uma vez que a ACT surgiu como uma das alternativas no combate à educação científica ineficaz que eventualmente levaria a desaceleração de desenvolvimento científico e tecnológico (Fourez, 1994).

Ainda com base na difusão da ideia de uma sociedade da tecnologia, se faz importante compreender o que se entende por tecnologia e como sua natureza se relaciona ao meio científico. Veraszto et al. (2009) indicam que atualmente parece difícil se discernir a ciência em si da tecnologia, visto que nos encontramos numa sociedade modernizada e cercada por dispositivos provenientes dos rumos tomados pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

Os autores destacam também que o entendimento do termo “tecnologia” se dá de diferentes formas ao longo da história, devido às mudanças de interpretação dos grupos sociais que buscam descrever o assunto. Como reflexão acerca do termo na pesquisa de Veraszto et al. (2009), ganha destaque a questão de que a origem de termo tecnologia está atrelado ao próprio conceito de técnica e que, apesar de comumente serem entendidos como conjuntos de recursos e objetos desenvolvidos por engenharia, também deve se englobar no entendimento do termo os momentos e contextos de sociedade, bem como suas implicações no desenvolvimento tecnológico, nos quais foram desenvolvidos. Isso expande o conceito mais pragmático de tecnologia como estudo da técnica e adiciona também a compreensão dos aspectos humanos e da forma como este campo de produção de conhecimento afeta e é afetado por estes aspectos.

Essa compreensão se aproxima muito do que se busca, por exemplo, nos estudos da história e filosofia da ciência, que busca entender os contextos como forma de quebrar a noção de constante progresso de teorias cada vez mais robustas e exatas. Essa compreensão da tecnologia como algo que depende de fatores sociais e que pode impactar e ser impactada nestes fatores implica numa compreensão social de ciência já presente nas reflexões de perspectiva CTSA, que é um campo cujo desenvolvimento também colabora para alçar melhores indicadores de ACT na sociedade. Estabelecendo este paralelo entre ciência e tecnologia e os aspectos históricos, sociais e humanos atrelados ao seu desenvolvimento, compreendemos aqui que, embora os conceitos mais específicos de ciência e tecnologia por si só possam ser diferenciados na literatura, seus contextos os aproximam como campos de estudo quando se objetiva falar de educação.

No que tange este trabalho, nos posicionamos como a favor de uma ACT como forma de certa evolução no conceito da AC em termos de que a ciência e a tecnologia possuem suas linguagens, metodologias e naturezas próprias e em relações complexas entre si, sendo que a mesma influência que a ciência exerceu em épocas de disputas internacionais mais acirradas, e ainda exerce hoje, parece ser a mesma quando olhamos para as tecnologias e o destaque dado às suas produções atualmente. Também concordamos ser importante o estudo de uma ACT para que os discursos tecnocratas não ganhem campo e criem concepções distorcidas da tecnologia como já vimos acontecer nas visões positivistas da ciência.

3.4. Sobre indicadores de *Alfabetização Científica e Tecnológica*: habilidades e competências do indivíduo cientificamente e tecnologicamente alfabetizado

A complexidade do campo de estudo da ACT, suas concepções e objetivos é evidente após as discussões apresentadas nas unidades prévias deste capítulo, o que também se reflete quando são colocadas avaliações da ACT em si sob pauta.

Algumas considerações sobre possíveis indicativos de um indivíduo alfabetizado cientificamente e tecnologicamente serão apresentadas nesta unidade na tentativa de fornecer mais argumentos para as relações e análises a serem realizadas na pesquisa. Utilizaremos para este aprofundamento os trabalhos de Hurd (1998) e Fourez (1994) como principais guias para as análises no que tange atitudes e indicativos de ACT no indivíduo, realizando também interseções com outros referenciais para estabelecimento de relações.

Nas mudanças de currículo da educação básica que moldaram a reforma do ensino, Hurd (1998) aponta que, uma vez que a AC deva promover um exercício cívico por parte do cidadão fomentando compreensões mais amplas sobre os envolvimento da ciência e tecnologia na sociedade, um indivíduo alfabetizado cientificamente é aquele que: consegue distinguir especialistas de desinformados no assunto; consegue distinguir teorias de dogmas, dados de mitos ou folclore; reconhece que quase todos os fatores da vida de uma pessoa foram influenciados pelo desenvolvimento de ciência e tecnologia de alguma forma; reconhece que a ciência no contexto social possui dimensões políticas, éticas, judiciais e interpretações por valores morais; reconhece características de como o conhecimento científico em termos de pesquisa é produzido e validado; utiliza o conhecimento científico em questões do seu cotidiano em várias esferas quando apropriado (decisões individuais, sociais, resolução de problemas); consegue diferenciar ciência de pseudociência; reconhece a natureza cumulativa da ciência como uma fronteira sem limites (no que tange a possibilidades de desenvolvimento de novos conhecimentos); reconhece cientistas e pesquisadores como produtores de conhecimento científico e os cidadãos como os usuários deste conhecimento; reconhece lacunas, riscos, limites e probabilidades ao tomar decisões que envolvam conhecimentos de cunho científico e religioso; sabe analisar e processar informações com finalidade de produção de conhecimento que vá além de fatos; reconhece que conceitos científicos, leis e teorias não são verdades imutáveis, mas sim conhecimento construído e passível de mudanças; reconhece que problemas pessoais e sociais que envolvam conhecimento científico podem exigir mais do que simplesmente uma resposta “certa”, sendo passíveis de interpretações por valores e leis; reconhece quando uma relação de ação e reação não deve ser estabelecida; entende a

importância da pesquisa como produção vinda da curiosidade de um cientista; reconhece que a economia global é influenciada pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia; reconhece quando questões culturais, éticas e morais estão intrínsecas à resolução de problemas sócio científicos; reconhece quando alguém não possui conhecimento o suficiente para a tomada de uma decisão racional acerca do problema (em ordem científica); sabe distinguir propaganda de evidências, fatos de ficção, senso comum de embasamento teórico e conhecimento de opinião; reconhece que a resolução de problemas de ordem científica pode exigir considerações de diversos campos do conhecimento, incluindo ciências naturais e humanas; reconhece que há muito ainda não explicado ou estudado em ramos das ciências, havendo margem para descobertas significantes no futuro; reconhece que a AC é um processo de adquirir, analisar, sintetizar, codificar, avaliar e utilizar conhecimentos de ciência e tecnologia em contextos humanos e sociais; reconhece uma relação entre ciência e tecnologia, bem como destes campos com questões humanas; reconhece que a produção científica e a solução de problemas cotidianos (adaptação de processos e aumento de capacidade de atividades humanas) enriquecem o capital de algum indivíduo (valores atrelados à CT e economia); reconhece que desafios no campo das ciências são resolvidos coletivamente e não de maneira individual; reconhece que soluções imediatas de problemas sócio científicos podem gerar novos problemas; reconhece que soluções de curto e de longo prazo para problemas sócio científicos podem não apresentar as mesmas respostas.

Enquanto o trabalho de Hurd (1998) faz uma descrição mais direta das habilidades listadas por outros autores como fatores que indicam alguém alfabetizado científica e tecnologicamente, o trabalho de Fourez (1994) já traz as considerações do autor sobre como os saberes que traz em sua obra são relevantes no contexto social tecnológico em que o ser humano se encontra.

Na complexidade de fatores que circundam o tema da ACT, Fourez (1994) traz em suas considerações os critérios da *National Science Teacher Association* (NSTA) para o que se considera uma pessoa alfabetizada cientificamente e tecnologicamente. Nas considerações do autor são apresentados os critérios da NSTA seguidos de uma discussão sobre a relevância de cada tópico. Essa apresentação do autor junto aos critérios será elucidada na sequência.

Utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para tomar decisões responsáveis na vida cotidiana

Neste critério é notável a interação entre o desenvolvimento do conhecimento científico do indivíduo para uma aplicação prática em seu contexto social em múltiplas situações. Fourez

traz a argumentação de que os jovens tendem a criar uma fronteira entre os seus aprendizados de ciência e as decisões que tomam em suas vidas, independentemente da finalidade daquela decisão. O autor reforça que desenvolver este critério pode auxiliar o indivíduo no reconhecimento de questões éticas e políticas atreladas ao conhecimento científico.

Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias, assim como as ciências e as tecnologias deixam suas marcas na sociedade

Aqui as relações defendidas por Fourez (1993) são no sentido de que é necessário compreender que a sociedade, em seus variados grupos de influência, também gera impactos nas ciências e tecnologias. Há um certo consenso que jovens reconhecem a influências destes campos na sociedade, mas falham em perceber a produção de conhecimento destas áreas como fruto do intelecto humano. Essa falta de compreensão poderia gerar uma falsa noção de que este conhecimento é desenvolvido por si só.

Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias por via dos subsídios que lhe fornece

Aqui o autor justifica, caso ainda não haja clareza quanto à dimensão do critério anterior, que o controle vai para além do puramente social e da aprovação do trabalho científico, afetando também a dimensão econômica da produtividade científica e tecnológica. Essa categoria pode ser interpretada tanto como uma necessidade de que haja uma relação de suporte social e político ao desenvolvimento das ciências por meios econômicos, quanto para uma maior responsabilidade com os recursos financeiros no que tange a controlar os avanços científicos de forma crítica, assim como devem fazer os pesquisadores.

Reconhecer tanto os limites como a utilidade das ciências e tecnologias no progresso do bem-estar humano

Aqui, Fourez (1993) fala sobre a relevância deste indicador no que diz respeito à se confrontar os movimentos anti científicos pelo reconhecimento do que é possível e de comodidades trazidas para a população por meio do desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Entretanto, também enfatiza que não é correta uma noção distorcida e dogmática do progresso científico, propagada pelo que o autor chama de missionários da ciência que não possuem conhecimento sobre questões naturais das ciências.

Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los

Esse ponto pode dar a entender que uma pessoa alfabetizada cientificamente e tecnologicamente deve ter amplo domínio sobre teorias e leis da ciência para que possa aplicar no seu cotidiano, o que soa um tanto utópico. Além disso, Fourez (1994) destaca que esse ponto pode parecer controverso, pois é difícil definir quais seriam estes principais conceitos e o que exatamente quer dizer conhecê-los e saber aplicá-los. Dialogando com a consideração do autor, podemos, talvez, buscar como referência para estes conceitos o que é proposto hoje nos variados documentos que tratam sobre a estrutura curricular da educação básica, embora estes documentos sejam um construto que constantemente passa por alterações, seja pelas mudanças políticas ou adequação ao contexto no qual a sociedade se molda.

O autor também destaca que aqui essa compreensão como parte da vida em sociedade, visto que numa cultura onde conceitos de ciência são devidamente apreciados pelo público geral, a não obtenção deste conhecimento pode privar o indivíduo de uma participação social mais efetiva e significativa.

Entretanto, é questionado se é fornecido para os alunos o suficiente para que compreendam o que a própria comunidade científica considera importante e principal em termos de conhecimentos científicos específicos. Fourez (1994) salienta também que é necessário cuidado e se manter crítico à tendência de se pragmatizar ou listar aspectos que tomem como referência um simples conjunto de fatores lineares que vão levar a ACT.

Apreciar as ciências e as tecnologias pelo estímulo intelectual que elas providenciam

Aqui Fourez (1994) destaca que este fator possibilita ir além da compreensão da ciência e tecnologia como meros instrumentos e valorizar as contribuições que desafios da ciência e da tecnologia trazem para o estímulo cognitivo, ou seja, como pensar em desafios ajuda a estimular raciocínios e pode propiciar prazer ao indivíduo por seu envolvimento nestes desafios.

Compreender que a produção de saberes científicos depende de processos de investigação e de conceitos teóricos

Neste aspecto, Fourez (1994) argumenta que a ACT deve ir para além da aplicação de resultados de experimentos e técnicas científicas. Argumenta que é necessário entender que a prática da ciência não é puramente teórica ou teórica-experimental, mas que vai também colocar seres humanos em contato em processos de investigação e que esses seres humanos possuem história e cultura. O autor também relata que é necessário compreender que os processos de

investigação dependem de recursos humanos, financeiros e que a gestão destes recursos também é parte da atividade científica.

Aqui, aparentemente, o autor expande o entendimento da unidade proposta pela NSTA para o que se entende por uma investigação científica. Essa compreensão mais ampla é algo defendido por vários campos da EC, sendo principalmente colocada em pauta em estudos sobre a Natureza do Conhecimento Científico.

Saber reconhecer a diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais

Aqui o autor defende que não há tanta necessidade de argumentação, uma vez que há uma aceitação mais universal do quão diferentes são as duas perspectivas. Mas ressalta que o entendimento científico sobre resultados é também carregado de fatores sociais e históricos e que não podem ser tratados como verdades absolutas. Defende que a educação possui o desafio de dar a população mais vulnerável socialmente o entendimento de que a ciência é construída e mutável sem que se dê o entendimento de que há nas ciências um excesso de relativismo.

Aqui podemos dialogar com o autor ao dizer que esta noção carece de reforço em todas as esferas sociais, visto que compreensões equivocadas sobre o desenvolvimento do trabalho científico são por vezes veiculadas dentro das próprias escolas. Também concordamos que deve ser feito este processo com cuidado, visto que relativizar demais a ciência em fatores sociais e históricos ignorando o peso de concordâncias da comunidade científica em relação a fenômenos já bem estudados e descritos de forma precisa pode abrir espaço para questionamentos sobre a “veracidade” de um conceito de forma incoerente, o que é um fenômeno social visto, por exemplo, na disseminação das pseudociências, que atacam princípios científicos consolidados.

Reconhecer a origem da ciência e compreender que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças segundo o grau de acumulação dos resultados e investigações

Fourez (1994) destaca que é necessário entender a natureza provisória e passível de revisão dos conhecimentos científicos desenvolvidos. Este ponto reforça a noção de revoluções dentro das ciências e ajuda a quebrar aquela compreensão linear que é, por vezes, dada a entender no processo e ensino e aprendizagem. Entretanto, o autor destaca que a forma como a NSTA apresenta este tópico fechando com “segundo o grau de acumulação dos resultados” pode dar a entender uma visão positivista de constante progresso e de linearidade das ciências naturais. A visão de que a ciência é um cumulativo de resultados rumo a novos avanços e constantes melhoras de suas aplicações é parte das concepções equivocadas da Natureza do Conhecimento Científico, portanto a NSTA deixou certa ambiguidade ao propor que, ainda que

provisório e mutável, a ciência e tecnologia depende de acumulações de resultados. Essa argumentação parece ser, no entanto, uma crítica mais à forma como a qual a NSTA apresentou a orientação do que uma incerteza quanto à qual noção é mais adequada de se adquirir a respeito da Natureza do Conhecimento Científico em si.

Compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas na sua utilização

Fourez (1994) aponta que este tópico pode ser encarado de forma reduzida ou ampla. Enquanto na reduzida se resumiria a entender o funcionamento e finalidade de um dispositivo, a perspectiva ampliada envolve compreensões da tecnologia como produção humana e que sua aplicação pode gerar problemas e impactos na sociedade, ainda que vise resolver outros. Essa concepção ampla embarga também o entendimento de que as tecnologias podem moldar comportamentos sociais devido as consequências de sua aplicação e usa como exemplo as redes de telefonia, que moldaram toda uma geração acostumada à processos de comunicação em distância mais lentos. Essa perspectiva ampliada é o que o autor defende que vá remover o indivíduo do papel de simples consumidor passivo de um produto tecnológico para colocá-lo na condição de ser crítico quanto ao uso e suas consequências.

Possuir conhecimento para apreciar o valor da investigação e do desenvolvimento tecnológico

O autor defende que há duas maneiras de se entender este comportamento. Primeiro defende que essa apreciação seria pelo conhecimento mais amplo das ciências e da tecnologia e resultaria em valores culturais e humanistas. Segundo, coloca que uma possível interpretação também é a de tornar o ser um defensor de políticas que favoreçam constantemente o desenvolvimento da tecnologia. Fourez (1994) coloca que a necessidade de se valorizar o aspecto humano é parte essencial para compreender de forma mais ampla as ciências e as tecnologias e que uma abordagem de defesa de políticas públicas sem o senso crítico do que é relevante ou não para o desenvolvimento social não é objetivo de uma ACT eficaz. A primeira interpretação parece, portanto, estar mais adequada ao que se espera de um indivíduo alfabetizado cientificamente e tecnologicamente.

Faz sentido também essa interpretação quando olhamos para as visões sobre a ciência em si que são compartilhadas para a compreensão da tecnologia como produção humana dependente de contexto histórico e social. Uma abordagem de defesa constante do desenvolvimento das tecnologias sem pesar o crítico sobre elas parece pregar uma visão tecnocrata.

Extrair da sua formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante

A defesa do desenvolvimento deste comportamento é a que aparenta ir mais de encontro ao princípio de se tornar o aprendizado das ciências naturais um processo prazeroso para o estudante, indo de encontro, novamente, a valorização do lado humanístico envolvido em toda a questão do desenvolvimento científico e tecnológico. O autor aponta que há sim aqueles que sabem atuar bem neste contexto, mas que se uma parcela maior da população tiver a mesma experiência, talvez haja um início da formação de uma prática da ciência e da tecnologia como cultura popular mais disseminada.

O desenvolvimento dessa visão de mundo mais rica e interessante pode estimular debates públicos sobre ciência e tecnologia com argumentos mais bem fundamentados. Considerando o cenário atual, que já lida com o desenvolvimento de inteligências artificiais e questões mais complexas sobre limites da tecnologia, o desenvolvimento desta competência ou comportamento é de grande importância para que a sociedade melhor se posicione sobre o que está sendo colocado em evidência.

Conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorrer a elas quando tiver que tomar decisões

Fourez (1994) classifica essa habilidade como de três vias. Primeiro, o indivíduo deve recorrer às fontes como livros e especialistas. Após, deve conseguir processar as informações sobre ciência e tecnologia de forma a compreender e avaliar suas fontes de informação. E por fim, deve saber tomar decisões pesando os cenários possíveis com seu conhecimento científico e tecnológico quando for colocado de frente com situações que demandem que esse conhecimento seja aplicado. Novamente temos um cenário no qual a tecnologia ganha destaque por conta do desenvolvimento das inteligências artificiais, algoritmos e outros recursos atrelados à internet, computação e serviços, no qual essa habilidade é de extrema relevância para o desenvolvimento do cidadão.

Ter uma certa compreensão da maneira que as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história

Nesse ponto, se reforça a questão do contexto social, histórico e das influências destes nas orientações e demandas de produção de conhecimento científico e tecnológico. Compreender esses pontos nos possibilita compreender nosso cenário de mundo e quais desdobramentos nos trouxeram até o presente, enquanto permitem reflexões pertinentes para possíveis desenvolvimentos futuros.

Fourez (1994) destaca que os interesses da ACT ainda nos deixam diversos questionamentos acerca do seu desenvolvimento, como por exemplo a compreensão da Natureza do Conhecimento Científico e da Tecnologia e como a comunidade científica pode chegar ou não à consensos sobre o que deve ser ou não considerado como concepção adequada destes campos. Para além disso, também há os questionamentos de até que ponto esse campo de estudo se permite distanciar de perspectivas positivistas e tecnocratas da ciência e tecnologia. Todos os questionamentos são pertinentes ainda hoje frente aos desafios modernos da educação em promover uma melhor formação num contexto no qual o consumismo e a produção em massa perduram.

Outro referencial importante para o esclarecimento acerca de indicadores é a contribuição de Marandino et al. (2018), que traz em seu trabalho outras categorias de indicadores que parecem ter um aspecto mais geral e englobam diversos elementos do que Hurd (1998) e Fourez (1994) trazem. Seus indicadores vão para além do fator sala de aula, abrangendo também aspectos da educação não formal e da comunicação pública da ciência, que podem se apresentar em variadas fontes de informação, incluindo as produções de entretenimento que optem por abordar fenômenos científicos. A autora e colaboradores classificaram em seu trabalho quatro indicadores para tratar de questões atreladas à ACT. Os indicadores são: científico, interface social, institucional e interação.

O indicador científico trata das considerações sobre compreensões de conteúdos científicos específicos. Neste ponto, se assemelha muito ao eixo estruturante da ACT I de Sasseron e Carvalho (2011). Neste indicador, Marandino et al (2018) sinalizam que estão contidas ações que ao comunicar ao público sobre o conhecimento científico, faz uso de teorias, leis, conceitos e produtos da ciência. Também se incluem aqui aspectos da Natureza do Conhecimento Científico (NdC), o que expande a compreensão do indicador ao eixo de Sasseron e Carvalho (2011) e aproximam dos aspectos atitudinais da NSTA discutidos por Fourez (1994). Entre os aspectos de NdC se encontram as controvérsias, a produção científica, o caráter histórico e social, a imagem do cientista, entre outros elementos.

O indicador de interface social cobre aspectos das relações entre a ciência e a sociedade, no que tange a participação social na construção das demandas de pesquisa, avaliação, opinião pública, atuação em debates com temas científicos, entre outros. Neste indicador também temos a questão de valores éticos da sociedade que podem estar intrínsecos nos debates sobre ciência e tecnologia de forma a moldar seu desenvolvimento. As influências em políticas que circundam as temáticas científicas e tecnológicas também são presentes aqui.

Quando colocamos o indicador institucional em pauta, tratamos do aspecto de que ciência e tecnologia são desenvolvidas com instituições destes campos do conhecimento que são responsáveis pela produção, disseminação e fomento do desenvolvimento destes conhecimentos. Aqui encontramos suporte para refletir sobre para quem, por meio de quem e quem comunica sobre as pesquisas em ciência e tecnologia. Também se inserem nessas discussões os grupos científicos e seu papel de validação do conhecimento desenvolvido. Neste indicador estão aspectos da divulgação e comunicação científica, as instituições financiadoras de pesquisas, entre outros aspectos.

O indicador de interação trata de interação humana com o processo de educação e comunicação pública da ciência, com foco principalmente nos espaços não formais, visto que no espaço formal o indicador que aparentemente apresenta mais presença é o científico. Essa interação, segundo as pesquisas de Marandino et al (2018) pode ser física, na qual o indivíduo entra em contato com o material ou ação de comunicação pública, estético-afetiva, que ocorre quando emoções são estimuladas em ações que não necessariamente envolvam a manipulação de aparatos ou ações mais concretas. Tocar nas emoções é uma forma de criar vínculo e que pode gerar aproximações entre o indivíduo alvo da ACT e o conhecimento em ciência e tecnologia. Neste sentido, nossa pesquisa investiga um material com potencial de trabalhar nesta dimensão por meio das narrativas e das emoções dos personagens. Há também a interação cognitiva que estimula o raciocínio e seu desenvolvimento com desafios e situações problema que são comumente enfrentadas nas ciências.

Neste sentido e dado também a complexidade dos indicativos de um indivíduo alfabetizado cientificamente e tecnologicamente, nos apoiamos nas concepções que tratam a ACT como um processo vitalício (Lorenzetti e Delizoicov, 2021), no qual o indivíduo vivenciará os conteúdos científicos sistematizados na vida escolar, enquanto experimenta o contexto social e o mundo externo às paredes da escola tendo estes conhecimentos como uma bagagem que torne possível sua compreensão dos fenômenos que o cercam.

Encerrando este capítulo, para esta pesquisa adotamos os referenciais de uma ACT embasada na alfabetização como processo, no lugar de um conceito de letramento, bem como em considerações que aproximam a natureza da ciência da natureza da tecnologia no que tange às suas metodologias, espaços de aplicação e frutos da produção humana.

4. USO DE FILMES E SÉRIES NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Apresentamos neste capítulo algumas breves considerações sobre como o uso destes recursos pode interagir com a formação das concepções e conhecimentos sobre ciência de um indivíduo.

Dois momentos caracterizam este capítulo.

No primeiro, tratamos de apresentar algumas considerações sobre o uso de filmes e séries na EC de forma a levantar características consideradas importantes para alinhar trabalhos com este tipo de recurso, buscando também apresentar algumas pesquisas relevantes dentro do tema.

No segundo, são apresentados alguns trabalhos que irão auxiliar no processo analítico desta pesquisa, uma vez que aproximaram o uso de filmes e séries de investigações do campo da Alfabetização Científica e Tecnológica. Buscamos apresentar também algumas possíveis interseções de investigações da ACT com campos da Divulgação Científica, Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, bem como outros interesses da EC.

4.1. Séries, filmes e produções dramatúrgicas de entretenimento na educação em ciências: uma breve discussão

O uso de filmes para investigações da Educação em Ciências já é uma prática consolidada no meio educacional dada a potencialidade destes recursos para o estímulo de emoções e a passagem de mensagens dos mais variados gêneros para o espectador. Neste sentido, filmes e séries possuem um potencial extenso para estreitar elos comunicativos com o público geral.

As pesquisas que tratam desta temática como gênero de pesquisa geral, sem optarem por análises de alguma produção específica, trazem considerações importantes sobre esse estreitamento de comunicação e sobre vínculos que podem ser criados entre a ciência e o cinema. Aqui tratamos do que denomina por formação do imaginário científico no público geral. Antes de entrarmos num detalhamento maior sobre o que seria esse imaginário, apresentamos algumas considerações importantes no que tange ao uso de recursos audiovisuais na EC.

4.1.1. Sobre o uso de recursos audiovisuais em propostas pedagógicas: preocupações técnicas e de fundamentação pedagógica

Dentre os recursos audiovisuais mais presentes na cultura popular, temos os filmes, as séries de televisão e canais de streaming, desenhos animados e vídeos de canais de conteúdo na internet com os mais variados focos e nichos de entretenimento. Dado o traço social de que este tipo de tecnologia é quase que propriedade unânime da população em termos de contato e utilização deste recurso, temos consequências para o campo da educação como um todo, visto que “o uso de imagem e de som como instrumentos de apoio ao Ensino data dos primórdios do desenvolvimento desses meios” (Rosa, 2000, p.33).

A natureza deste tipo de trabalho, apesar de encontrar suporte no aspecto lúdico e no entretenimento de estudantes como promotores de aprendizagem, pode ser justificada com mais propriedade quando relacionamos o simbolismo destes recursos. Rosa (2000) reforça que no processo de decifrar os códigos de linguagem de um filme, lidamos com processos semelhantes ao próprio processo de aprendizagem da leitura e da fala, pois lidamos com as palavras, seus sons e significados, bem como fazemos uso de interpretação de expressões. Mas o autor também destaca que, assim como na leitura e fala, esse processo deve ser ensinado e o professor não deve assumir que o estudante pode aprender conceitos sobre ciência no ato de simplesmente assistir a um filme. É necessário que o professor adeque a codificação e releitura das cenas para o objetivo da aprendizagem de forma planejada, se atentando ao currículo e às estratégias pedagógicas que possam extrair resultados significativos do uso do recurso para a EC. Além disso, Rosa (2000) afirma que no meio da EC, o conteúdo em si é mais importante que o meio, visto que imagens sozinhas não têm o mesmo poder que a palavra e os conceitos envolvidos. O autor pontua também ao longo de seu trabalho possíveis justificativas para o uso de recursos audiovisuais como ferramentas na EC e na sequência já cede critérios para como utilizar bem essas ferramentas. Aqui iremos destacar os argumentos gerais que remetem ao planejamento do professor, que deve ter o cuidado de planejar a aula com este recurso de forma adequada, conhecendo o recurso e tendo o visto antes de colocar seus alunos em contato com o material, bem como checar se há viabilidade técnica de uso e aplicação do recurso no momento de aula. Os argumentos de Rosa (2000) mostram que a utilização dos recursos não deve ser simplesmente levada como alternativa lúdica à uma aula bem ministrada, muito menos como um substituto imediato ao não preparo de uma aula. Outro destaque também vai para as condições que a unidade escolar oferece para a utilização deste tipo de recurso de forma que a experiência seja satisfatória e sujeita ao mínimo possível de imprevistos que quebrem a imersão dos estudantes no material que o professor gostaria de trabalhar.

Podemos resumir então que o uso destes recursos está atrelado ao: (i) planejamento pedagógico bem fundamentado do docente; (ii) domínio do docente em relação ao recurso a ser utilizado; (iii) condições de infraestrutura da unidade escolar; (iv) abertura do espaço de aula para diálogo com os estudantes de forma a acessar suas considerações sobre a utilização do recurso após aplicação da estratégia.

4.1.2. A interface entre ciência e cinema: sobre a formação do Imaginário Científico

Como já colocado anteriormente, o uso de recursos audiovisuais na educação não é novidade, uma vez que desde 1910 já eram identificados documentários sobre botânica e zoologia em crescimento na Europa (Oliveira, 2006). Oliveira (2006) argumenta que existe, inclusive, um vínculo entre a ciência e o cinema de forma que os filmes foram palco de divulgação de avanços científicos ao longo dos anos e, portanto, corroboram para a formação da imagem da ciência no público geral.

A ciência em si já foi inúmeras vezes representada por meio de filmes e produções dramáticas com foco no entretenimento. Cunha e Giordan (2009) descrevem que “a história do cinema pode ser contada a partir da busca do homem em reproduzir a imagem em movimento” (Cunha e Giordan, 2009, p. 9) e que neste contexto surgiu o filme *Le voyage dans la lune*, em 1902, que é apontado como o primeiro filme de ficção científica produzido. Desde então, representações científicas no meio cinematográfico e de entretenimento apenas ganharam campo e conquistaram o público em diferentes formas de abordagem.

Quando adotamos uma perspectiva mais crítica frente às produções de entretenimento, podemos perceber o impacto que estas obras possuem na formação de concepções sobre a ciência para o público geral devido às escolhas de representação da ciência e cientistas por estes recursos. Cunha e Giordan (2009) apontam que essas representações no meio cinematográfico podem gerar interações que vão, de certa forma: (i) refletir, realçar ou intensificar a opinião pública sobre certos temas de cunho científico; (ii) inserir novas compreensões no público sobre algum tema; (iii) modificar intencionalmente as compreensões do público sobre um dado tema. Essas três possibilidades são impactantes, uma vez que podem levar a discussão sobre a ciência para diferentes grupos sociais em conversas informais do cotidiano.

Essa formação de concepções é um importante foco de estudo que contrasta com o campo da EC em diversos pontos, incluindo o alvo desta pesquisa, a Alfabetização Científica e Tecnológica.

Oliveira (2006) aponta que os modelos explicativos e as analogias foram utilizados para entender fenômenos de conceitos científicos, bem como na busca de formar percepções mais

adequadas do trabalho científico em trabalhos com de Gerald Holton, Laudan e Abrantes. Nesses modelos o autor descreve um conceito que classificou como o “imaginário científico”, sendo que este conceito se difere do que se entende por “imaginação científica”. Em semelhança, ambos os conceitos estão, segundo Oliveira (2006), centrados em ideias mais que em elementos práticos da ciência, mas enfatiza que essas ideias permitem aprofundamentos epistemológicos do campo da EC. Em relação às diferenças entre essas ideias, o autor chama de “imaginação científica” o que se preocupa com a formação de novos pesquisadores ou cabeças para a atuação no meio científico. Essa característica foi muito valorizada durante anos dentro da educação científica que visava levantar os números de pesquisadores e pessoas do meio científico para conservar a ideia de progresso científico e tecnológico que se instalou como jargão na sociedade, principalmente nos momentos crise da educação em ciências descritos nos trabalhos de Hurd (1958, 1998). Já o “imaginário científico” é mais amplo e embarga outras relações do meio científico com a percepção do público geral. Oliveira (2006) também deixa claro que nessa amplitude, definir o que se trata como imaginário pode ser um desafio do ponto de vista de pesquisa, mas já nos fornece uma ideia inicial de que este imaginário dialoga com noções sobre a Natureza do Conhecimento Científico, relações CTS e outras dimensões da atuação científica que ultrapassam as noções tecnicistas e mais clássicas que tratam as ciências como “exatas”.

Oliveira (2006) traz que os filmes são veículos que lidam com várias formas e intenções quando falamos sobre representações da ciência nas telas, trazendo também que essas representações são generalizadas. Para isso, argumenta que filmes já consideram seu público-alvo antes mesmo de sua produção entrar em estágios iniciais e, portanto, já dialogam com o imaginário científico do público geral antes mesmo desse público tomar conhecimento da obra. Pensando nessa corrente filosófica, as produções cinematográficas diante do argumento de Oliveira (2006) talvez tenham um impacto que reforça muito mais concepções prévias sobre ciência do que modificam ou criam raízes, que são os cenários de possibilidade descritos por Giordan e Cunha (2009). Ainda neste argumento, Oliveira (2006) traz que podemos olhar para os filmes com representações científicas como retratos de uma época ou de uma sociedade e suas crenças sobre a atividade científica.

Nesse sentido, estudar as potencialidades dos filmes para a EC abrange também uma reflexão histórica social importante de como a ciência foi vista por um determinado público em determinado local e momento no construto social no qual se desenvolveu, reforçando relações importantes com a História e Filosofia da Ciência que configuram importantes pontos para a boa formação de estudantes da Educação Básica.

Para corroborar um pouco mais com a argumentação sobre o laço que ciência e cinema possuem, olhamos novamente para o trabalho de Cunha e Giordan (2009) que trazem produções sucesso de crítica e audiência como *Jurassic Park* (1993) que reflete um período no qual a genética vinha ganhando campo e as expectativas do público em geral sobre suas fronteiras rumavam para um imaginário de grandes progressos e manipulação genética como algo que eventualmente se tornaria trivial. Os autores também destacam em sua pesquisa algumas outras fases da representação científica no cinema, com destaque para momentos que buscavam refletir os avanços e interesse na aventura espacial, desenvolvimento da medicina, até momentos que destacam interações entre ciência, sociedade, tecnologia e relações de poder na atuação científica. Há também um contexto de desenvolvimento do gênero de desastres naturais e artificiais nos quais há participação da comunidade científica nos momentos de crise. Essas fases parecem alinhadas aos momentos históricos e sociais nos quais os assuntos pareciam estar alinhados ao interesse público ou ao que se pretendia levar ao público, o que reforça a argumentação de Oliveira (2006) sobre movimentos de reflexão sobre a imagem da ciência por épocas do cinema.

Neste contexto de produções que permitem o estabelecimento de relações com a ciência e tecnologia encontramos filmes como *Impacto Profundo* (1998), *Matrix* (1999) para gêneros que seguem o caminho da ficção, enquanto temos filmes e séries como *O Óleo de Lorenzo* (1992), *Chernobyl* (2019), *Três Dias que Mudaram Tudo* (2023) que focam em fenômenos de acontecimento real enquanto adaptam as narrativas para o entretenimento. Dentre as produções que abordam acontecimentos reais, Feldman (2021) aponta para as minisséries *Holocausto* (1978) e *Chernobyl* (2019) como frutos do cinema e entretenimento que abordam a tragédia humana e traumas que podem despertar comoção social no sentido de revitalizar debates, estimular questionamentos e colocar o papel do Estado em destaque na interação com os fenômenos representados. Esse tipo de abordagem cinematográfica traz uma oportunidade de analisar como as representações científicas e da tecnologia são apresentadas nestes momentos de crise para um maior aprofundamento de conceitos, entendimento de modelos, relações CTS, História e Filosofia da Ciência, Divulgação Científica, entre outros elementos pertinentes para a EC.

Fica evidente a importância de se compreender, portanto, o material ou recurso a ser trabalhado no contexto da educação formal ou não formal em relação aos estímulos que pode provocar para a formação do que se entende por imaginário científico, bem como compreender que o reforço ou a criação de noções sobre ciência e tecnologia no meio do entretenimento podem gerar impactos para além da aprendizagem de sala de aula dos estudantes, podendo

definir a forma como estes indivíduos expostos ao material podem conceber suas noções de ciência e cientistas no cotidiano em situações variadas que envolvam questões de peso significativo para a atuação social, como o desenvolvimento da C&T e a atuação das políticas públicas e interesses de grupos específicos neste campo.

Nos argumentos aqui apresentados, é possível estabelecer uma linha de trabalho entre a formação do imaginário científico e o desenvolvimento de elementos de interesse da ACT de forma que, com devido domínio do docente em relação aos critérios para uso de filmes e séries na EC no contexto formal, há possibilidade de avaliar como a produção impacta o imaginário do estudante num primeiro momento ao ser exposto ao recurso. Após a exposição e apreciação inicial, é possível articular debates e diálogos em relação aos aspectos de C&T presentes nas cenas e como essa representação pode corroborar com melhores concepções da cientista, ciência, tecnologia, pesquisa, atuação junto à sociedade, entre outros diversos aspectos do campo da Educação que interessam para um melhor desenvolvimento do indivíduo.

4.1.3. As pesquisas com filmes e séries: algumas formas de abordagem e interesses de análise no campo da Educação em Ciências

Buscamos aqui entender um pouco sobre como as pesquisas da EC vêm utilizando filmes e séries para a produção de conhecimento, visto que os argumentos de pesquisadores citados anteriormente apontam para a relevância destes materiais.

Em uma revisão sobre como se caracterizam alguns trabalhos com este tipo de mídia na EC Machado e Silveira (2020) identificaram que, estudando e analisando pesquisas que buscaram investigar estes recursos no período de 2006 a 2017, os trabalhos tiveram como objetivo aplicar análises aprofundadas das produções, com um enfoque CTS que é caracterizado por Lorenzetti (2021) em suas falas como a ferramenta que irá possibilitar o desenvolvimento da ACT. O enfoque CTS, como discutido anteriormente, pode em vezes não ter uma atenção tão grande aos conceitos científicos, mas estes também podem atuar na formação do imaginário científico, o que mais uma vez aproxima nossa pesquisa dos interesses da ACT. Machado e Silveira (2020) também apontam que, embora haja interesse em investigar de forma aprofundada estes recursos, apenas um trabalho dentre os identificados no período descrito, chegou a ser pensado para aplicação em sala de aula e análise posterior de suas contribuições. Isso mostra o quão complexa é a aplicação em si dos recursos do ponto de vista do planejamento pedagógico, mas em nível algum descaracteriza as raízes e as interações entre a ciência e o cinema ou a pertinência dos estudos destes materiais.

Outros trabalhos já buscaram investigar potenciais de filmes para a ACT, como é o caso da pesquisa de Santos e Silva (2017) que identificou no filme *Avatar* momentos propícios para apresentação de abordagens centradas em fenômenos físicos, fauna e flora, bem como o tema sustentabilidade, que segue ainda forte na sociedade por conta das recentes transformações em nosso planeta.

O interesse deste trabalho está também na ACT e possibilidades de desenvolvimento das aprendizagens e elementos deste campo por meio da minissérie *Chernobyl*, lançada integralmente em 2019 como temporada única. Seu impacto social foi considerável, uma vez que a série revitalizou diversos debates no meio social sobre a segurança da produção de energia nuclear pelo processo de fissão, como relatado em entrevistas e conversas com membros da Eletronuclear (Whitaker, 2019), na qual membro da empresa brasileira responsável pela gestão das usinas de Angra I, Angra II e Angra III, no estado do Rio de Janeiro, aproveitou o momento de calor no assunto para assegurar que é um método de produção de energia seguro e que são extremamente raros os acidentes com este tipo de técnica. O interesse em relação ao debate público gerado com a produção também é relevante quando olhamos para como a narrativa da produção aborda a natureza controversa de questões quanto ao uso de certas formas de tecnologia e conhecimento científico, bem como coloca em evidência as relações políticas e vieses ideológicos em suas cenas. Por este aspecto, a minissérie provocou reações diversas em diferentes locais, com a crítica especializada elogiando a produção, enquanto o governo russo criticou a forma como a URSS foi colocada na produção como uma instituição que agravou as condições do desastre em jogos políticos. Há também aqueles que teceram críticas para algumas fundamentações físico-químicas e biológicas apresentadas pela série, embora tenha sido elogiada quanto ao cuidado em relação à coerência em relação aos conceitos de ciência abordados nos episódios.

Evidencia-se aqui, novamente, o impacto de produções de cinema e séries na educação em ciências e na disseminação de conhecimento. Com o ganho de campo das ciências em debates sociais provocados por estes recursos, temos uma importante configuração de destaque para a cultura popular e o imaginário científico que podem ser abordados com pauta e planejamento adequado em ambiente escolar na promoção da democratização dos conhecimentos científicos, classificados por Auler e Delizoicov (2001) como uma função essencial para a educação neste contexto de C&T intrínsecos em todas as esferas sociais do nosso cotidiano.

4.2. Interfaces das pesquisas em Alfabetização Científica e Tecnológica com produções de entretenimento: um breve contexto das produções acadêmicas

As pesquisas no campo da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) são variadas quando olhamos para as fontes de dados dos pesquisadores. Diversos tipos de materiais, sejam de finalidade educacional ou não, vêm sendo tratados analiticamente para aprofundamento no estudo de suas potencialidades como recursos que possam promover a ACT.

Uma das interfaces mais comumente perceptível no que tange o tratamento analítico de produções de entretenimento, como os filmes e séries, é entre a ACT e a Divulgação Científica (DC), dadas as características de ambas de serem desenvolvidas não somente nos espaços escolares. Essa interface foi abordada, por exemplo, na pesquisa de Siqueira e Brandão (2021), em análises de vídeos de DC publicados em rede. Os pesquisadores selecionaram o canal Manual do Mundo, do Youtube, como material para análise em seu trabalho. O canal é classificado pelos pesquisadores como de divulgação científica, sendo o maior do ramo no Brasil em termos de números de inscritos e de visualizações dos conteúdos publicados, o que permite classificar o canal como de grande impacto na formação de opinião e conhecimento do público geral em relação as temáticas tratadas. O foco de análise dos autores do trabalho foram os vídeos do canal que estavam mais atrelados à Química, na tentativa de inferir se tais conteúdos poderiam ser utilizados como instrumentos de Alfabetização Científica. Utilizando-se da pesquisa de Sasseron e Carvalho (2011), discutida no referencial de nossa pesquisa, Siqueira e Brandão (2019) utilizaram três eixos construídos pelas autoras que os denominaram como estruturantes da Alfabetização Científica, partindo então para uma análise de conteúdo com os eixos como referencial teórico. Na pesquisa, observaram algumas tendências dos vídeos em títulos que exageravam conceitos ou poderiam contribuir com visões sensacionalistas dos temas científicos abordados, sendo que também relatam ter encontrado erros conceituais nas produções. Ao relacionarem os vídeos aos eixos de Sasseron e Carvalho, classificaram a identificação desses eixos, individualmente, como muito presente, pouco presente e ausente, havendo predominância do eixo 1 (Siqueira e Brandão), que se refere à conceitos científicos e a apropriação destes de forma correta (Sasseron e Carvalho, 2011). Os autores finalizam dizendo que recursos como os canais de DC possuem grande importância na divulgação e popularização da ciência num contexto de forte presença do público alvo na internet e que o canal escolhido tem suas contribuições positivas para tal função, desde que sejam utilizados por

professores com a devida discussão de outros aspectos não abordados nos vídeos em si, principalmente relacionados aos eixos de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) 2 e 3 que utilizaram em seu referencial. Essa pesquisa é um pequeno exemplo de como análises de recursos para além de livros didáticos e outros materiais de ensino formal podem ampliar os conhecimentos acerca da formação segundo princípios da ACT.

O advento da internet não só trouxe a possibilidade ampliada de pesquisas com recursos de DC presentes na rede, mas também potencializou o contato do público geral com produções de entretenimento de forma generalizada, uma vez que os serviços de streaming como Netflix, Amazon Prime Video, Star Plus, Max Plus (serviço que engloba a HBO), Globo Play, entre outros, entregam constantes produções dramatúrgicas, documentários e séries com as mais variadas temáticas. Vez ou outra, temáticas de cunho mais científico podem ser abordadas nessas produções, fenômeno que já ocorria em salas de cinema por meio dos filmes muito antes dos serviços de streaming tomarem a rede da internet. Essas produções se revelam como potenciais recursos para o campo da Educação em Ciências, como já discutido anteriormente neste capítulo, não sendo diferente quando lidamos especificamente com a ACT como referência para a produção da pesquisa.

Neste contexto, Melo, Nevez e Silva (2018), ao analisarem a animação Wall-e (2008), destacam que o “divertimento proporcionado pela animação pode se revestir de aprendizados aos atores, principalmente, se o planejamento da ação vislumbrar a Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT) dos envolvidos” (Melo, Neves e Silva, 2018, p. 89). Ao tratar sobre a questão do lixo no planeta, o filme toca num assunto que é discutido pela comunidade científica há muito tempo, com diversas problemáticas levantadas sobre a postura com a qual a sociedade encara a gestão do que se considera lixo. É neste foco que os autores que analisaram o filme também levantam questionamentos de partida interessantes acerca do consumismo da sociedade atual e se é necessário destaque maior ao assunto nas aulas de ciências na educação formal, bem como sobre o próprio valor atribuído ao lixo (como recurso, meio de subsistência, entre outros) partindo de outros pontos de vista e das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que tangem à temática. Neste trabalho, os pesquisadores criaram, por meio de revisão da literatura acerca da ACT, uma categoria de análise denominada “contribuições ao desenvolvimento da Alfabetização Científico-Tecnológica” que foi subdividida em mais cinco subcategorias que foram denominadas por: a) A Prevalência da Perspectiva Tecnocrata: categoria na qual usa momentos do filme para refletir sobre perspectivas tecnocratas que ignorem a construção social das ciências e das tecnologias, deixando de lado seu aspecto democrático e reduzindo a produção de conhecimento à funções objetivas de máquinas; b) A

Perspectiva Salvacionista atribuída à C&T: categoria na qual os autores discutem sobre situações que surgem no filme quando a tecnologia é vista como uma constante solucionadora de problemas. A intenção aqui era refletir em relação à noção da ciência e tecnologia como provedoras de bem-estar e qualidade de vida. Os autores discutem aspectos da Natureza da Ciência, outro forte campo na Educação em Ciências, como a possibilidade de ambas serem falhas, uma vez que são produções humanas e possuem os traços de erros humanos da mesma forma; c) O Determinismo Tecnológico: onde os autores utilizam excertos do filme para discutirem sobre como as tecnologias podem assumir um papel no qual a necessidade de se sustentar um sistema de consumo tem prioridade sobre a necessidade de interações humanas construtivas, exemplificando com o caso da televisão, que antes unia vizinhos para acompanharem seus programas prediletos, enquanto hoje é mais vista como causa de isolamento entre pessoas, visto que se tornou um dispositivo relativamente comum nos lares; d) A Tendência Behaviorista no Ensino de Ciências: os autores destacam que o filme traz, pelas ações do robô Wall-e, uma importante reflexão sobre o condicionamento de máquinas versus o pensamento cognitivo superior, para o além da função determinista. Essa reflexão é relacionada pelos autores ao comportamento de professores nas aulas de ciências, que usualmente condicionam seus alunos aos exercícios e à repetição constante de fórmulas, sem haver estímulo ao aprendizado aprofundado de fenômenos pertencentes aos campos das ciências; e) A Caverna de Platão e as outras “prisões” que se desvelam: aqui os autores discutem “prisões” ou cavernas nas quais o indivíduo pode ser aprisionado ao lidar com as tecnologias e seus produtos de forma não reflexiva, ficando reféns de sua utilização e não observando o mundo com um olhar mais independente destes recursos. A reflexão também é feita quando compara com acontecimentos de sala de aula no qual professores se prendem às documentações e ao currículo, não vislumbrando outras possibilidades no ambiente escolar e fora deste. Os autores, após discutirem as concepções de ensino de ciências, finalizam suas análises concluindo que o filme Wall-e não passaria de mais uma animação para um cidadão mal instruído nas ciências naturais e relações de ACT e CTS, que reforçam que são oportunizadas pela produção. Essa pesquisa não apenas se prendeu a classificar o filme como viável ou não para o trabalho com os elementos intrínsecos da ACT, mas apontou importantes discussões que podem ser realizadas partindo de excertos do filme e que levam a referenciais robustos e ricos da Educação em Ciências como a abordagem CTS e as considerações sobre a Natureza da Ciência.

Enquanto as animações e a ficção científica se mostram como ferramentas em potencial para o campo da EC e da ACT em específico, surgem produções adaptadas que tratam de personalidades e eventos históricos reais no meio científico, que marcaram época por grandes

acontecimentos ou participação no contexto social, político, entre outros. O filme *Radioactive* (2019), que foca sua narrativa numa construção da personagem de Marie Curie, é um dos exemplos destas adaptações cinematográficas. Outro exemplo é o filme *O Óleo de Lorenzo* (1992), que narra a criação de um importante medicamento na história da ciência.

O filme sobre Marie Curie, inclusive, já foi utilizado como documento para análise acerca de contribuições para a ACT e para a imagem da ciência na sociedade, reforçando também elementos de Natureza da Ciência e permitindo análises sobre a História da Ciência presente no momento histórico abordado na produção cinematográfica. O trabalho em questão foi produzido por Melo e Heerdt (2021) e é contextualizado pela dupla como uma pesquisa que ressalta a importância de se atentar às oportunidades proporcionadas pela divulgação científica, presente no teatro e cinema, como resposta à desafios do cenário educacional atual que demanda uma formação para além dos conceitos científicos nas ciências naturais. Assim como o trabalho citado anteriormente de Siqueira e Brandão (2019), Melo e Heerdt (2021) também adotaram os referenciais de Sasseron e Carvalho (2011) dos eixos temáticos estruturantes da ACT como categorias a priori para realizarem a análise via Análise de Conteúdo de Bardin. Nas análises, os autores destacaram trechos do filme no qual os eixos poderiam ser utilizados para discussão da cena, citando também algumas subcategorias específicas dentro destes eixos como “questões de gênero na ciência” quando o fato de Marie ser mulher atuante num meio dominado por figuras masculinas gera situações na narrativa que reforçam a importância de se entender a ciência como um campo para todos e não como uma área reservada à figuras masculinas e gênios individualistas. A subcategoria de questões de gênero na ciência é reforçada ao longo do trabalho pelos focos narrativos do filme e nos permite compreender elementos históricos da ciência que eram reflexo de comportamentos sociais na época descrita, como o fato de a ciência ser um campo predominado por homens e oferecer resistência quanto à participação feminina nas pesquisas. Os autores também dar destaque aos conceitos físico-químicos envolvidos no trabalho real de Marie Curie que foram omitidos, erroneamente apresentados ou que não foram coerentes na produção cinematográfica, reforçando a importância da compreensão dos conceitos específicos do campo científico para o processo de ACT de acordo com os eixos de Sasseron e Carvalho (2011). As relações CTS também aparecem ao longo das discussões dos autores, principalmente relacionados com o momento histórico social no qual a obra se passa, dando exemplos também para discutir elementos políticos do meio acadêmico predominantemente masculino da época. Melo e Heerdt (2021), concluem o trabalho respondendo sua questão norteadora de “quais contribuições, à promoção da alfabetização científica e tecnológica na sociedade, podem aparecer com a análise do filme *Radioactive*?”

(Melo e Heerdt, 2021, p. 1692), dizendo que o filme representa um interessante objeto de aprendizagem por oferecer possíveis diálogos com o referencial teórico de ACT ao falar de conceitos (radioatividade), Natureza da Ciência (elitismo e individualismo), gênero (mulher na ciência), entre outros campos.

Assim, nossa pesquisa se insere nesta amostra de trabalhos que buscam compreender elementos da ACT dentro de uma produção de entretenimento, levantando possibilidades de aprendizagem para diversos aspectos que envolvam a C&T que sejam temáticas da série.

5. PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, iremos descrever os fundamentos teóricos em relação à natureza de nossa pesquisa qualitativa. Iniciamos com definições gerais sobre a pesquisa qualitativa e suas características de acordo com autores do campo da pesquisa nas ciências sociais. Na sequência, apresentamos o nosso *corpus* analítico, a série Chernobyl (2019), com detalhamento do enredo e narrativas cobertas em cada um dos cinco episódios da série. Após, uma apresentação da metodologia escolhida para o processo analítico da série, sendo a Análise Textual Discursiva. Encerramos apresentando detalhamento das etapas do procedimento analítico e como se desenvolveu o processo de pesquisa e apresentação dos resultados.

5.1. Pesquisa qualitativa e características principais

Se tratando de um trabalho no campo da educação em ciência, tido como um campo que permeia as ciências humanas e sociais (Lüdke e André, 1986), esta pesquisa assume caráter qualitativo, que segundo Godoy (1995a), se desenvolveu inicialmente no século XIX no campo das pesquisas sociais, onde a autora aponta o trabalho de Frédéric Le Play tratando sobre famílias de classes trabalhadoras como um dos pioneiros neste tipo de metodologia, uma vez que o pesquisador se colocou na condição de observador deste público. A pesquisa qualitativa se distancia das abordagens mais rígidas e permite maior adaptabilidade à sua construção conforme o pesquisador desenvolve seu trabalho (Godoy, 1995b), não sendo focada em dedução direta da coerência de uma hipótese inicial com base em dados numéricos e restritos.

Embora a noção de maior permissibilidade para com a criação do pesquisador possa soar estranha, invalidando a pesquisa devido à ausência de uma coleta de dados justificada, Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1998), destacam que o desenvolvimento do campo analítico qualitativo nas ciências sociais possibilitou a criação de modelos próprios para a realização de pesquisas qualitativas no sentido de orientação das pesquisas, bem como em estabelecer certo rigor aos seus procedimentos, análises e conclusões. Essa característica quanto ao rigor é importante para evitar que pesquisas desta natureza sejam encaradas como um espaço onde qualquer tipo de consideração ou percurso metodológico seja tido como válido.

No que diz respeito às características da pesquisa qualitativa, Godoy (1995b) aponta que grupos de pessoas e documentos em geral se apresentam como fonte de coleta de dados para análises, sendo os documentos aqui entendidos geralmente como textos.

Num detalhamento maior das características deste tipo de pesquisa é comum encontrar como principal referência Bogdan e Biklen (2007), que descrevem a pesquisa qualitativa como:

De caráter naturalista, ou seja, possuindo o ambiente natural como fonte de coleta de informações

Neste contexto, o pesquisador passa a ser instrumento chave da pesquisa, uma vez que por sua observação e seus embasamentos é que serão realizadas as considerações sobre o fenômeno a ser estudado. Aqui, o caráter natural se dá pela preocupação do pesquisador com o contexto no qual o fenômeno estudado se desenvolve, sendo que remover este contexto interfere de forma direta nas observações do estudo.

Descritiva

As análises neste tipo de pesquisa são expressas por palavras no lugar de números (de uma pesquisa de natureza quantitativa). As descrições podem ser derivadas de variadas técnicas de coleta de dados, como gravações, observação e entrevistas. A descrição deve ser a mais fiel possível aos dados coletados, com toda a riqueza dos detalhes, para que a descrição do fenômeno seja precisa e coerente ao contexto da pesquisa, permitindo melhores análises frente ao referencial de apoio.

Preocupada com o processo

O destaque do processo na produção da pesquisa é de maior relevância que o produto em si, que não é necessariamente o foco de pesquisas desta natureza, uma vez que as hipóteses podem ser moldadas ao longo do trabalho do pesquisador. O foco no processo permite levantar importantes considerações no estudo de um fenômeno, uma vez que a natureza mutável e adaptável ao contexto no trabalho do pesquisador pode trazer observações que não iriam emergir numa perspectiva rígida que não tolere alterações no curso da pesquisa.

Indutiva

Não há preocupação com provar ou não uma teoria ou hipótese ao longo da pesquisa. As hipóteses podem tomar forma ou serem reformuladas de acordo com as considerações do pesquisador, havendo a coerência necessária para tais mudanças.

Embasada em significados

A importância dada aos significados que o fenômeno estudado tem para um grupo ou num dado contexto é importante para a pesquisa qualitativa. Não há necessidade de que haja apenas uma consideração ou concepção sobre o fenômeno por conta de qualquer que seja o suporte teórico que possa justificar essa concepção. Visões inadequadas, questões controversas, entre outros pontos são considerados como fontes de dados relevantes para a pesquisa de forma a descrever com maior riqueza o contexto no qual o fenômeno se desdobra.

A coleta de dados na pesquisa qualitativa implica que, uma vez que o pesquisador assume condição de destaque e está sujeito às interferências do seu desenvolvimento como indivíduo no momento da interpretação, há necessidade de que a pesquisa seja cuidadosamente planejada, ainda que haja o caráter mutável do trabalho (Lüdke e André, 1986).

Desta forma, nosso estudo se caracteriza como de natureza qualitativa, no qual buscamos levantar, por meio de hipóteses, possíveis contribuições de um fenômeno do entretenimento para o desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica, considerando também os desafios que possam surgir no contexto deste desenvolvimento na vida escolar.

5.2. O *corpus* de análise da pesquisa: a minissérie *Chernobyl*

O *corpus* documental de análise desta pesquisa foi a minissérie *Chernobyl*, da emissora HBO. Embora a pesquisa qualitativa seja marcada pela análise de documentos escritos, obras dramatúrgicas também se apresentam como material de potencial aplicação e estudo no campo da educação em ciências. Sobre a produção escolhida

“com um elenco liderado por Jared Harris, Stellan Skarsgård e Emily Watson, *Chernobyl*, a aclamada minissérie da HBO, segue os eventos em torno do acidente nuclear de 1986. Os cinco episódios contam as histórias dos corajosos homens e mulheres que fizeram sacrifícios incríveis para salvar a Europa do desastre total. *Chernobyl* recebeu dez Emmys® e dois Globos de Ouro®” (*Chernobyl*, 2019a).

A série *Chernobyl* (2019a) é uma produção dramatúrgica de 5 episódios, caracterizada mais precisamente como minissérie, do canal HBO que apresenta uma narrativa para o acidente na Usina Nuclear Vladimir I Lenin, popularmente conhecida como *Chernobyl*, localizada na cidade de Prip'yat, local que na data do acidente, 1986, pertencia a União das Repúblicas

Socialistas Soviéticas (URSS). O território hoje é parte da Ucrânia como resultado da divisão territorial da URSS após a dissolução em 1991.

Dado o contexto histórico da série, a produção se encaixa numa tendência da ficção e produções de TV que valoriza a complexidade da estrutura narrativa e provoca o público com efeitos que saem da pura esfera do entretenimento, promovendo questões políticas (Feldman, 2021). Feldman (2021) destaca que a série teve impacto internacional e revitalizou debates sobre os fatos circundando o acidente em termos de manipulações do Estado, bem como colocou questionamentos sobre possíveis novos desastres.

Autora que também destaca o impacto da série é Ferreira (2022), ao colocar que

“Baseada no livro *Vozes de Tchernóbil* (ALEKSIÉVITCH, 2016), a produção cinematográfica da minissérie tem um potencial transformador da realidade, uma vez que, em cinco episódios, revive com esmerado detalhamento as fases que preconizaram o acidente, assim como os momentos que o sucederam. Classificada como ficção, o que se nota na minissérie é uma preocupação com a pormenorização dos fatos que culminam com o acidente, além do uso de personagens reais, excetuando-se uma ou outra livre criação.” (Ferreira, 2022, p. 3)

O foco dramático e de entretenimento, possuindo elementos da ficção científica, na série não segue o perfil de documentários, que buscam maior interação com personalidades envolvidas no fenômeno exibido, mas como destacado por Ferreira (2022), a preocupação com os fatos relatados e o uso de personagens reais na história do acidente dão um poder e peso maior para a narrativa apresentada. Esse ponto valoriza a série e promove questionamentos no público sobre a veracidade dos relatos ali presentes, podendo contribuir para uma construção de conhecimento cultural importante no que se trata da análise de um fenômeno acidental e de grande impacto na história, com várias consequências na esfera científica, social, econômica, ambiental e da saúde. Novamente aqui se revela o potencial da série para o trabalho de questões de vários campos de interesse da educação em geral.

O período de exibição da série, hoje oferecida pelo serviço de streaming da HBO MAX® (Chernobyl, 2019a), foi de 6 de maio a 3 de junho de 2019, sendo que “a minissérie de televisão *Chernobyl* foi recebida com estrondoso sucesso de público e da crítica especializada” (Feldman, 2019, p. 33). Na plataforma de avaliação de obras audiovisuais *Rotten Tomatoes*, a minissérie possui uma aprovação de 95% da crítica especializada e 97% da audiência em 2023 com 104 revisões da crítica e mais 2.500 do público (Chernobyl, 2019b).

Apesar do sucesso de avaliação da crítica e do público, a série não deixa o aspecto controverso da produção de lado, uma vez que instigou reações dos representantes de estado e público russo, que declararam que iriam realizar uma versão da série sob o ponto de vista da Rússia e a possível influência de uma agente da CIA no fatídico acidente (Roth, 2019).

O sucesso da série como a mais bem avaliada até o momento de seu lançamento foi impactante mesmo na Rússia, que além de pedir por uma versão própria da série, também houve a solicitação do partido comunista russo para que a minissérie não fosse exibida na Rússia, com membro do partido Sergey Malinkovich declarando que a forma como as informações da série foram exibidas transformaram uma tragédia em objeto de manipulação ideológica, atacando e demonizando o regime soviético e seu povo (Ross, 2019).

Os próprios diálogos entre diferentes pesquisas, personalidades públicas e membros do meio artístico mostram a complexa rede de questões que a série traz para o foco na cultura popular. Feldman (2021) vai na contramão de representantes russos e destaca o cuidado dos criadores com a ambientação da série e a forma como constroem suas narrativas para o público.

“Caracterizada por uma extrema precisão na restituição de cada detalhe que compõe a tragédia, dos corpos irradiados às placas dos carros soviéticos, passando pelo teor dos diálogos entre funcionários da usina, burocratas do governo, cientistas e moradores da região, *Chernobyl* evita velhos clichês narrativos e não poupa o espectador de uma angústia persistente” (Feldman, 2021, p.35).

Mas a autora destaca que a série está longe de ser um documentário e que há espaço para fantasias e teatralidade na obra (Feldman, 2021).

A discussão sobre fatos e ficção em torno da série também é destaque em noticiários e em comunicações entre pesquisadores e especialistas na questão do acidente, da produção de energia nuclear e campos das ciências da natureza em si.

O suicídio de Legasov na série é apresentado com um fundo dramático na questão da produção das fitas com depoimentos do cientista no período que lidou com a crise na usina em Pripjat, mas é incerto ainda a forma como as fitas foram obtidas ou quais planos Legasov colocou em ação para garantir que elas chegassem ao público (Morisawa, 2019). É destacado também a questão do cuidado com a ambientação, uma vez que as roupas foram fiéis ao que os operários da usina usavam na época do acidente. Houve fidelidade também com os efeitos da radiação naqueles expostos em altas dosagens por intervalo de tempo nocivo, embora a equipe de produção da série tenha declarado não querer ser sensacionalista e explorar demais o sofrimento dos trabalhadores que estiveram expostos aos danos iniciais da explosão do reator (Morisawa, 2019).

Outro impacto da série está na questão de aguçar a curiosidade do público, onde há pesquisas indicando aumento de 40% em agências de turismo que oferecem a visita à região da usina de Chernobyl (Reuters, 2019), embora o conflito entre Ucrânia e Rússia tenha impossibilitado a continuidade desse serviço. Neste período após o lançamento da série também

houve aumento de buscas sobre o tema em redes sociais, com canais de influenciadores digitais trazendo a temática do acidente para seus conteúdos em circulação.

Detalhando um pouco mais a série e seu conteúdo em si, temos na sequência a lista dos episódios, seus nomes e sinopses, com uma descrição breve sobre o que é abordado em cada um deles em termos de narrativa e sequência de fatos.

Episódio 1 - "1:23:45": “Funcionários e bombeiros colocam suas vidas em risco para controlar uma catastrófica explosão de 1986 em uma usina nuclear soviética” (Chernobyl, 2019a).

O episódio começa com a apresentação de Valery Legasov, um dos cientistas principais que lidou com a situação gerada no acidente na usina nuclear de Chernobyl. Nessa introdução, acompanhamos Valery gravando uma série de fitas de áudio sobre as medidas tomadas ao longo da crise, nas quais expõe falhas, manipulações e incoerências de todo o processo da crise na usina. Após concluir suas gravações, o cientista vai à rua simulando o despejo do próprio lixo e coloca um pacote contendo as fitas em um buraco no muro de sua casa. Em seguida, observa um carro com dois homens que aparentam monitorar sua rotina, volta para sua casa, deixa uma quantidade alta de comida para seu gato e comete suicídio, na mesma data que o acidente ocorreu.

Voltamos no tempo na cena seguinte, que mostra a explosão do reator nuclear na usina de Chernobyl em 1986. Ao longo das cenas seguintes, observamos os funcionários que estavam na usina no momento do acidente tentando compreender a situação dada a condição de “impossibilidade” de explosão no reator segundo os conhecimentos técnicos que possuíam sobre a planta industrial. Enquanto Anatoly Dyatlov, engenheiro chefe da equipe, pede à equipe que seja mantido constante fluxo de água no núcleo do reator, sua equipe o informa que os efeitos da explosão talvez tenham danificado o reator e que o combustível está exposto. Dyatlov ignora as discussões com seus subordinados, aparentando não acreditar em um acidente de gravidade maior. Após a equipe da usina correr pela planta industrial na tentativa de acessar os danos e socorrer os colegas que estavam mais próximos do reator, fica claro que a destruição foi muito maior do que Dyatlov assumiu no momento inicial. Embora as identificações da equipe tenham apontado para uma explosão do reator, o conhecimento técnico de todos os envolvidos não permitia explicar como este fenômeno poderia acontecer, o que leva à uma postura agressiva de controle da situação por Dyatlov, com ameaças para Aleksandr Akimov, Leonid Toptunov e Anatoly Sitnikov, seus principais assistentes nos testes realizados previamente à explosão na usina.

Os responsáveis por Chernobyl são alertados sobre o acidente por telefone e vão para a usina para gerenciar a crise de perto. Nikolai Fomin e Victor Bryukhanov, após chegarem na usina, demandam que sejam obtidas medidas da radiação na planta industrial com os dosímetros regulares e de alto alcance. Também convocam uma reunião com responsáveis de outros turnos de atuação de Chernobyl, membros do partido e figuras importantes residentes na cidade. Nessa reunião, ecoam as falas de Dyatlov de que está tudo sob controle e que medidas devem ser tomadas para conter o possível pânico da população.

No lado externo da usina, acompanhamos os esforços das primeiras equipes de bombeiros na tentativa de conter o incêndio do reator. Vasily Ignatenko está entre os membros dessa equipe e aos poucos observa seus colegas apresentarem sinais de mal-estar e adoecimento ao longo da operação. A esposa de Ignatenko demonstra preocupação com o marido para outros residentes de Pripyat que observam as chamas à distância e decide não ficar fora de casa por medo de que o acidente pudesse ser maior do que aparenta.

O episódio se conclui numa sequência de Anatoly Dyatlov, após passar mal na reunião convocada por Fomin e Victor, observando os efeitos e a mobilização resultante da explosão enquanto é resgatado pela equipe médica emergencial, com um olhar de surpresa ao finalmente perceber a real extensão dos problemas que tentou ignorar nos momentos iniciais. Na sequência final, temos Valery Legasov, um cientista nuclear, sendo chamado para compor uma comitiva responsável por investigar o acidente e suas causas. Seu contato inicial é com Boris Shcherbina, apontado para ser um dos gestores da equipe para lidar com a crise, por suas funções estarem atreladas à produção energética da URSS. Um panorama da cidade encerra o episódio dando indícios das consequências a serem enfrentadas posteriormente.

Episódio 2 - "Please Remain Calm": “A física nuclear Ulana Khomyuk tenta chegar a Legasov e avisá-lo sobre a ameaça de uma segunda explosão que poderia devastar o continente” (Chernobyl, 2019a).

Este episódio acompanha o início da avaliação do desastre pelo governo soviético, bem como mostra os esforços mais imediatos com objetivo de conter a queima do combustível do núcleo do reator danificado, evitando assim a emissão de mais partículas radioativas na atmosfera.

Ao longo do episódio, também são mostradas as consequências da radiação para os bombeiros que atenderam ao chamado para conter as chamas externas do reator que explodiu na usina. Lyudmilla Ignatenko tenta adquirir informações sobre seu marido Vasily Ignatenko e

acompanha a transferência dos bombeiros e funcionários da usina para Moscou para tratamentos pela exposição à radiação.

Legasov se reúne inicialmente com os principais representantes do partido comunista soviético gerido pelo secretário geral Gorbachov (ou Gorbachev). A tensão aumenta na reunião após o cientista identificar na leitura do relatório emitido por Boris Shcherbina que os bombeiros que haviam lidado com o incêndio na usina entraram em contato com um mineral de textura específica e escuro, que Legasov concluiu ser grafite e aponta que só há grafite no núcleo do reator. Após Gorbachev apontar o encerramento da reunião relatando problemas muito menores do que os que vinham acontecendo na concepção de Legasov, o cientista manifesta suas preocupações com certo tom que desagrade o partido. Após breve discussão, Gorbachev dá o benefício da dúvida ao cientista e o envia junto à Boris Shcherbina para avaliarem de maneira mais próxima a real proporção do acidente.

Ao longo do episódio são realizadas medidas da emissão da radiação na usina que são extremamente elevadas e que causaram danos irreparáveis às regiões da usina e vizinhanças, sendo que estes danos seriam muito piores se não houvesse medidas imediatas para contenção do espalhamento das partículas pela queima do combustível exposto do reator 4. Entretanto, as medidas que o governo coloca para lidar com a crise não envolvem a evacuação dos residentes de todas as regiões que Legasov julga estarem em risco por conta dos resultados do acidente. As questões de manipulação de informações precisas sobre acidente por parte dos soviéticos ganharam campo neste episódio.

Após avaliarem as condições reais ao chegarem na usina, Shcherbina e Legasov iniciam a tentativa de conter a queima do combustível com lançamentos de Boro e areia no reator no intuito de criarem um cobertor sobre a chama. Legasov alerta que esta solução traria problemas posteriores, mas que deveriam lidar com eles posteriormente, dada a urgência em combater o fogo do reator.

Enquanto isso, Ulana Khomyuk, personagem fictícia e pesquisadora do instituto de pesquisa nuclear de Minsk, pega traços de radiação longe de Chernobyl e começa a questionar autoridades políticas sobre o que está ocorrendo em Pripyat. Ao ser ignorada em sua busca, decide ir por vias diferentes para obter informações sobre o acidente e as ações que estão sendo tomadas, onde identifica problemas e falhas nestas ações por parte da equipe de Legasov e Shcherbina. A pesquisadora vai até Chernobyl alertar o colega e o ministro sobre os riscos que estão para surgir.

Após Khomyuk, Legasov, Shcherbina irem até Moscou informar Gorbachev sobre os riscos de uma nova explosão na usina por conta do acúmulo de água na estrutura inferior ao

núcleo do reator 4, o secretário geral autoriza a ação de 3 funcionários da usina de entrada nas estruturas inundadas de água com elevados índices de radioatividade para que sejam evacuadas da água, evitando uma nova catástrofe. Apesar da inicial resistência dos funcionários em participarem da ação, após a fala de Shcherbina, 3 voluntários assumem a perigosa função.

O episódio se conclui numa tensa entrada dos operários na área inundada com o som de dosímetros de radiação disparando enquanto a cena sai do foco.

Episódio 3 - "Open Wide, O Earth": “Lyudmilla ignora avisos sobre a condição de seu marido bombeiro; Legasov estabelece um plano de descontaminação” (Chernobyl, 2019a).

O episódio tem início com o sucesso da operação que visava evitar a explosão termonuclear com o esvaziamento da água contida na usina. Os 3 homens selecionados para operarem manualmente as bombas saem da planta da indústria e são recebidos pelas equipes militares encarregadas da gestão da crise em Chernobyl como heróis, para alívio de Shcherbina. Entretanto, o cobertor de Boro e areia dá início ao derretimento nuclear do núcleo. Com a evacuação de Pripyat determinada, Legasov ainda exhibe descontentamento com o fato de a zona de exclusão não considerar áreas maiores que estão expostas aos riscos do acidente.

As equipes de Valery e Shcherbina começaram a lidar com as consequências de maior prazo do acidente. Uma reunião é convocada para que o comitê da crise delegue as próximas ações com base nos relatórios do ministro e da equipe de cientistas. Na reunião, Legasov alerta sobre o início do derretimento do núcleo e o risco que este fenômeno apresenta para o corpo de água que abastece a região da Ucrânia e outras áreas próximas à usina, o que demanda ações rápidas para que possam evitar uma contaminação ainda mais intensa. Fica determinada a instalação de um dispositivo de troca de calor que esfrie as condições do combustível do núcleo. Para essa tarefa, fica determinado que um grupo de mineiros seja reunido e que iniciem as operações de escavação manualmente, com ferramentas de pequeno porte, evitando assim que maquinários pesados possam colapsar o restante da estrutura sobre o núcleo aberto e aumentando as proporções do desastre, bem como causando risco aos mineiros.

Em Moscou, Lyudmilla continua o acompanhamento de Vasily, que apesar de exibir sinais de melhora na saúde anteriormente, agora encara a reta final do envenenamento por exposição à altas dosagens de radiação. Apesar das orientações médicas para se manter distante do marido, Lyudmilla ignora os avisos e passa o máximo de tempo possível com Ignatenko.

O grupo de mineiros é convocado para iniciar os trabalhos na usina, inicialmente apresentando certa resistência em aceitar o chamado devido as condições de segurança do local.

Ao concordarem, seu líder se reúne com Legasov e Shcherbina para orientações da operação a ser realizada. As condições de escavação são complexas e o calor prejudica o trabalho, levando os mineiros a arrancarem as roupas. Legasov é sincero e diz que as roupas oferecem pouca proteção de qualquer forma, não enfrentando a decisão do líder dos mineiros. Shcherbina nota o comportamento do cientista, que demonstra dificuldade em mentir para aqueles que estão no apoio para lidar com o acidente.

Legasov orienta Khomyuk a ir até Moscou para entrevistar os operários da usina numa tentativa de descobrir momento a momento a sequência de fatos que levou a explosão do reator. Essa investigação à leva até Dyatlov, que se nega a prestar qualquer depoimento para auxiliar no processo. Toptunov e Akimov apresentam suas versões para Ulana que conclui que a explosão ocorreu após o acionamento do botão de segurança responsável por parar a reação no núcleo do reator em caso de condições emergenciais, evitando um acidente.

Quando Ulana encontra Lyudmilla no hospital, ameaça contar a todos o descaso das equipes médicas em seguirem as regras de segurança e manterem Ignatenko isolado. Ao se revoltar, é surpreendida por oficiais da KGB que questionam o que é que todos iriam ficar sabendo por meio da cientista. Mais tarde, na reunião do comitê de Gorbachev, descobrimos que Khomyuk é mantida como prisioneira por Charkov. Após a reunião, na qual Shcherbina aponta para a luta de longo prazo que ainda deve ser realizada para lidar com a crise, Legasov pede pela liberação da colega, que é concedida por Charkov.

Legasov insiste que a colega persista nas investigações para que possam descobrir o erro que levou ao acidente e evitem novos episódios como esse nos reatores RBMK restantes ainda operantes na União Soviética.

O episódio se encerra com o enterro dos bombeiros, incluindo Ignatenko após descobrir que sua esposa está grávida. Numa cena pesada, assistimos os caixões de chumbo serem cobertos com concreto enquanto familiares assistem sem qualquer amparo.

Episódio 4 - "The Happiness of All Mankind": “Legasov e Shcherbina consideram usar robôs lunares para remover detritos radioativos; Khomyuk enfrenta censura para encontrar a verdade” (Chernobyl, 2019a).

Este episódio explora as atividades e os esforços realizados pela imensa equipe de soldados, voluntários e indivíduos que deram auxílio no processo de contenção do dano gerado após o acidente nuclear. Ênfase maior é dada ao processo de limpeza da unidade do reator

danificado, nos arredores da usina e nos efeitos da radiação nas pessoas, no ambiente e em animais.

Este episódio explora os efeitos da radiação nos ambientes naturais nos arredores da usina de Chernobyl, local onde o impacto foi mais intenso. As equipes orientadas a evacuar as pessoas remanescentes da zona de isolamento começam seus trabalhos. Na cena inicial, uma senhora é forçada a deixar seu lar após se negar sair por várias vezes, mostrando a difícil situação que a população viveu neste período, sem garantias do estado e com um regime de opressão por parte das equipes militares.

Na cena seguinte, Lyudmilla, nos meses iniciais de gravidez, vai para Kiev. Também podemos observar os trabalhos das equipes responsáveis por mapear o nível de radiação no solo, vegetação e atmosfera na região de Pripjat. Já na sequência, o episódio mostra a conversa de Shcherbina, Legasov e o general Tarakanov discutindo sobre o processo de limpeza da planta industrial e a remoção de detritos para instalação de uma cobertura sobre a usina, impedindo que o ar atmosférico espalhe mais partículas radioativas para longe. Nas áreas de menor radiação, decidem usar um veículo lunar espacial, responsável por eliminar os detritos próximos à unidade do reator 4.

No acampamento dos soldados e homens responsáveis pelos mais variados serviços na limpeza e gerenciamento de Pripjat, um novato sem experiência militar chega para se somar à equipe encarregada de eliminar os animais de estimação abandonados durante a evacuação.

Direcionando a atenção para as questões mais técnicas, acompanhamos a liberação de Khomyuk da prisão da KGB. Legasov conversa com a colega pedindo para que dê sequência em suas investigações sobre os fatos que levaram à explosão do reator. Neste objetivo, a cientista busca documentos que tratem sobre o funcionamento de reatores RBMK, modelo que opera na União Soviética. Apesar de estar como membro do comitê de Gorbachev, Khomyuk consegue acesso apenas à uma pequena parcela dos arquivos que busca, notando sigilo do estado nos documentos solicitados. Entretanto, identifica uma falha no manejo dos arquivos e têm acesso ao sumário dos artigos, podendo identificar o centro de discussão de uma parte do trabalho como sendo o botão de segurança para cessar a reação.

Voltando para o acampamento, acompanhamos a equipe de caça dos animais numa triste tarefa. O psicológico dos homens nessa função é testado há todo momento com a vulnerabilidade dos animais abandonados indo em sua direção na busca por comida e abrigo, mas encontrando as munições dos rifles do estado. Após dias na tarefa, são evidentes a frieza e o olhar vazio dos que ficaram com as tarefas dessa natureza.

Na operação do reator, o veículo lunar se mostra eficiente para as zonas mais distantes do núcleo, enquanto um robô alemão é trazido para lidar com Masha, nome dado ao telhado do reator 3 que ficou com os maiores índices de radiação no local externo da usina. Entretanto, o robô foi desenhado para suportar índices muito menores de radiação do que os que são encontrados no local. Shcherbina se enfurece com a propaganda do estado durante o contato com os alemães de que não há possibilidade de um acidente nuclear tão grave ocorrer em território soviético. A equipe decide enviar homens para limpeza do telhado, em intervalos de 90 segundos para cada grupo, evitando assim exposição fatal à radiação naquele local.

Após uma tensa cena de ação dos grupos de revezamento da limpeza do telhado, o episódio se conclui com uma solitária Lyudmilla, que perdeu a filha após o parto devido a complicações pela radiação à qual foi exposta.

Episódio 5 - "Vichnaya Pamyat": “Legasov, Shcherbina e Khomyuk arriscam suas vidas e reputações para expor a verdade sobre Chernobyl” (Chernobyl, 2019a).

O final da série lida com o julgamento dos responsáveis pelo desastre. Legasov luta para expor a verdade sobre as verdadeiras causas do acidente, apesar das consequências políticas. O episódio revela como a busca da verdade enfrenta a burocracia e o sistema soviético.

O episódio se inicia com imagens de Pripyat horas antes do acidente no reator 4. A cidade aparenta calma enquanto notamos alguns personagens, como Lyudmilla e Vasily, seguindo com o seu cotidiano no local. Nesta cena, Dyatlov caminha em direção à usina para uma reunião com Fomin e Bryukhanov. Na reunião, Fomin cita que está prestes a ser promovido caso um último teste de segurança na usina de Chernobyl seja conduzido com segurança, dando a entender que, neste cenário, também iria promover Dyatlov. O teste a ser conduzido é um dos testes de segurança fundamentais para autorização do funcionamento da usina, que mesmo sem o teste já operava há mais de um ano. Na conversa, Bryukhanov avisa que o teste deve ser adiado por conta de demandas do partido com relação a produtividade, uma vez que para condução do teste a capacidade de geração de energia da planta deveria ser reduzida pela metade por um longo intervalo de tempo. O trio concorda que, mesmo com as condições adversas, o teste poderia ser conduzido pelo turno noturno de funcionários, com Dyatlov na supervisão.

Na sequência temos a reunião de Legasov com Charkov, recebendo elogios do chefe da KGB por seu testemunho em Viena que atribuiu a culpa do acidente a erros humanos operacionais por parte da equipe de Dyatlov. Charkov avisa Legasov que seu título de honraria pelo serviço prestado ao lidar com o acidente é de Herói da União Soviética, maior valorização que um indivíduo poderia receber do estado. Entretanto, o título só seria validado após o

juízo interno do governo soviético para punição de Bryukhanov, Fomin e Dyatlov. Os ajustes de segurança prometidos pelos soviéticos à Legasov e sua equipe nos reatores RBMK também só seriam realizados após o julgamento, segundo Charkov.

Khomyuk se encontra com Legasov e alerta que no julgamento haverá a presença da comunidade científica soviética e que falar a verdade sobre a negligência do governo na construção dos reatores faria pressão para que os ajustes de segurança prometidos fossem cumpridos. Legasov alega temer por sua vida caso enfrente a estrutura de poder.

No julgamento em si, Shcherbina, Khomyuk e Legasov se unem para prestar testemunho. Shcherbina inicia o argumento expondo as falhas nas outras três tentativas de se realizar o teste de segurança, explicando também o funcionamento da usina de Chernobyl e as condecorações recebidas pelo trio julgado pela usina ter sido colocada em funcionamento antes do previsto. Khomyuk dá sequência informando os erros humanos do processo, uma vez que a equipe de Dyatlov não havia sido treinada para conduzir o teste. O episódio mostra os momentos de tensão entre os funcionários e Dyatlov, uma vez que os operários questionavam as ações ordenadas pelo engenheiro chefe. Após momentos de pressão exercida por Dyatlov devido à hierarquia na usina, os funcionários acabam cedendo e seguindo todas as suas orientações, que levam à sequência do desastre que culminou na explosão do reator.

Legasov dá seu parecer sobre os erros técnicos explicando o equilíbrio que mantém a usina de Chernobyl funcionando, bem como a forma que este equilíbrio foi perturbado com as ações ordenadas por Dyatlov. Entretanto, Legasov alega que o motivo que levou Dyatlov a contar com a segurança da operação era a presença de um botão capaz de cessar a reação de imediato e evitar problemas com o reator. Porém, as investigações realizadas por Khomyuk levaram à conclusão de que o botão poderia funcionar como um detonador em condições extremas, detalhe que foi omitido da equipe que atuava na usina. Desconhecendo este fato, os funcionários acionam o botão, acelerando a reação em proporções imensas e causando a explosão. Ao expor essas informações, Legasov se posiciona em enfrentamento ao estado, liberando informações sigilosas sobre a real situação do poder nuclear energético soviético.

Ao final do julgamento, Legasov é destituído de seu posto, de suas conquistas como cientistas e condenado a viver o restante de sua vida isolado e adoecido pelos efeitos da radiação, eventualmente sendo levado à cometer o suicídio que inicia a série.

A questão que abre o primeiro episódio é novamente apresentada: qual o custo das mentiras?

O encerramento da série mostra os reais personagens envolvidos na crise de Chernobyl e dá algumas informações reais sobre o acidente que não estiveram presentes na série. Um tom de pesar e uma trilha sonora forte fecham os cinco episódios sobre o desastre.

5.3. Metodologia de análise: análise textual discursiva

Para o procedimento de análise da minissérie Chernobyl, foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD), apontada como um tipo de análise que se situa entre a Análise de Conteúdo e a Análise de Discurso.

Moraes e Galiazzi (2013) classificam a ATD como uma metodologia de análise de fenômenos de natureza qualitativa e que se posiciona entre a Análise de Conteúdo e a Análise de Discurso de forma a se distanciar dos extremos analíticos destas duas metodologias.

Moraes e Galiazzi (2013) descrevem 4 processos principais que circundam a ATD, sendo eles: (i) desmontagem dos textos, ou unitarização; (ii) estabelecimento de relações, ou categorização; (iii) captando o novo emergente; (iv) estabelecimento de um processo auto-organizado.

Ainda fundamentando a ATD segundo Moraes e Galiazzi (2013), a unitarização é o processo no qual o pesquisador vai desmontar seu *corpus* de análise por meio da leitura e significação do seu material de análise, buscando a compreensão de seus sentidos que possam ser coerentes ao referencial que dá suporte ao processo analítico, assumindo que neste processo de leitura já há interpretação por parte do pesquisador de forma que não há leitura única e objetiva do material de análise. A descrição da unidade deve ser a mais complexa possível em si mesma em termos significativos, de modo a permitir uma descrição rica em detalhes da interpretação do pesquisador. Quanto ao *corpus*, embora as descrições da literatura lidem com a desmontagem de textos, os materiais passíveis de análise via ATD incluem outras modalidades e expressões linguísticas. Na etapa de unitarização é considerado importante que o pesquisador esteja em contato profundo com seu *corpus*, numa concepção de envolvimento e impregnação, para que possa elaborar suas considerações com a necessidade descritiva da pesquisa sendo respeitada.

Pelas interpretações obtidas pelo pesquisador na unitarização e fragmentação do corpus, são construídas as relações entre as unidades de análise por características que possam permitir um agrupamento sistemático por elementos semelhantes. Nesta etapa, o pesquisador está realizando a categorização. Aqui é possível notar o rigor descritivo das unidades auxiliando o pesquisador, uma vez que com unidades melhores descritas fica mais simples a identificação

de similaridades e diferenças entre elas. Na categorização, o pesquisador pode adotar categorias de referência de outros trabalhos antes mesmo de realizar suas análises, o que denominamos categorias “a priori” com base em método dedutivo. Também são possíveis categorias por método dedutivo, no qual as categorias surgem pelas unidades de análise elaboradas pelo próprio pesquisador (Moraes e Galiuzzi, 2013).

Moraes e Galiuzzi (2013) apresentam algumas propriedades das categorias que são importantes de serem consideradas para a realização da ATD, sendo elas: (i) validade ou pertinência: coerência da categoria em relação ao referencial e os objetivos de análise; (ii) homogeneidade: construção baseada num mesmo princípio ou contínuo conceitual, evitando misturar elementos que não partam deste mesmo princípio; (iii) exclusão mútua: unidades pertencentes somente à uma categoria. Essa propriedade já é discutida pelos autores como insustentável, uma vez que a leitura do corpus pode gerar diferentes interpretações de uma mesma unidade, o que resulta em impactos no momento de categorizar essas unidades.

Na exclusão mútua, notamos sua limitação como propriedade quando analisamos que os autores já discutiam diferentes leituras de um mesmo texto ou material de análise, sendo que o contexto do leitor, pesquisador, interfere no processo.

A produção das categorias via ATD “implica assumir uma atitude fenomenológica, ou seja, deixar que os fenômenos se manifestem, sem impor-lhes direcionamentos” (Moraes e Galiuzzi, 2013, p. 30). As categorias também visam a construção de um metatexto, ou seja, algo novo, uma nova leitura do *corpus* segundo o ponto de vista do pesquisador, evitando uma simples réplica da produção original separada em unidades analíticas.

Captar o novo emergente, segundo Moraes e Galiuzzi (2013) é a própria elaboração do metatexto, podendo ser mais descritivo e fiel ao material analisado ou interpretativo, seguindo uma direção distinta da finalidade do *corpus*. O novo emergente deve ser bem estruturado em termos de argumentação do pesquisador, possibilitando a teorização sobre o fenômeno estudado.

Adotando uma análise mais descritiva, o pesquisador deve construir seu metatexto com citações e detalhamento que permita ao leitor visualizar imagens do fenômeno estudado de forma fiel. Indo pelo caminho mais indutivo, é importante o diálogo com teorizações prévias sobre o fenômeno (Moraes e Galiuzzi, 2013).

O processo auto-organizado segundo Moraes e Galiuzzi (2013), seria o estabelecimento da ATD como um todo no contexto da pesquisa, permitindo ciclos de aprendizagem do fenômeno em foco. A desconstrução já induz a um processo de reconstrução de significados

por meios das categorias, eventualmente levando à comunicação do emergente e das riquezas descritivas da análise.

Tendo em vista a ATD como metodologia, nossa construção do metatexto se fundamenta em unidades de análise extraídas das cenas, falas e expressões da série segundo a interpretação do pesquisador.

5.4. O procedimento de análise e as categorias via Análise Textual Discursiva

Para realização da pesquisa, a série Chernobyl (2019) foi assistida pelo pesquisador por meio do serviço de streaming HBO MAX®, sendo acompanhada por ao menos seis vezes em sua íntegra. Para elaborarmos as unidades de análise, por meio das cenas, que serão discutidas no capítulo de resultados, foi utilizado um quadro de informações sobre a cena com algumas informações básicas sobre o que está sendo demonstrado ao espectador. Para tal quadro, utilizamos o tempo de cena de acordo com o demonstrado na plataforma de streaming da série. Também se realizou o acompanhamento do *corpus* pelo seu idioma original de produção que é a língua inglesa, utilizando as legendas em português brasileiro para que não hajam muitas mudanças nas falas dos personagens em caso de dublagem para nosso idioma. O intuito é evitar que algumas falas possam ser perdidas ou tiradas do contexto original da cena, o que é uma possibilidade.

Considerando as características de nosso corpus analítico, num primeiro momento foram levantadas considerações gerais sobre a natureza da série e sobre o desenvolvimento de sua narrativa. Neste momento, dialogamos com alguns dos referenciais apresentados acerca do uso de filmes e séries na Educação em Ciências, sendo que em momentos também já foi realizada a articulação desse referencial com o referencial de Alfabetização Científica e Tecnológica que foi o guia principal da pesquisa. O objetivo dessas considerações iniciais foi dar um panorama geral da série para que o leitor possa compreender qual foi o olhar da pesquisa em relação ao material analisado no sentido de não julgar, por exemplo, a forma como a série apresenta a sua versão dos fatos sobre o acidente. Nessa primeira análise, classificamos as características da série que devem ser levadas em conta para o procedimento analítico ser realizado de forma coerente com o que é exposto ao espectador e quais as possíveis articulações com o referencial adotado na pesquisa.

As características da série e sua análise inicial frente ao referencial de uso de filmes e séries para a EC é apresentada no início do capítulo de resultados e orienta o processo analítico de desmontagem da série em unidades de análise, etapa inicial da ATD.

O acompanhamento da série foi feito com olhar mais atento às possibilidades de desenvolvimento da ACT no espectador que assiste à Chernobyl (2019), sendo que essas possibilidades estão justificadas, principalmente, pelos referenciais apontados por Fourez (1994), Hurd (1998) e Marandino (2018) quando tratam de indicativos e atitudes para identificar o desenvolvimento da ACT no indivíduo, bem como para tratar de elementos que pertencem ao campo da ACT em si, de acordo com os eixos estruturantes da ACT propostos por Sasseron e Carvalho (2011). Outros autores apresentados em nosso referencial também são utilizados para essa articulação.

Quanto à apresentação das unidades de análise no corpo do texto, temos o seguinte quadro:

Tabela 1. Modelo de exibição das unidades de análise: unitarização.

Episódio N: Unidade de análise nº n	
Tempo da Cena: h:min:s	Indicador de ACT
Descrição da cena:	
Falas e detalhes da cena:	

A descrição da cena é realizada de acordo com o que ocorre na narrativa e o momento em que o fenômeno a ser discutido ocorre. As falas da cena tratam dos elementos centrais que motivaram a discussão, como reação de personagens e os detalhes apresentam transições de foco ou momentos de destaque que podem propiciar oportunidades para a discussão centralizada na ACT, bem como proporcionar ao leitor deste trabalho uma melhor compreensão da unidade de análise em si.

Após a unitarização, partimos para o estabelecimento de relações e a criação de categorias que possibilitem uma releitura da série pelos fundamentos da EC com olhar mais específico para potencialidades de desenvolvimento da ACT que a série pode oferecer. Para que categorias pudessem ser propostas, buscamos relações entre as unidades que pudessem criar um entendimento mais amplo de algum fenômeno específico da ACT que parecia semelhante entre as unidades.

A justificativa das categorias e a apresentação da releitura, novo emergente, são realizadas em articulação com os referenciais de ACT adotados. As categorias obtidas são descritas após a apresentação inicial de uma análise mais geral da pesquisa.

O trabalho é concluído com considerações finais e perspectivas com base nos resultados obtidos ao longo da pesquisa. Todas as unidades de análise extraídas da série ao longo da pesquisa estão listadas em ordem de identificação, ou seja, de acordo com a sequência de episódios e cenas da série, na seção de Apêndices do trabalho.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os principais resultados obtidos com a análise da série *Chernobyl* sob a perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica adotada nos referenciais da pesquisa. Para a descrição dos resultados é necessário reforçar alguns posicionamentos adotados na produção da pesquisa em relação ao *corpus*, uma vez que se trata de um material que não tem finalidade específica para o campo da Educação em Ciências.

Reforçando algumas características da série que influenciaram nas posturas adotadas na pesquisa, temos que:

A natureza do *corpus* não é a de ser um material de Divulgação Científica

Essa consideração é importante ser assimilada ao longo da leitura dos resultados para que não seja dada à série um entendimento equivocado de que adotou considerações inadequadas para um material de DC, embora a ciência em si tenha um destaque intenso ao longo dos episódios da minissérie.

Materiais de DC são recursos que, embora voltados para o público geral, possuem estrutura e natureza própria no cuidado com as informações a serem divulgadas, o que não é obrigatoriamente um critério para as produções dramatúrgicas ainda que abordem a ciência ou a ficção científica como tema central.

Considerando esta característica, as análises foram realizadas com olhar neutro sobre a qualidade técnica da informação sobre os fatos e das representações científicas feitas pela série. Não é nosso objetivo julgar o que está correto ou não sobre os conceitos científicos e as representações feitas na série. Apenas nos interessa as contribuições e limitações da série como um material para abordar questões atreladas a ACT de uma visão do campo da EC.

A natureza do *corpus* não é a de um recurso audiovisual no estilo documentário

Documentários costumam apresentar uma preocupação com a veracidade dos fatos ou com as considerações de especialistas nos campos do assunto a ser abordado pelo material. Isso dá maior peso para produções de natureza documental e auxiliam no entendimento de um fenômeno que esteja sendo abordado com este recurso.

Já a série *Chernobyl* (2019), embora faça uso da obra *Vozes de Tchernóbil*, de Svetlana Alexijevich, não se preocupa em narrar os fatos com precisão histórica e considerando as múltiplas perspectivas em relação ao acidente, visto que é um assunto controverso, como já

apresentado no capítulo de metodologia da pesquisa ao analisarmos a recepção da série por representantes do governo atuais do governo russo.

Considerando esta característica, a análise foi realizada com base nas narrativas apresentadas na série e como estas podem causar algum tipo de impacto nos aspectos da ACT investigados na pesquisa. Não é nosso objetivo julgar como válidos ou não os fatos históricos e sociais apresentados na série, mas sim como as escolhas da produção podem levantar discussões interessantes do ponto de vista do referencial de ACT adotado.

A natureza do *corpus* é de uma produção dramatúrgica de entretenimento de grande impacto na cultura popular

Sendo uma produção de entretenimento, a série busca conquistar e envolver seus espectadores com as escolhas feitas para a narrativa, assim como qualquer produção que busca sucesso de público e crítica. Neste sentido, a série pode ser considerada de grande impacto na cultura popular, uma vez que foi sucesso da crítica especializada em cinema e sucesso de recepção do público geral que acompanhou a produção. No capítulo de metodologia apresentamos um breve panorama do destaque que a série alcançou após sua produção e seu impacto na cultura popular levando ao aumento nas buscas sobre o acidente e gerando até aumento no turismo local da cidade de Pripyat. Além disso, também gerou debates políticos, que por natureza já circundam o fato histórico.

Considerando esta característica, a análise da pesquisa levou em conta o potencial de influência em formação de concepções ou opinião pública sobre ciência apresentada na narrativa, tendo atenção a aspectos da Natureza da Ciência que podem ser abordados pela série e que também são de interesse para o campo de estudo da ACT.

O *corpus* é uma produção estadunidense sobre um acidente ocorrido em território de gestão soviética

A produção do canal HBO é realizada por um núcleo de equipe estadunidense, que durante todo o período da Guerra Fria, foi a nação que se opôs ideologicamente e no aspecto militar ao regime soviético. Este histórico de conflito não pode ser ignorado quando lidamos com uma produção que não busca documentar os fatos com precisão histórica e com base no debate e troca de informações entre os envolvidos.

Considera-se assim importante destacar que a produção pode conter viés ideológico na narrativa, que por vários momentos destaca o controle do governo soviético sobre as múltiplas dimensões que o evento tomou ao longo dos episódios. Também é importante destacar que não

foi objetivo da pesquisa tomar postura ideológica frente às narrativas apresentadas, tão pouco julgar culpa ou omissão da equipe que lidou com a crise do acidente em relação à postura de com a população diretamente afetada no período. Entretanto, as escolhas feitas pela narrativa possuem impacto direto em fatores que buscamos investigar dentro do campo da ACT, sendo que estes impactos serão discutidos na sequência deste capítulo.

Com estas características fundamentais da série já discutidas, iniciamos nossa análise com uma reflexão mais geral acerca da série *Chernobyl* (2019) com um olhar do campo da Educação em Ciências. Essa reflexão geral dita o tom para orientar nossas análises via ATD e para que pudéssemos captar o novo emergente da metodologia analítica escolhida, de forma que seja possível uma releitura da série com as considerações da ACT, numa espécie de metatexto que aborde os potenciais e as limitações da série como um recurso para a EC com base nos critérios que estabelecemos pelo referencial.

6.1. Considerações iniciais sobre o *corpus* de análise: a série *Chernobyl* (2019) como recurso audiovisual para a Educação em Ciências

Nesta unidade, apresentamos uma reflexão de como as escolhas de narrativas da série dialogam com referencial sobre o uso de filmes, desenhos e séries na Educação em Ciências, principalmente no que tange a formação de opinião e de concepções sobre a atividade científica. Como Giordan e Cunha (2009) argumentam, os filmes possuem a capacidade de criar concepções novas, modificar concepções existentes ou reforçar concepções existentes em um indivíduo sobre a atividade científica. Essas possibilidades estão em articulação com a formação do imaginário científico do público-alvo da produção da série, uma vez que pelo trabalho de Oliveira (2006), temos que as produções cinematográficas, neste caso também de séries televisivas e do streaming, já se constroem com narrativas que consideram previamente o que o espectador pode ter como concepção de um fenômeno a ser descrito no material. Esse diálogo entre a pesquisa de Oliveira (2006) e Cunha e Giordan (2009) mostram a influência que as concepções prévias e os interesses populares em certos fenômenos de C&T podem ter na elaboração das produções de entretenimento e como essas, em retorno, também podem provocar comoção e formação de opinião. Pensando neste aspecto formador de opinião pública, afirmamos aqui que a série *Chernobyl* (2019) apresenta grande potencial para ter o mesmo efeito dos filmes discutidos pelos autores em seus trabalhos. Além do fator já discutido no início

do capítulo que diz respeito à abrangência que a série alcançou na cultura popular e o sucesso de crítica e audiência, temos o próprio cerne da narrativa geral escolhida para dar tom aos cinco episódios. Como exemplo para abriremos as discussões, trazemos a cena de abertura da série na **tabela 2** a seguir.

Tabela 2. Unidade de análise nº1: cena de abertura.

Episódio 1: Unidade de análise nº 1	
Tempo da Cena: 48s	Indicador de ACT: reconhecer aspectos políticos ligados à atividade científica
Descrição da cena: cena de abertura da série com o personagem de Valery Legasov gravando as fitas descrevendo os desdobramentos do acidente, bem como suas considerações sobre os culpados pelo evento. Nesta cena temos a frase que guia a narrativa da série.	
Falas e detalhamento da cena: Valery Legasov: “Qual é o preço das mentiras?” Valery Legasov: “O perigo é que se escutamos muitas mentiras, não reconheceremos mais a verdade.”	

Abrindo as análises do *corpus*, logo na primeira cena da série temos um fator marcante para o enredo e que dita o tom pesado das cenas e o grau de seriedade das temáticas que serão abordadas. A cena inicial apresenta Valery Legasov, personagem central da série, em seus últimos momentos de vida gravando fitas sobre o acidente na usina de Chernobyl. Em sua gravação, o personagem narra brevemente os acontecimentos e as ações tomadas no acidente enquanto relata o tamanho do caos e loucura da situação. Também dá sua versão acerca dos culpados por toda a crise e como o estado soviético não foi claro sobre os riscos envolvidos e nem correto ao julgar as consequências para os culpados.

A frase de início questiona: “Qual é o preço das mentiras?”. Com essa frase, a narrativa joga para o público o aspecto de controle e manipulação de informações sobre o acidente de Chernobyl realizado, no contexto da série, pelo governo soviético. Legasov continua: “Nessa história não há heróis, há apenas aqueles a quem culpar”, num tom que indica que ainda há um mar de narrativas que vão criticar ações e a sequência de fatos envolvidos no acidente. Esse aspecto crítico, no que tange à formação do imaginário científico pode, com base nas contribuições dos referenciais de Oliveira (2006) e Cunha e Giordan (2009), criar uma imagem de que as participações de cientistas próximas ao partido da URSS apresentado pelos personagens da série foram sempre alinhadas à narrativa política de soberania e independência científica e tecnológica dos soviéticos, removendo o caráter humano destas figuras representadas na série. Não somente desta cena se deriva este tipo de análise, mas há inúmeros

elementos ao longo da produção que reforçam as concepções de que o acidente só se deu em culpa das figuras políticas e próximas do alto comando soviético, bem como todas as ações subsequentes ao longo da crise foram tomadas para proteção total dos interesses do partido. Se o espectador já conhece um pouco do histórico do acidente, suas concepções de culpabilidade da URSS podem ser reforçadas com o tom da série. Para aqueles que assistiram aos episódios sem conhecer muito dos fatos narrados, pode-se criar a concepção de que a ciência deve sempre se curvar aos interesses políticos. Ainda no primeiro episódio, uma cena se destaca no sentido de continuidade dessa narrativa vilanesca proposta para os soviéticos.

Tabela 3. Unidade de análise nº11: reunião na usina.

Unidade de análise nº 11	
Tempo da Cena: 37min55s	Indicador de ACT: hierarquia envolvida na aplicação de conhecimentos científicos; controle e decisões humanas associadas ao uso de recursos de ciência e tecnologia; relações do poder público com a ciência e a tecnologia.
Descrição da cena: Bryukhanov, Fomin e Dyatlov recebem o restante da equipe de engenheiros chefes da usina e um membro da velha guarda do partido comunista que reside em Pripyat. Num diálogo tenso, decidem o curso de ação para a cidade.	
Falas e detalhamento da cena: Detalhamento: Enquanto a equipe se posiciona na sala, Bryukhanov já avisa que se encontram em um ambiente seguro e que as paredes da sala subterrânea sustentam ataques intensos. Após relatar que um comitê seria formado para investigar o acidente, Bryukhanov avisa que foi responsabilizado por passar o status da situação para o restante dos presentes. Bryukhanov: <i>“Primeiro... o acidente está bem sob controle. Segundo... porque os esforços da indústria nuclear soviética são segredos de estado, é importante asseguremos que esse acidente não tenha consequências adversas.” ... “Um contingente militar será deslocado para Pripyat.”</i> Engenheiro: <i>“O quão grande o contingente?”</i> Bryukhanov: <i>“Até 4 mil soldados.”</i> Detalhamento: Bryukhanov olha com certa preocupação para a reação que seu colega teria com o número de soldados que seria enviado. Engenheiro: <i>“E quanto a radiação?”</i> Fomin: <i>“Temos doses pequenas, mas estão limitadas à área da usina apenas.”</i> Engenheiro: <i>“Não, não está!” ... “Há homens vomitando lá fora.” ... “Bryukhanov, o ar está brilhando!” ... “Devemos evacuar a cidade!”</i> Detalhamento: após discussão na qual o engenheiro questiona as informações passadas por Bryukhanov, Fomin e Dyatlov, o membro sênior do partido toma atenção da reunião para si, centralizando o poder de fala até a conclusão da reunião.	

Representante do partido: *“Às vezes caímos vítimas do medo, mas nossa fé no socialismo soviético sempre será recompensada.” ... “O estado diz que a situação é segura, tenhamos fé, camaradas. O estado diz que quer prevenir pânico, que escutemos. É verdade, quando o povo ver a polícia, vai sentir medo, mas falo por experiência que quando perguntarem coisas que não são do seu interesse, devemos apenas dizer para que todos se concentrem no seu trabalho e que deixem questões do estado para o estado.” ... “Fecharemos a cidade, ninguém sai e cortaremos as linhas telefônicas para contermos a proliferação de falsas informações... seremos todos recompensados pelo que fizermos aqui esta noite. Esse é o nosso momento de brilhar”*

Detalhamento: a autoridade máxima do membro sênior não é questionada. A reunião se encerra com aplausos à sua fala, ainda que tenhamos expressões de descontentamento por parte da equipe.

Nesta longa cena que dá rumo à conclusão do primeiro capítulo, temos uma forte tendência crítica ao regime soviético pela produção da série, uma vez que a reunião entre os principais gestores da usina de Chernobyl e um representante sênior do partido comunista soviético é tomada por ordens do estado que aparentam fugir da realidade da gravidade do acidente, principalmente no que se trata do pedido de um dos engenheiros pela evacuação da cidade enquanto suas preocupações são respondidas com a suspensão das linhas telefônicas e a possibilidade de saída dos moradores de Pripyat na tentativa de evitar a disseminação de informações falsas sobre o acidente e que possam prejudicar a imagem da segurança da usina de Chernobyl. A conclusão na qual Bryukhanov puxa uma salva de palmas após a fala da liderança do partido, seguido de um de seus funcionários alertando novamente para os riscos e para a ocorrência de uma possível explosão no reator para apenas ser rechaçado e ordenado a verificar novamente as condições informadas se colocando em risco reforçam o papel da URSS como instituição vilã ao longo da crise e do desenrolar dos próximos episódios da produção.

Essas duas cenas já do primeiro episódio mostram uma forte influência do aspecto narrativo adotado pela produção da série e nos fornecem argumentos para discutir a questão de como o imaginário científico a ser desenvolvido no espectador possa deduzir uma imagem da ciência e do cientista, bem como da tecnologia e seus produtos intelectuais, como reféns de interesses políticos.

Para além do aspecto político e das tendências da equipe de produção da série em relação à representação do comando soviético e dos cientistas envolvidos na solução de problemas da crise causada no acidente, há também alguns aspectos em relação ao imaginário que a série pode reforçar. Algumas escolhas adotadas pela equipe de produção da série como a apresentação do personagem de Valery Legasov e da personagem Ulana Khomyuk como totalmente focados no trabalho em torno da solução dos problemas em Chernobyl pode reforçar algumas características desse imaginário que estão no campo de concepções não tão adequadas

de cientistas. Na representação de Legasov, por exemplo, o personagem é mostrado na abertura da série em sua casa, com somente um gato como companhia. Entretanto, o cientista era casado e tinha uma filha. Khomyuk, personagem totalmente fictícia da série, é apresentada como uma cientista focada e rápida no quesito de interpretação e solução de problemas ao longo da crise. Sua criação como personagem foi uma escolha narrativa para representar todos os cientistas envolvidos na crise real causada pelo acidente, mas a forma como a personagem exhibe obstinação, momentos de genialidade e conflito com as lideranças políticas cria uma imagem de um cientista isolado, genial, entretanto com pouca voz frente a hierarquia do partido.

As relações com a tecnologia e seus produtos, como aparatos de aplicação específica, também se mostram presentes na série em diversos momentos, como quando os personagens fazem utilização de medidores de radiação (dosímetros) ao longo da série para melhor compreenderem a gravidade da situação em que se encontram. Como exemplo, temos a seguinte unidade de análise.

Tabela 4. Unidade de análise nº4: as consequências iniciais do acidente.

Episódio 1: Unidade de análise nº 4	
Tempo da Cena: 12min20s	Indicador de ACT: conceitos básicos das ciências naturais; conhecimento e utilização de recursos de tecnologia
Descrição da cena: dois operários da usina se encontram no prédio danificado do reator e conversam sobre as causas da situação, com um deles questionando se o que houve foi um bombardeio dos EUA enquanto o outro procura por um dosímetro para ter noção da medida de radiação na atmosfera.	
Falas e detalhamento da cena: Operário 1: <i>“É a Guerra? Eles estão bombardeando?”</i> ... Operário 2: <i>“O que é isso? O dosímetro está marcando 3.6 Roentgen.”</i> Operário 1: <i>“É o máximo que ele vai (consegue medir).”</i>	

Nesta cena, os operários estão ainda em situação de choque e tentando compreender o que ocorreu na planta do prédio. Para tal, recorrem ao uso da tecnologia que auxilia na medição de índices de radiação presentes no local. O dosímetro que utilizam para verificar a gravidade da situação tem um limite de medida e vai somente até 3.6 Roentgen, o que é uma medida incapaz de dar informações coerentes para os operários naquele momento. E aqui há a oportunidade de discutir como compreender os limites de medição deste aparelho possibilitou que o operário fizesse a leitura de que “é até onde o limite vai”, ou seja, o aparelho não tinha condições de dar a medição real para a situação. Hurd (1998) e Fourez (1994) apontam em

indicadores e atitudes para indivíduos alfabetizados cientificamente e tecnologicamente que é importante, no contexto de desenvolvimento constante da C&T, que cidadãos compreendam a tecnologia em termos que sejam mais específicos em sua aplicação como um recurso ou produto, entrando aqui aspectos como situações nas quais aquele recurso pode ser utilizado e qual a forma correta de manejo, mas que também compreendam seus limites e a concepção mais do campo epistemológico, ou seja, a tecnologia sendo compreendida como produção humana, como limitada ao contexto de conhecimento no qual foi concebida, como passível de falhas, entre outras características.

Ao longo da série, mais cenas como essas podem oportunizar para professores momentos de discussão na perspectiva mais próxima da tecnologia como produto, abordando sua utilização, versatilidade, aplicação, entre outros fatores, assim como há cenas em que o caráter mais filosófico das tecnologias pode ser explorado, embora não haja momentos tão explícitos assim na produção para discutir de forma específica esses indicadores de ACT.

Com base nessas análises iniciais da série, encontramos na produção uma forte relevância como material de estudo para o campo da EC, bem como para aplicação num contexto educacional. Embora não falem momentos propícios para iniciar discussões interessantes em aspectos de Natureza da Ciência, ACT, abordagem CTSA, Divulgação Científica, História e Filosofia da Ciência e outros campos da EC, a série encontra obstáculos como recurso audiovisual para um contexto de educação formal.

Como Rosa (2000) salienta, produções dessa natureza (filmes e séries) não devem ser utilizadas sem que haja domínio do docente sobre o material, adequação das condições da unidade escolar para que a exibição do recurso possa ser viável e não encontram adversidades, bem como o devido planejamento docente para que o recurso seja significativo para o aprendizado dos estudantes.

Quanto aos argumentos de Rosa (2000), já fica evidente que a série, por sua estrutura de cinco episódios de duração média superior aos 50min, já é um recurso que tem sua aplicação e exibição para os estudantes limitada se o docente pretende realizar este processo de forma íntegra. O tempo total da produção, apenas para a exibição, exigiria entre 6 ou 7 aulas do componente curricular que o docente leciona. Considerando o cenário atual educacional com pouca carga horária semanal atribuída às disciplinas das ciências naturais, já encontramos aqui um obstáculo que pode não estimular o docente a prosseguir com uma possível aplicação da série para abordagem de aspectos educativos. Uma exibição que não seja íntegra é possível, o que reforça que o docente deve ter amplo conhecimento do material para que possa selecionar os momentos de maior relevância que queira levar para um momento de sala de aula com seus

estudantes, adequando bem ao planejamento de sua aula. Entretanto, uma exibição seletiva de cenas pode não ser bem recebida pelos estudantes e pode até mesmo não permitir uma avaliação mais precisa de como a imersão do público-alvo na narrativa pode corroborar com o desenvolvimento de concepções sobre C&T apresentadas na produção.

Uma alternativa para contornar o desafio do tempo de aula exigido para a exibição integral de Chernobyl (2019) pode ser encontrada na organização de trabalhos ou projetos interdisciplinares, num contexto no qual mais de um docente vá fazer uso da produção para construir aprendizados dentro do seu conteúdo curricular. Essa alternativa vai ao encontro às recomendações de documentos da Educação Básica no que tange o uso de projetos temáticos para abordar conceitos, se distanciando de abordagens puramente expositivas dos conteúdos curriculares, mas também há a dificuldade em articular a proposta com vários docentes, uma vez que a própria organização de horários da escola ou mesmo da rotina do docente possa dificultar a elaboração e planejamento bem fundamentado para a exibição e avaliação do aprendizado possível por meio da série.

Outro aspecto importante de ser trazido em relação à série é que, apesar de oportunizar discussões de conteúdos específicos das ciências da natureza, bem como de aplicação da tecnologia e de produtos do conhecimento de C&T de forma direta pelas cenas, as discussões de cunho mais filosófico, histórico e epistemológico, que Hurd (1998), Fourez (1994), Marandino et al (2018) e outros autores que investigam elementos de ACT e da EC relatam ser tão importantes para a compreensão de mundo do estudante quanto o conceito em si, não são tão explicitadas na série, o que exige uma imersão do docente em Chernobyl (2019) e nos referenciais dos campos que sejam de seu interesse levar ao destaque pela proposta de aula com uso da série para que obtenha compreensões mais amplas da produção e possa guiar sua proposta pedagógica como um orientador dos estudantes, visto que por vezes é complexo conectar ideias e concepções mais filosóficas acerca de certos temas com os estudantes.

Neste contexto, o ato de explicitar as relações CTSA, da NdC e da ACT com as cenas e a narrativa da produção, deve partir mais do docente, buscando dialogar com os alunos a respeito do que foi abordado na série e como essas abordagens podem ajudar a construir noções de ciência e tecnologia, bem como podem construir noções não tão recomendadas pelo meio da Educação em Ciências.

Na unidade a seguir, apresentaremos as discussões da produção já centradas na ACT e seus indicadores segundo os trabalhos de Hurd (1998), Fourez (1994) e Sasseron e Carvalho (2011).

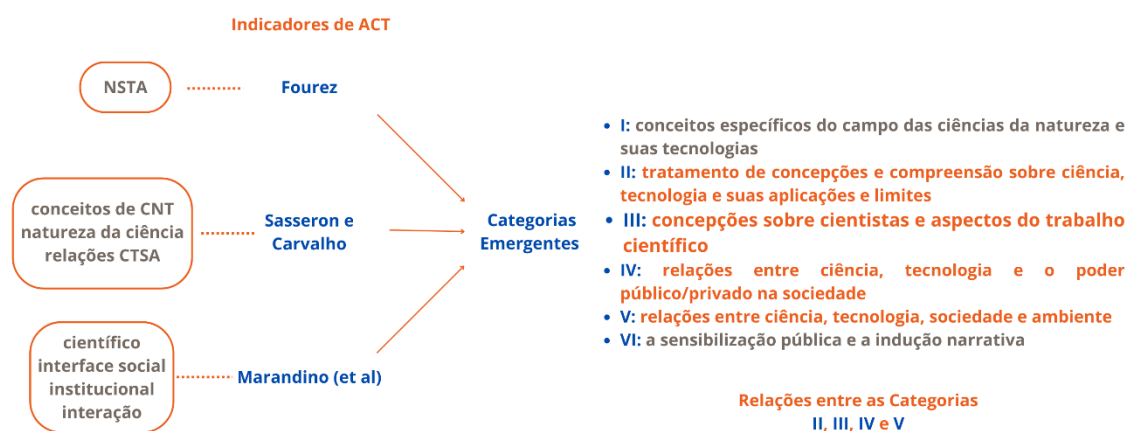
6.2. As Categorias Emergentes: as oportunidades de discussões da ACT por meio da série Chernobyl

Nesta unidade, apresentamos a nossa discussão em relação às interações entre as unidades de análise que possibilitaram propor categorias mais amplas que englobam as discussões centradas na ACT, articulando também com toda a questão do imaginário científico que a série pode contribuir para ser desenvolvido nos espectadores, embora a questão do imaginário tenha sido discutida na unidade anterior deste capítulo.

As categorias são propostas sem qualquer ordem de hierarquia ou grau de importância em relação umas às outras. Todas são de valia equivalente no tratamento dos elementos de ACT no contexto da educação básica.

É importante também já explicitar que a elaboração das categorias de análise se mostrou um processo de certo grau de complexidade, visto que as cenas da série são focadas na narrativa do acidente e não nos conceitos ou representações de ciência que se fazem presentes na produção, dificultando uma definição clara de quais elementos são pertencentes à apenas uma categoria ou outra no que tange a esta pesquisa. Portanto, há uma certa relação entre as categorias de forma que não há exclusividade de temática pertencente a uma categoria de forma pragmática que impeça seu diálogo com outra categoria ou outros olhares sobre a mesma unidade de análise (cena).

Figura 1. Correlação entre os indicadores de ACT e categorias emergentes



O exercício de propor as categorias se mostrou um desafio em razão de, principalmente, ser possível correlacionar elementos dos indicadores de ACT dos diferentes autores utilizados na construção do trabalho. Enquanto Sasseron e Carvalho (2011) e Marandino et al. (2018) apresentam suas considerações mais agrupadas sobre indicadores sem que haja uma descrição detalhada de aspectos atitudinais de um indivíduo considerado alfabetizado cientificamente via algum indicador, Fourez (1994) analisa de forma mais aprofundada os indicadores da NSTA enquanto discute suas fundamentações e justificativas. Como os três trabalhos foram as referências principais na construção das categorias, é possível notar, por exemplo, influência do indicador científico de Marandino et al. (2018) em correlação com eixo I de Sasseron e Carvalho (2011) no que diz respeito aos conceitos da ciência e conteúdos específicos da C&T, sendo possível também essa correlação do indicador científico com o eixo II quando olhamos para aspectos intrínsecos do trabalho científico, o que por sua vez engloba variados indicadores discutidos por Fourez (1994) que tratam sobre conhecer aspectos metodológicos, dependência financeira, controle social, entre outros pontos que também estão presentes na natureza do trabalho científico. Ainda que tenha sido difícil diferenciar as categorias entre si, a riqueza nas discussões de Fourez (1994) e os agrupamentos realizados (Marandino et al, 2018; Sasseron e Carvalho 2011) permite que a relação entre as categorias emergentes não se apresente como uma falha na etapa de categorização das unidades de análise, mas sim um olhar que busca compreender diferentes significados que podem emergir de cada cena da produção Chernobyl (2019) quando acompanhada no olhar de um referencial da EC.

A relação entre as categorias II, III, IV e V se deve à grande dificuldade em separar cenas que tratem somente de uma vertente dentro das discussões pertinentes à ACT, uma vez que aspectos científicos, sociais e, principalmente, de controle e relações de poder tomam cada cena da produção num jogo tenso entre os personagens enquanto tentam lidar com a crise. As categorias I e VI se apresentam mais independentes das outras, embora não seja um equívoco trabalhar, por exemplo, com aproximações entre conceitos de C&T específicos enquanto já se discute sua aplicação e limite no contexto para o qual o recurso foi criado, o que engloba elementos da categoria II.

Considerando esses argumentos iniciais, iniciamos a discussão das categorias derivadas da ATD aplicada na pesquisa.

6.2.1. Categoria I: conceitos específicos do campo das ciências da natureza e suas tecnologias

Essa categoria é proposta com base nas unidades de análise identificadas ao longo do acompanhamento da produção nas quais as cenas trazem, ou oportunizam a discussão e apresentação de conceitos específicos das ciências naturais como quando trata de átomos, partículas subatômicas, radiação, escalas de medida, entre outros tópicos envolvidos nas narrativas do acidente contadas em Chernobyl (2019).

Milaré e Richetti (2021) apontam que o igual interesse da ACT em conceitos específicos das ciências naturais, bem como nas relações das ciências e tecnologias com a sociedade, a história, a comunicação e divulgação da ciência e o ambiente é que talvez possibilite uma distinção mais clara da ACT de outros campos como a abordagem CTSA. Com base na argumentação das autoras, se estabelece neste trabalho também um grau de importância equivalente entre essa categoria e as que serão apresentadas na sequência da pesquisa. Neste contexto, apresentamos aqui esta categoria emergente e que talvez seja a mais explícita ao longo da produção de Chernobyl (2019). O número de cenas nas quais conceitos das ciências naturais e de tecnologia são utilizados para que o espectador compreenda as abordagens dadas na narrativa e na história contada é bem amplo, utilizado em todos os episódios. Essa categoria se aproxima muito ao eixo I sobre conceitos das ciências naturais proposto como eixo estruturante da ACT por Sasseron e Carvalho (2011), estando alinhado também com o eixo científico proposto por Marandino et al (2018), embora não contemple de maneira tão ampla a forma com Marandino et al (2018) propõe seu indicador, uma vez que já trata também de aspectos da NdC, enquanto aqui discutimos apenas a questão mais objetiva e específica conceitual.

As unidades de análise presentes nessa categoria são as mais presentes em termos numéricos e de forma explícita nos episódios da série, uma vez que a questão da radiação e as ações para lidar com suas consequências abordam conceitos científicos o tempo todo. Também são apresentadas constantes soluções para problemas utilizando recursos tecnológicos e suas características operacionais, que também podem ser identificados facilmente na produção.

Como primeiro exemplo para discussão dessa categoria proposta, há a unidade de análise derivada do segundo episódio “*Please Remain Calm*”, um dos que mais apresenta conceitos científicos em cenas individuais ao longo da série.

Tabela 5. Unidade de análise nº17: o caminho até a usina.

Episódio 2: Unidade de análise nº 17

Tempo da Cena: 14min35s	Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza.
Descrição da cena: após ordem do comitê, Legasov e Shcherbina entram num helicóptero rumo à usina de Chernobyl. O ministro ordena, após um certo desentendimento com o cientista que ele explique o funcionamento de um reator RBMK.	
Falas e detalhamento da cena: Shcherbina: <i>“Me diga como um reator nuclear funciona.”</i> Legasov: <i>“Um reator nuclear gera eletricidade com vapor. O vapor gira uma turbina, que gera eletricidade.”</i> ... <i>“Numa planta nuclear usamos um processo chamado de fissão. Pegamos um elemento instável como Urânio-235, que possui muitos nêutrons. Os nêutrons são como...”</i> Shcherbina: <i>“As balas.”</i> Legasov: <i>“Sim, as balas. Então as balas estão voando para fora do Urânio. Se colocarmos átomos de Urânio suficientes juntos, as balas de um átomo acabarão acertando outro átomo. A força do impacto quebra esse átomo e libera uma quantidade imensa de energia, fissão.”</i> Detalhamento: após a explicação sobre a fissão, Legasov explica sobre a função do grafite no reator, para que Boris tenha dimensão das preocupações que o cientista mostrou na reunião do comitê. Após Legasov terminar suas explicações, Shcherbina finaliza. Shcherbina: <i>“Ótimo, agora que sei como um reator funciona, não preciso mais de você.”</i>	

Nesta cena, o personagem de Valery Legasov explica para o ministro Boris o funcionamento de uma usina nuclear adotando o núcleo do reator como referência. Em sua fala, destaca o processo de fissão e faz uso de analogias para descrever a estrutura de um átomo estável e de um átomo instável como o Urânio no isótopo 235. Os conceitos utilizados nessa cena parecem estar próximos de uma adequação ao real significado que possuem do ponto de vista teórico e científico, elemento pelo qual a série foi elogiada pela crítica especializada. A analogia utilizada na cena também parece ser eficaz para o entendimento de Boris acerca do funcionamento da usina. Um paralelo aqui pode ser estabelecido, visto que as analogias são alvo de pesquisa da EC em função de seu papel como recurso comumente aplicado em sala de aula para o ensino de conceitos que às vezes apelam para o imaginário do estudante. Neste momento, o docente pode trazer para evidência exemplos de conceitos que trabalhou em sala e que fez uso da analogia como recurso didático para auxílio do aprendizado do aluno, já mostrando que este recurso é utilizado em diferentes níveis da comunicação de conceitos científicos. Na analogia, Legasov apresenta o conceito de átomo e chama os nêutrons de balas (projéteis ou munição de armamentos) para explicar que em átomos instáveis como o de Urânio 235, os nêutrons são ejetados do núcleo como partículas em velocidades extremamente altas e podem provocar uma reação em cadeia que vá causar esse efeito de forma repetida em átomos vizinhos, liberando uma alta quantidade de energia como resultado do processo. Aqui o

espectador pode até se sentir no lugar do ministro enquanto recebe o conhecimento do cientista para melhor compreender a situação problema que está por vir nas cenas seguintes.

Um outro momento oportuno para se discutir conceitos de ciência e tecnologia está em uma das primeiras cenas da série, que traz conceitos de uma maneira ligeiramente diferente das cenas apresentadas anteriormente. Os conceitos não estão explicitados na fala de qualquer personagem, mas sim na cena e no fenômeno que é representado no recurso audiovisual.

Tabela 6. Unidade de análise nº2: a explosão na usina.

Episódio 1: Unidade de análise nº 2	
Tempo da Cena: 7min29s	Indicador de ACT: conceitos das ciências naturais; conceitos científicos (átomos e partículas; energia; luz e som; deslocamento de massa de ar)
Detalhamento: durante a noite, Lyudmila e Vasily Ignatenko acordam e estão em seu apartamento realizando atividades cotidianas quando a câmera corta para a janela com vista para a usina. Neste momento, observamos a explosão no reator da usina na distância, com a luz do fenômeno iluminando o horizonte. Segundos depois, temos a chegada da onda de choque e o som da explosão.	

Nesta cena não há falas ou qualquer comentário dos personagens quanto ao fenômeno observado em si, mas há uma oportunidade válida para iniciar uma discussão sobre as formas de energia liberadas no processo da explosão, a relação entre a velocidade da luz, do som e o deslocamento da massa de ar atmosférico que a explosão provoca. Todos estes elementos são conceitos pertencentes ao campo da físico-química e que estão envolvidos com variados componentes curriculares dessas disciplinas ao estudarmos a cinética molecular, estudo de gases, energia e força, entre outros conceitos. Uma forma de se abordar essa cena é pelo questionamento em relação ao atraso que há entre a visualização da explosão e o momento em que o apartamento recebe o impacto da onda de choque o som da explosão. Dessa forma, por meio do diálogo e das hipóteses dos estudantes, pode-se avaliar o grau de ACT em relação à indicadores de Hurd (1998) e Fourez (1994) que tratam da compreensão de conceitos científicos e da habilidade de saber expor estes conceitos, dominar sua interpretação de forma que saiba explicar para seus pares ou colocar este conceito em prática. Aqui também nos aproximamos conceitualmente do que se define como ACT prática, proposta por Shen (1975), no caso de o docente optar por abrir diálogo com os estudantes com base na cena para avaliação de seus conhecimentos prévios nos assuntos e a explicação ou aplicação do aprendizado com os pares em sala de aula.

Outro conceito que aparece repetidamente em toda a série é a radiação em si, que é apresentada em números da escala de Roentgen, uma das variadas escalas de medidas para energia emitida na radiação. Em vários momentos esse conceito é apresentado, sendo sempre um indicativo da situação de perigo que se apresenta diante dos personagens. Em uma das cenas do episódio 4, o general Tarakanov, um dos responsáveis pela limpeza dos arredores da planta do reator 4, se senta com Boris Shcherbina e Valery Legasov para discutir as medidas para lidar com o problema do local.

Tabela 7. Unidade de análise nº48: os níveis de radiação próximos ao reator 4.

Episódio 4: Unidade de análise nº 48	
Tempo da Cena: 08min15s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; visões de ciência e cientista.
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina conversam com o general Tarakanov para decidirem ações para a limpeza do prédio do reator de Chernobyl.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: “O átomo é uma coisa desumilde.” Tarakanov: “Não é desumilde, é humilhante. Por que o núcleo ainda está exposto ao ar? Por que nós ainda não cobrimos?” Legasov: “Nós queremos, mas não podemos nos aproximar o suficiente. Os detritos no telhado são grafite do próprio núcleo. Até que possamos empurrá-lo do telhado de volta para o reator, vai matar quem chegar perto. Você pode ver o telhado em três níveis. Nós os nomeamos... O pequeno aqui é Katya. Mil Roentgen por hora. Presuma duas horas de exposição é fatal. O do lado... Nina. Dois mil Roentgen. Uma hora fatal.” Tarakanov: “Usamos escavadeiras de controle remoto no Afeganistão.” Shcherbina: “Muito pesado. Eles caíam direto.” Tarakanov: “Então...?” Legasov: “Veículos lunares. Lunokhod STR-1. Eles são leves. E se cobrirmos com chumbo, eles podem suportar a radiação.” Shcherbina: “Nós não podemos colocar um homem na lua. Pelo menos podemos manter um homem fora do telhado.” Legasov: “Essa é a coisa mais importante, general. Sob nenhuma circunstância os homens podem subir lá. Apenas robôs.” Tarakanov: “E quanto a essa grande seção aqui?” Shcherbina: “Masha.” Legasov: “Doze mil Roentgen. Se você ficasse em pé com equipamento de proteção completo da cabeça aos pés por dois minutos, sua expectativa de vida seria cortada pela metade. Por três minutos, você está morto em poucos meses. Mesmo nossos veículos lunares não funcionarão em Masha. Essa quantidade de radiação gama penetra tudo. As partículas literalmente trituram os circuitos em microchips separados. Se é mais complicado que um interruptor de luz, Masha irá destruí-lo.” Shcherbina: “Seria justo dizer que aquele pedaço de telhado é o lugar mais perigoso da Terra.”	

Tarakanov: “Então, o que fazemos?”

Shcherbina: “É isso que queríamos perguntar a você.”

O termo “Roentgen por hora” aparece em outras cenas ao longo da série, podendo cada uma dessas cenas contar como uma unidade analítica quando olhamos para o aspecto conceitual físico-químico do termo. Entretanto, nesta cena específica há um comparativo entre o valor medido pela escala e seus efeitos no corpo humano, sendo que o personagem de Legasov destaca que “em hipótese alguma, homens devem ser enviados para aquele telhado” ao reforçar quão perigosa é a quantidade de radiação e materiais do núcleo do reator ali presentes. Aqui, num contexto formal, podemos discutir por meio da atitude dos personagens a questão da compreensão mais ampla do conceito de escala de radiação e como essa pode afetar o indivíduo em relação à exposição e o período no qual o indivíduo é exposto à certa “dosagem”. Por meio da cena, há a possibilidade de se instigar no estudante a pesquisa sobre efeitos biológicos e químicos da radiação gama, sobre os níveis de radiação e diferentes escalas de medição, entre outros tópicos. Uma interessante forma de se abordar essa cena é pela discussão de grandezas como energia, intensidade e a frequência de incidência de radiação em dispositivos inorgânicos e sistemas orgânicos. O conceito de ondas e a interferência que provocam umas nas outras também pode ser discutido por meio desta unidade, se completando com outras cenas do quarto episódio na qual robôs utilizados perdem sua funcionalidade devido ao nível de radiação presente na área do telhado do prédio do reator mais próxima ao núcleo exposto pela explosão.

Tabela 8. Unidade de análise nº52: uso de robô para limpeza de Nina e Katya.

Episódio 4: Unidade de análise nº 52	
Tempo da Cena: 19min25s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; concepção salvaçãoista da tecnologia; relações políticas na ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina coordenam a operação do robô lunar soviético utilizado em uma das áreas superiores da usina próximas ao reator 4 para que pudessem jogar o detrito da explosão no núcleo exposto.	
Falas e detalhamento da cena: Operador (piloto): “Tudo limpo.” Tarakanov: “Traga as câmeras. Sinal?” Operador (piloto): “Aceitável. Executando diagnósticos de bordo.” Tarakanov: “Diga-me quando estivermos prontos para movê-lo.” ... “Este rover estava no armazenamento. Eles podem construir mais dois. Isso deve cobrir Nina e Katya.” Shcherbina: “E Masha?” Tarakanov: “O Comitê Central me informou que eles podem ter encontrado algo que poderia trabalhar lá em	

cima. De fora.”

Shcherbina: “Americano?”

Tarakanov: “Claro que não. É um robô policial alemão. Alemanha Ocidental, então, como você pode imaginar, essa não foi uma conversa fácil de se ter.”

Detalhamento: após o diagnóstico do robô, a operação inicial é um sucesso, visto que o rover lunar suportou a radiação do telhado nas regiões batizadas como Nina e Katya.

Aqui, o primeiro teste realizado pela equipe de limpeza do reator com o robô lunar da União Soviética é um sucesso, devido ao fato de que a interação da radiação com os componentes do robô não causa nenhum dano severo imediato no funcionamento do equipamento. Ainda nesse mesmo episódio e com a mesma perspectiva de discussão sendo sugerida em torno dos conceitos científicos envolvidos, o docente ainda pode comparar a unidade de análise 52 com a unidade 54, listada na sequência.

Tabela 9. Unidade de análise nº54: uso de robô para limpeza de Masha.

Episódio 4: Unidade de análise nº 54	
Tempo da Cena: 35min20s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; concepção salvacionista da tecnologia; relações políticas na ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina recebem o robô alemão e o colocam para teste na região mais perigosa do telhado do prédio do reator.	
Falas e detalhamento da cena: Tarakanov: “Coringa. É o que os alemães denominaram: “Coringa”.” Shcherbina: “Está pronto?” Tarakanov: “Está pronto.” Operador (piloto): “Motores, bom. Sinais bons.” Tarakanov: “Tudo bem, vamos com calma. Avance um metro, inverta um metro.” Operador (piloto): “Avançar um. Inverter um...” Tarakanov: “Você perdeu o sinal?” Operador (piloto): “Não é o sinal. É o veículo. Está morto.” Detalhamento: Shcherbina sai enfurecido da sala de controle do robô e entra em ligação com um membro do comitê para informar sobre o robô alemão. Shcherbina: “Claro que eu sei que eles estão ouvindo! Eu quero que eles ouçam! Eu quero que eles ouçam tudo! Você sabe o que estamos fazendo aqui?! Diga a esses gênios o que eles fizeram! Eu não dou a mínima! Diga-lhes! Vá dizer a eles! Ryzhkov! Vá dizer-lhes que ele é uma piada! Diga para a porra do Gorbachev! Diga-lhes!” Detalhamento: ao sair da vã com o telefone, Shcherbina informa a posição do Estado para Tarakanov e Legasov. Shcherbina: “A posição oficial do Estado é que uma catástrofe nuclear global não é possível na União	

Soviética. Eles disseram aos alemães que o mais alto nível detectado de radiação foi de 2.000 Roentgen. Eles deram-lhes o número de propaganda. Esse robô nunca iria funcionar... Precisamos de um novo telefone.”

Aqui, o uso do robô “Joker”, alemão, não é possível devido ao alto nível de radiação da seção denominada como *Masha* por Shcherbina e Legasov. O docente que optar por trabalhar com essa sequência de cenas discutindo a questão de ondas eletromagnéticas, interferência e resistência de materiais não orgânicos aos níveis de radiação presentes no acidente, pode optar por uma estratégia que permita o levantamento de hipóteses pelos estudantes sobre como o efeito da radiação se dá nestes materiais, possibilitando ou impossibilitando suas aplicações no contexto que o ministro e o professor queriam utilizar estes recursos.

Outro conceito que aparece também na série e deve ser trabalhado nos princípios de uma ACT eficaz, dado a sua constante presença em nosso cotidiano, é o conceito de energia em si, que comumente se apresenta em definições complexas ou mesmo confusas para estudantes da educação básica. Abordar este conceito por meio de cenas da série se mostra viável, dado ao intenso foco em conceitos fundamentais derivados deste ponto de partida fundamental. A radiação em si pode ser trabalhada como forma de energia, bem como a própria capacidade do reator, suas falhas e o que eventualmente levou a uma liberação de energia violenta resultando na explosão. Como ponto de partida, ou de motivação, para discutir esse conceito, são várias as cenas, mas um exemplo que parece oportuno para discutir o conceito já aplicado a uma forma de tecnologia, ou técnica, para obtenção de energia elétrica é apresentado no último episódio da produção.

Tabela 10. Unidade de análise nº63: o depoimento de Legasov frente ao Júri Soviético.

Episódio 5: Unidade de análise nº 63	
Tempo da Cena: 26min21s	Indicador de ACT: conceitos específicos das ciências da natureza; limitações da ciência e tecnologia; poder e influência pública no meio científico.
Descrição da cena: Legasov é, enfim, chamado para dar seu testemunho sobre o acidente durante o julgamento.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: <i>“Fico feliz em ver colegas do Instituto de Kurchatov e de Minenergo. Mas não é preciso ser cientista nuclear para entender Chernobyl. Só é preciso saber isto. Basicamente, acontecem duas coisas dentro de um reator nuclear. A reatividade que gera energia, ou sobre, ou desce. É só isso. Os operadores só mantêm o equilíbrio. Combustível de urânio. Quando os átomos de urânio se quebram e colidem, a reatividade sobre. Se não se equilibrar a reatividade, ela nunca para de subir. Por isso... Hastes de controle de boro. Elas reduzem a reatividade como freios num carro. Mas há um terceiro fator a considerar, a água. A água fria remove calor do sistema. Torna-se em vapor, ou o que chamamos de "vazio". Num reator RBMK, como os usados em</i>	

Chernobyl, há algo chamado "coeficiente positivo de vazios." O que significa isto? Significa que quanto mais vapor presente no sistema, maior a reatividade, portanto maior o calor; maior o vapor, maior o... Parece que temos um círculo vicioso em mãos. E teríamos mesmo, se não fosse por isto. Teríamos, se não fosse por isto, o coeficiente de temperatura negativo. Quando o combustível nuclear fica mais quente, fica menos reativo. Portanto, o combustível aumenta reatividade. As hastes de controle e a água a diminuem. O vapor a aumenta. O aumento de temperatura a reduz. Esta é a dança invisível que alimenta cidades inteiras sem fumaça nem fogo. E é lindo, quando as coisas são normais. Quando o urânio se quebra e liberta energia, forma outro elemento, xenônio. O xenônio reduz a reatividade. Este é o veneno que a Camarada Khomyuk mencionou. Quando o núcleo está no máximo, queima o xenônio antes de poder causar problemas. Contudo, devido ao atraso, o Reator 4 de Chernobyl foi mantido a metade da potência por 10 horas. O xenônio não queimou. Acumulou, envenenando o núcleo. Começamos a perder equilíbrio. Às 00h28, o reator está pronto para diminuir. Porém, em menos de uma hora, explodirá. Se não entendem como um reator parado pode levar a uma explosão, é compreensível. Afinal, não trabalham na sala de controle de uma central nuclear. Mas, como vimos, os homens que lá trabalhavam, também não entendiam."

Detalhamento: a cena passa para o reator, no momento descrito por Legasov. A equipe começa a diminuir a potência de forma segura e lenta, irritando Dyatlov, que quer mais agilidade no processo e ainda mantém a pressão sobre a equipe. Entretanto, a reatividade e a potência despencam dramaticamente, o que leva Dyatlov a se irritar ainda mais e solicitar que a equipe recupere a potência do reator removendo hastes de segurança do reator, que são utilizadas para desacelerar o processo reativo. Durante a fala de Legasov, Dyatlov tenta se remover da situação de responsável, alegando que não estava no local no momento do teste.

Dyatlov: *"Eu não estava na sala." ... "Estava no banheiro."*

Procurador Andrei: *"A Camarada Khomyuk entrevistou quem estava na sala. Todos contaram a mesma história. "Sabia que o que Dyatlov ordenou estava errado, mas, se não o fizesse, seria despedido." Leonid Toptunov, um dia antes de morrer. Camarada Dyatlov, você estava na sala. Ordenou aumentar a potência. É um fato."*

Juiz Milan: *"O tribunal vai fazer um intervalo de 30 minutos."*

Aqui, o personagem de Legasov apresenta muito além do conceito de funcionamento do reator em si, sendo uma cena rica em termos de possibilidades de se trabalhar elementos da ACT. Mas em um olhar mais focado para o conceito de energia, é possível discutir a questão da reatividade, quantidade de energia gerada e as escalas de medida de energia elétrica, entre outros assuntos derivados deste conceito mais amplo.

De maneira geral, há variadas oportunidades de se discutir conceitos de ciência e recursos de tecnologia utilizando a série como recurso motivador, sendo necessário que o docente se atente ao aprofundamento que será dado aos conceitos abordados. Os conceitos "radiação" e "energia" são os mais presentes ao longo da produção, podendo oportunizar diferentes momentos e estratégias de aplicação para o contexto escolar. Como exemplo, é possível preparar aulas pós ou durante a exibição da série em espaços onde os estudantes

possam realizar pesquisas e comparar as informações sobre a energia envolvido no processo de fissão ou sobre a quantidade de radiação que foi liberada no acidente, ou mesmo que ainda assola a região de Pripjat e seus arredores até hoje. Também é possível construir conceitos por meio da série numa abordagem de instrução por pares nos momentos em que conceitos como “frequência” e a relação da exposição à radiação com a saúde do indivíduo são abordados pelas cenas, por meio de trocas de conhecimentos entre os estudantes e análises de outros episódios históricos envolvendo acidentes com materiais que emitiam quantidades nocivas de radiação. Também é possível desconstruir o aspecto negativo do termo “radiação” em si, que é comumente associado à insalubridade ou risco extremo, por meio de comparação de escalas de emissão de dispositivos do cotidiano. As oportunidades de articulação são as mais diversas e abrangem em valia as áreas da matemática, física, química e biologia, bem como de ciências aplicadas. Quanto ao que diz respeito ao aprendizado de conceitos, a série se mostra como um recurso em potencial para o ensino de ciências.

Fourez (1994) apresenta nos indicadores propostos pela NSTA a necessidade de que se entenda o conceito e como este pode ser aplicado no cotidiano. Talvez aqui se encontre uma das dificuldades que pode ser o trabalho dos conceitos científicos mais amplamente abordados na série no contexto de educação básica no Brasil, uma vez que a técnica de produção de energia elétrica por meio da fissão nuclear não é empregada em abundância em nosso território, que se apresenta como mais favorável à outros métodos de obtenção de energia. Essa dificuldade em promover um contexto com o qual os estudantes possam se relacionar para a discussão de elementos dessa primeira categoria proposta neste trabalho pode ser um desafio num cenário de aplicação de propostas sugeridas aqui ou mesmo de propostas mais detalhadas em pesquisas futuras, uma vez que o acidente ocorreu em uma nação distante, com outra cultura e em 1986. Para o contexto nacional, um contorno possível para lidar com essa dificuldade, caso venha a surgir, pode ser comparar o acidente de Chernobyl e a radiação absorvida pelos bombeiros e operários que lidaram com a crise inicial com as pessoas afetadas pelo acidente com o Césio que houve no Brasil, uma vez que algumas das vítimas consumiram o material radiativo e passaram a ser nocivas para quem estivesse próximo.

Concluindo essa primeira unidade, embora não muitas cenas tenham sido discutidas aqui, a seção final do trabalho com os apêndices mostra pelas falas e detalhamentos que o número de cenas nas quais conceitos de ciência e tecnologia podem ser trabalhados é bem amplo, embora a maioria gire em torno do mesmo assunto.

6.2.2. Categoria II: tratamento de concepções e compreensão sobre ciência, tecnologia e suas aplicações e limites

Nesta categoria estão incluídas as unidades de análise identificadas que permitem diálogos que tratam de aspectos da natureza do conhecimento científico em relação a elementos como: a concepção salvacionista da ciência e da tecnologia, a solução de problemas proporcionada pelo desenvolvimento do conhecimento sobre C&T, as noções de progresso e segurança de recursos científicos e tecnológicos e a questão de limites associados à não só dispositivos tecnológicos, mas também ao próprio desenvolvimento do conhecimento científico.

Em seu texto do livro, Fourez (1994) destaca que é preciso desconstruir a ideia de que a tecnologia se limita a servir o ser humano como recurso dotado apenas de aspecto de solução de problemas e guiado por constante progresso, dando uma ideia de melhorias constantes em dispositivos rumo à perfeição. Aqui cabe, por exemplo, uma discussão sobre o próprio método de produção de energia por meio do processo de fissão nuclear em reatores, explicitando fatores como eficiência energética, custos de produção e outros fatores que permitam os estudantes a compreenderem que não há apenas soluções em recursos ou técnicas derivadas do desenvolvimento científico e tecnológico, mas há também a geração de outros problemas por meio das soluções que são apresentadas. O acidente por si só já configura um contexto de limitação da técnica e erro humano, uma vez que o recurso científico e tecnológico é operado por seres humanos que são apontados para a função por órgãos gestores que optaram por adotar esse método de produção de energia e, portanto o recurso também está limitado, para além de suas características técnicas e materiais, pelo modo de operação daqueles que vão guiar o seu funcionamento, exigindo preparo adequado e pleno conhecimento do que se pode ou não fazer enquanto no uso de uma tecnologia tão avançada e arriscada.

O contexto do acidente também pode ser explorado discutindo com outros momentos históricos trazidos pelo docente, como o acidente de Fukushima e o acidente na usina de Three Mile Island na Pensilvânia, todos associados a reatores nucleares.

Nessa categoria já começam a ser apresentados elementos de discussão que não são explicitados pela série, mas sim pelo olhar do pesquisador ao acompanhar a produção tendo o referencial da ACT e, principalmente, de Fourez (1994) e Hurd (1998) no que tange ao aspecto de apresentação dos possíveis indicadores de ACT discutidos nas obras dos autores.

Como primeira unidade da categoria, temos a cena a seguir.

Tabela 11. Unidade de análise nº3: as primeiras reações após a explosão.

Episódio 1: Unidade de análise nº 3	
Tempo da Cena: 09min01s	Indicador de ACT: concepções sobre tecnologia e limites da técnica; hierarquia na comunidade científica
Descrição da cena: cena que começa a focar na equipe presente na planta da indústria no momento da explosão. Os engenheiros presentes no local começam a tentar acessar as condições que se encontram. Um dos operários alerta a equipe de Dyatlov, personagem principal dentre os membros da usina que estavam presentes na sala de controle durante o acidente, que o reator havia explodido.	
Falas e detalhamento da cena: Dyatlov: <i>“Você está confuso, reatores RBMK não explodem.”</i> Akimov: <i>“Camarada Perevozchenko, o que você está dizendo é fisicamente impossível, o núcleo não pode explodir.”</i> Detalhamento: Perevozchenko aparenta indignação pelos colegas não lhe darem crédito.	

Nessa cena temos um pouco de interação entre o perfil vilanesco adotado pela narrativa em relação ao partido soviético com a questão de limitações da tecnologia. A atitude adotada pelo personagem de Dyatlov se aproxima de um negacionismo frente a fenômenos que não podem ser explicados pelas suas convicções acerca do que ocorreu no momento do acidente, uma vez que as consequências já se mostram mais graves do que ele assumiu. Ainda assim, o personagem mantém sua postura e se assegura da impossibilidade do reator apresentar um defeito tão grave, atestando que uma explosão não condiz com a realidade, enquanto seu funcionário e colega de trabalho reage com espanto devido à atitude de ignorar os riscos que estão envolvendo todos os presentes naquele espaço.

Uma possível articulação com o referencial de ACT e o momento em sala de aula se encontra na reação de Dyatlov para os sintomas e aparência de Perevozchenko após ter seguido suas ordens. A postura do personagem demonstra uma confiabilidade tão alta no recurso tecnológico que está operando que o faz ignorar evidências contrárias às suas concepções. Uma visão tão absoluta de confiança no processo é comumente observada na sociedade em vários meios de comunicação quando se trata da divulgação de produtos e seus benefícios, onde são ignorados seus reais resultados e variáveis que podem se inserir no processo, algo comum na indústria farmacêutica e cosmética, por exemplo. Essa unidade também nos permite uma articulação entre as concepções discutidas por Fourez (1994) ao destacar que se faz necessário um rompimento com o aspecto salvacionista da ciência e tecnologia para que se compreenda de forma mais realista o papel destas na sociedade e a perspectiva do campo da natureza da ciência que discute visões do cientista, uma vez que a postura de Dyatlov quando confrontado com evidências que não reforçam sua postura é anticientífica, pois opta por abandonar o caráter

investigativo do problema em questão para permanecer com sua visão que não questiona a possibilidade do reator ter apresentado a falha.

A série também oportuniza momentos para discussão da natureza controversa de soluções científicas e tecnológicas para situações e problemas de magnitude mais complexa. Como primeiro exemplo para elaborar sobre este aspecto, temos a unidade seguinte.

Tabela 12. Unidade de análise nº19: iniciam-se as tentativas de solucionar a crise.

Episódio 2: Unidade de análise nº 19	
Tempo da Cena: 28min30s	Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza; limites de recursos de ciência e tecnologia; tomada de decisão e solução de problemas de aspecto controverso.
Descrição da cena: Shcherbina, Legasov, Bryukhanov e Fomin, recebem o general Pikalov após este ir até o reator com o dosímetro de maior escala. Os dados trazidos pelo general fornecem a real dimensão do problema, levando Boris e Valery a tentarem iniciativas para resolverem o problema.	
Falas e detalhamento da cena: Pikalov: “<i>Não são 3 Roentgen. São 15 mil.</i>” Shcherbina: “<i>O que esse número significa?</i>” Legasov: “<i>Que o núcleo está exposto. Significa que o fogo que estamos vendo emite o dobro da radiação da bomba de Hiroshima, a cada hora. A explosão foi há 20 horas, portanto, 40 bombas até agora. 48 mais amanhã e não vai parar. Não em uma semana, ou um mês. Vai queimar e espalhar seu veneno até o continente inteiro estar morto!</i>” Detalhamento: Shcherbina ordena que Bryukhanov e Fomin sejam levados para o quartel do partido, enquanto tenta questionar Legasov sobre como apagar o combustível do reator em chamas. Shcherbina: “<i>Como vamos apagar?</i>” Pikalov: “<i>Podemos usar água e helicópteros...</i>” Legasov: “<i>Você não entende. Isso não é um fogo qualquer. É uma fissão acontecendo acima de dois mil graus Celsius, o calor vai vaporizar a água instantaneamente!</i>” Shcherbina: “<i>Como apagamos?!</i>” Legasov: “<i>Estamos lidando com algo que nunca aconteceu na história de nossa espécie.</i>” ... “<i>Areia e Boro. Vai criar outros problemas depois, mas não vejo outra opção.</i>” Detalhamento: após a sugestão de Legasov, o cientista pede a Boris que evacue a cidade, mas Shcherbina pede para que ele evite tocar no assunto e que foram ordenados a não evacuar o local, estratégia adotada para evitar pânico. Após a discussão entre ambos, Shcherbina busca contato com representantes do partido para conseguir areia, boro e os helicópteros para a missão, enquanto Legasov busca um local para ficar em Pripjat enquanto lida com suas funções dentro do comitê.	

Neste momento da série os personagens adquirem a noção da gravidade da situação após investigarem a quantidade de radiação liberada próximo ao reator. Após avaliarem o valor e a situação do reator em chamas contribuindo para o espalhamento destas partículas radiativas no ar, Shcherbina pede que Legasov apresente uma solução para apagar as chamas. O cientista afirma que a solução proposta vai criar mais problemas para a situação, mas que não vê outra forma de lidar com o problema. Aqui é possível a articulação com referenciais de natureza da ciência que são reforçados por Fourez (1994) ao destacar a importância de que se compreenda que a ciência e tecnologia não estão disponíveis apenas para solucionar problemas de forma absoluta à serviço do ser humano. Por vezes, soluções advindas destes campos podem gerar novas situações problema e desafios num contexto social, econômico ou ambiental. Na sequência do episódio, a personagem de Khomyuk alerta para as consequências dos atos realizados por Legasov e Shcherbina.

Tabela 13. Unidade de análise nº24: a chegada de Khomyuk à Pripjat.

Episódio 2: Unidade de análise nº 24	
Tempo da Cena: 45min24s	Indicador de ACT: aspecto controverso das decisões sobre recursos de ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Khomyuk chega até Chernobyl e pede para entrar em contato com Legasov. Após ser barrada pelos militares que isolaram a cidade, a cientista pede para que, caso seja detida, seja levada até a figura de maior autoridade do local, sendo o general Pikalov. O general a leva até Boris e Valery.	
Falas e detalhamento da cena: Pikalov: <i>“Camaradas, essa mulher foi presa no posto de controle. Eu a poria em uma cela, mas...”</i> Khomyuk: <i>“Ele acha que devem me ouvir.” ... “Sei que o núcleo do seu reator está exposto. Que o grafite está em chamas, o combustível está derretendo, e que estão jogando areia e boro achando que funciona, mas é um erro.” ... “Abafar o núcleo apagará o fogo, mas... a temperatura subirá e...”</i> Legasov: <i>“Acredite, eu sei bem disso. Mas estimo pelo menos um mês até que derreta o bloco de concreto, o que nos dá tempo...”</i> Khomyuk: <i>“Não, você não tem um mês. Tem uns dois dias. De fato, o combustível levaria um mês para atingir o bloco de concreto aqui. Só que antes, queimará através do escudo biológico até terça-feira. E depois atingirá esses tanques, as piscinas de bolhas.”</i> Legasov: <i>“Os reservatórios... Do ECS. Entendo sua preocupação. Mas confirmei com funcionários e os tanques estão quase vazios.”</i> Khomyuk: <i>“Não, estavam quase vazios. Cada um desses pontos, aqui, aqui e aqui, todos são drenados para as piscinas de bolhas. Acredito que toda a tubulação do prédio se rompeu, além dos carros de bombeiro que vi ao entrar aqui.”</i> Pikalov: <i>“As mangueiras ainda estão ligadas. E vêm jogando água na estrutura esse tempo todo.”</i> Legasov: <i>“Os tanques estão cheios!”</i>	

Detalhamento: após compreender a situação, Legasov demonstra preocupação e a equipe do comitê se reúne na cena seguinte.

Quando a personagem traz suas considerações sobre as ações de Legasov e Shcherbina, percebemos que um novo problema emerge. Na cena seguinte, é explicitado o potencial catastrófico do novo problema que surgiu.

Tabela 14. Unidade de análise nº25: o comitê se reúne para impedir uma crise ainda maior.

Episódio 2: Unidade de análise nº 25	
Tempo da Cena: 48min07s	Indicador de ACT: relações de poder no meio científico e tecnológico; relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; conhecimentos específicos do meio científico; aspecto controverso de problemas científicos.
Descrição da cena: o comitê central do partido se reúne para avaliar as ações para o controle do acidente, com pressão sobre o secretário geral e líder da União Soviética, Gorbachev. Como figura de liderança, as decisões são tomadas de acordo com sua autorização. Ao chegar na reunião, o secretário inicia de forma dura a sua fala.	
Falas e detalhamento da cena: Gorbachev: <i>“Eu tenho dez minutos. Já tenho de voltar ao telefone e pedir desculpas aos nossos amigos. Pedir desculpas aos nossos inimigos. Nosso poder vem da percepção do nosso poder. Vocês entendem o estrago que isso causou? Entendem o que está em jogo? Boris.”</i> Shcherbina: <i>“O professor Legasov fará o relatório.”</i> Legasov: <i>“Há boas notícias. Os despejos estão ajudando a apagar o fogo. Houve redução de emissões de radionuclídeos” ... “Também há outro problema. O combustível nuclear não esfria só porque não está em chamas. Na verdade, a temperatura subirá devido à areia que jogamos. O urânio derreterá a areia, criando um tipo de lava que começará a derreter a proteção abaixo.”</i> Gorbachev: <i>“Você criou lava.”</i> Legasov: <i>“Eu previ isso. Eu pensei que daria tempo de reforçar a camada de concreto antes que a lava chegasse ao solo e contaminasse a água, mas pelo que parece, eu me preocupei com a coisa errada. Eu havia entendido que os grandes tanques de água abaixo do reator estavam vazios. Esta é Ulana Khomyuk, do Instituto Bielorrusso. Graças à dedução dela, sabemos agora que os tanques estão cheios, na verdade.”</i> Gorbachev: <i>“De água. E por que isso é um problema?”</i> Khomyuk: <i>“Ao entrar nos tanques, a lava vai superaquecer de imediato e vaporizar quase sete mil metros cúbicos de água, causando uma explosão térmica significativa.”</i> Gorbachev: <i>“Significativa como?”</i> Detalhamento: Khomyuk dá o relato do problema imenso que surge e Legasov completa com as ações necessárias e o sacrifício necessário para lidar com a situação que pode se desenrolar numa catástrofe. Khomyuk: <i>“Estimamos entre dois e quatro megatons. Tudo dentro de um raio de 30km será totalmente destruído. Incluindo os três reatores restantes em Chernobyl. A totalidade do material radioativo em todos os</i>	

núcleos será expelida com máxima potência e espalhada por uma enorme onda de choque, que se estenderá por 200km aproximadamente e deve ser fatal para toda a população de Kiev e uma parte de Minsk. A liberação de radiação será severa. E seu impacto será sentido na Ucrânia Soviética, Letônia, Lituânia, Bielorrússia, assim como Polônia, Tchecoslováquia, Hungria, Romênia e a maior parte da Alemanha Oriental.”

Gorbatchev: “O que quer dizer com “impacto”?”

Legasov: “Nessa região, a interrupção quase permanente do suprimento de comida e água. Grande aumento de casos de câncer e defeitos congênitos. Não sei quantas mortes, mas muitas. Para Bielorrússia e Ucrânia, o impacto significa que ficarão completamente inabitáveis por no mínimo 100 anos.”

Gorbatchev: “E quanto tempo até isso acontecer?”

Legasov: “Entre 48 e 72 horas. Mas talvez tenhamos uma solução. Podemos bombear a água dos tanques. Infelizmente, os tanques estão selados por uma comporta, que só pode ser aberta manualmente por dentro do sistema de dutos. Então precisamos encontrar três operários familiarizados com a usina para entrar no porão aqui, seguirem por todos esses dutos, chegar na válvula da comporta e nos dar o acesso necessário para esvaziar os tanques. Precisaremos da sua permissão, claro.”

Gorbatchev: “Minha permissão para quê?”

Legasov: “A água nesses dutos... O nível de contaminação radioativa... Eles estarão mortos em uma semana. Precisamos da sua permissão para matar três homens.”

Detalhamento: após dar a autorização, a reunião se encerra com pesar demonstrado por Gorbatchev.

Nessa sequência de cenas, podemos ver o caráter controverso da solução proposta inicialmente por Legasov que, apesar de funcionar para cessar as chamadas e a emissão gasosa de partículas radiativas pelo ar, provocou aumento na temperatura do núcleo exposto e eventualmente levou ao seu derretimento. O problema ainda foi agravado devido à presença de água nos tanques do reator, levando a condições extremas o risco de um novo e mais grave acidente. Essa situação apresentada no segundo capítulo da série possibilita que se discuta sobre o aspecto de tomada de decisões pautadas no conhecimento científico e tecnológico e como essas decisões podem, por vezes, levar à outras problemáticas que também deverão ser tratadas para que o problema não se alastre. Uma proposta focada nesse interesse iria aprofundar tanto os conhecimentos específicos das ciências e da tecnologia, propostos na primeira categoria emergente deste trabalho, quanto os conhecimentos mais intrínsecos da natureza do conhecimento científico e do seu aspecto controverso, auxiliando também na quebra da visão tecnocrática de que tecnologias constantemente auxiliam o ser humano em resolver situações de forma absoluta e permanente, evoluindo constantemente rumo a melhores aparatos, visão que é duramente criticada por Fourez (1994) e também trazida para o destaque por Lorenzetti e Delizoicov (2003).

Outro aspecto interessante para ser abordado é a questão de que existem concepções equivocadas sobre a tecnologia de que um recurso ou determinado aparato/técnica são infalíveis

ou possuem uma confiabilidade inquestionável uma vez que elaborados e colocados em aplicação. Essas concepções se derivam da crença tecnocrata e de todos os elementos que essa linha de pensamento pode proporcionar nos níveis sociais. Para discutir esse aspecto e a relação humana com a tecnologia, é proposto aqui que sejam utilizadas as unidades de análise que tratam do último episódio da série no qual Legasov depõe acerca das condições do reator. Em uma das cenas mais longas, uma vez que o julgamento toma quase toda a porção do quinto capítulo, o personagem do cientista e professor assume o papel de relatar sobre as condições do reator e o seu recurso imediato para cessar quaisquer emergências que possam acontecer no complexo dispositivo que recebe o processo de fissão. O nome do recurso é apresentado na série como AZ-5 e tem a função de parar o reator, conforme o personagem aponta em seu depoimento.

Tabela 15. Unidade de análise nº65: Legasov explica a falha no recurso AZ-5.

Episódio 5: Unidade de análise nº 65	
Tempo da Cena: 40min45s	Indicador de ACT: conceitos específicos das ciências da natureza; limitações da ciência e tecnologia; poder e influência pública no meio científico.
Descrição da cena: Legasov continua seu testemunho após a pausa.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: “A hora é 00h38. O reator está quase desligado. Os operadores do Reator 4 estão presos num caminho desastroso. Não há como recuar. Eles não sabem, mas já estava sentenciado. Aos 30 mW, ainda está sendo criado xenônio, mas não está sendo queimado. O reator está afogando em veneno. Para piorar as coisas, não está quente o suficiente para produzir vapor que chegue. A única forma de aumentar a potência em segurança é muito lentamente, durante um período de 24 horas. Mas Dyatlov quer isto feito já. Akimov e Toptunov só têm um plano de ação. Começam a remover hastes de controle. Dezenas de cada vez. Removem até metade, até três quartos, mas a potência não se altera. Portanto, começam a removê-las por completo. Havia 211 hastes de controle no Reator 4. Akimov e Toptunov removeram 205 por completo. Lembrando que as hastes de controle são os freios. De 211 hastes, só seis permanecem no reator. O combustível, por sua vez, arrefeceu, portanto, o coeficiente negativo de temperatura não baixa a reatividade. Ainda assim, o envenenamento por xenônio é tão forte, que o melhor que podem fazer é aumentar a potência para 200 mW. As hastes de controle estão fora. O sistema de emergência foi desligado. A única coisa a manter o reator é a água e o xenônio. É uma da manhã. Estamos a minutos do teste.” Detalhamento: a cena volta para um flashback dos momentos da sala de controle do reator com os engenheiros tentando levar o reator para a potência solicitada por Dyatlov. Novamente, a equipe questiona as ordens de Dyatlov, mas ele ignora seus funcionários e ordena que o processo continue. Legasov: “O problema que enfrentavam não tinha solução. Potência baixa demais, água alta demais. O teste estava arruinado. Os resultados seriam inúteis, mas Dyatlov não quis saber. Ele só queria entregar um teste concluído. 01h22 da manhã. Restam menos de dois minutos. Yuvchenko, engenheiro mecânico, está no seu	

escritório. Perevozchenko, responsável da seção de reatores está no reabastecimento, muito acima da cobertura de aço de 1000 toneladas do reator. Degtaryenko e Khodemchuk, operadores de circulação, na sala de bombas. Nenhum sabe do teste. Nenhum sabe o que vai acontecer. Às 01h22 e 30 segundos, Toptunov vê um relatório do sistema de computadores SKALA do reator. Com base na ausência de hastes de controle suficientes, o computador recomenda que o reator seja desligado.”

Detalhamento: a cena volta para o flashback com Dyatlov dando a ordem para ignorar o sistema SKALA e prosseguir com o teste.

Legasov: “01h23 e quatro segundos. Cada decisão tinha puxado o reator como um estilingue, mais longe do que alguém havia feito. Agora, começa o teste. As bombas estão desligadas e eles deixaram ficar. As bombas param de mover água pelo reator. O urânio já não recebia refrigeração não tinha hastes de controle. O equilíbrio vai imediatamente para a direção oposta e, em menos de um segundo, a reatividade aumenta. Dentro do núcleo, a água remanescente está convertendo-se em vapor. Está sendo criado um vázio. Não há mais água para substituí-lo. O vapor aumenta a reatividade, que aumenta o calor, que aumenta o vapor, que aumenta a reatividade. O Xenônio remanescente degrada-se. A potência está aumentando. Nada pode pará-la.”

Detalhamento: a equipe no reator percebe um aumento imenso da energia produzida no reator. A equipe, nessa situação se vê forçada a parar o reator.

Legasov: “01h23 e 40 segundos. Cada sala de controle de cada reator nuclear tem um botão com um único propósito, o SCRAM, para desligar a reação instantaneamente. Em reatores soviéticos, esse botão chama-se AZ-5. Ao acionar o AZ-5, todas as hastes de controle se inserem de uma vez e a reação para. Mas...”

Dyatlov: “Está esperando o quê, Legasov? Conte as suas mentiras.” ... “Não podia evitar. Ele sabe algo. Ela sabe algo.” ... “Eu sei o que você é, Valery Alexeyevich. É um mentiroso.”

Detalhamento: Dyatlov se irrita durante o julgamento e o Juiz ordena que a sessão seja interrompida e os acusados mantidos sob custódia. Após a confusão criada por Dyatlov se cessar, Legasov pede para que seu testemunho continue. O Juiz nega. Shcherbina então se levanta e ordena que o tribunal permita que Legasov finalize seu testemunho. Com a ordem do ministro, o procurador e o Juiz acatam a decisão e Legasov continua.

Legasov: “Dyatlov quebrou todas as regras que tínhamos. Levou o reator à beira da destruição. Fez isto acreditando que havia um dispositivo de segurança. AZ-5. Um mero botão para desligar, mas, nas circunstâncias que ele criou, não havia. O sistema de desativação tinha um defeito fatal. Às 01h23 e 40 segundos, Akimov aciona o AZ-5. As hastes de controle removidas começam a reentrar no reator. As hastes são de boro, o que reduz a reatividade, mas as pontas não. As pontas são feitas de grafite, que acelera a reatividade.”

Juiz Milan: “Por quê?”

Legasov: “Por quê? Pelo mesmo motivo por que os reatores não têm redomas de contenção, como os do ocidente. Pelo motivo por que não usamos combustível enriquecido nos núcleos. Pelo motivo por que somos a única nação que constrói reatores moderados por grafite e refrigerados por água com um coeficiente de vázio positivo. É mais barato. A primeira parte das hastes que entra no núcleo são as pontas de grafite. Quando entram, a reação no núcleo, que tem vindo aumentando, dispara. Cada molécula de água líquida é logo convertida em vapor, que expande e rompe vários canais de hastes de combustível. As hastes de controle nesses canais não se podem mover mais. As pontas de grafite estão presas e aceleram a reação infinitamente. O Reator 4 de Chernobyl é agora uma bomba nuclear. 01h23 e 42 segundos. Perevozchenko olha para a tampa de aço

do reator e vê o impossível. As tampas dos canais de combustível, de 350 kg cada, estão aos saltos. Ele corre a avisar a sala de controle, mas nada mais pode fazer para parar isto. 01h23 e 44 segundos. O vapor destrói mais canais de combustível. Não sabemos o valor máximo atingido. Apenas o último registro. O Reator 4, concebido para operar a 3200 mW, ultrapassou os 33.000. A pressão dentro do núcleo já não pode ser contida. Finalmente chegamos às 01h23 e 45 segundos. A explosão. No instante em que a tampa é atirada do reator, entra oxigênio. Este junta-se ao hidrogênio e ao grafite sobreaquecido. A cadeia do desastre está completa. Ninguém ali sabia que o botão, que a desativação poderia ser um detonador. Não sabiam por que não lhes foi dito.”

Juiz Milan: *“Camarada Legasov, está contradizendo o seu depoimento de Viena.”*

Legasov: *“O meu depoimento em Viena foi mentira. Eu menti. Ao mundo. Não fui o único a guardar segredos. Há muitos. Eram ordens. Da KGB, do Comitê Central. E neste momento há 16 reatores na União Soviética com o mesmo defeito. Três deles ainda estão funcionando, a menos de 20 km de Chernobyl.”*

Juiz Milan: *“Professor Legasov, se está sugerindo que o Estado Soviético é responsável pelo que aconteceu, aviso, está entrando em território perigoso.”*

Legasov: *“Já entrei. Estamos em território perigoso neste momento, devido aos nossos segredos e às nossas mentiras. São praticamente o que nos define. Quando a verdade ofende, mentimos até não nos lembrarmos mais dela. Mas ela continua lá. Cada mentira que dizemos incorre uma dívida à verdade. Mais cedo ou mais tarde, essa dívida é paga. É assim que o núcleo de um reator RBMK explode. Mentiras.”*

Detalhamento: o julgamento se encerra, Legasov é levado em custódia pela KGB.

Nessa longa cena, Legasov explica a falha do reator quando colocado em condições extremas pela operação humana, o que permite uma articulação da unidade de análise 65 não apenas sob o aspecto de limites da tecnologia e suas possíveis falhas como também o aspecto de que esses recursos são teorizados, elaborados e operados por seres humanos, exigindo que estes tenham domínio e compreensão ampla do recurso, desde a sua aplicação específica até suas possíveis falhas e limitações provocadas pelo uso inadequado. Esse aspecto também se apresenta nas argumentações de Fourez (1994) ao dissertar sobre as concepções acerca do uso de recursos de ciência e tecnologia. O autor reforça a necessidade de se entender estes recursos como produção de conhecimento humana e que a forma como estes recursos podem ser aplicados em sociedade possui relação com a formação e domínio que o usuário tem sobre o recurso em si. Aqui se destacam os níveis de ACT que unem o conceito específico, sendo a teorização e a técnica, com o aspecto de relações reflexivas quanto ao papel da produção de conhecimento na sociedade.

A unidade 65, sendo aqui marcada na íntegra para a segunda parte do depoimento de Legasov do episódio do julgamento, ainda contém mais exemplos passíveis de discussão para outras categorias que vão ser descritas na sequência deste trabalho, sendo um dos vários exemplos para justificar o caráter interativo das categorias aqui propostas, uma vez que em todo

momento, algum conceito científico ou tecnológico é utilizado para dar sentido ao contexto abordado nas cenas.

Concluindo a categoria II, fica evidente que há ampla possibilidade de discussão dos aspectos de natureza da ciência e da tecnologia como produção humana, bem como também a argumentação em prol de uma desconstrução do aspecto salvacionista da C&T, principalmente considerando que, conforme Fourez (1994) já destacava em sua obra, a produção e a disponibilização de recursos tecnológicos estão intrínsecas à aspectos de cunho econômico e de relações sociais, ou seja, estão interligadas ao jogos de interesses daqueles que controlam o recurso. Esse cenário descrito pelo autor se destaca ainda mais hoje, numa sociedade em que o desenvolvimento tecnológico aparenta um progresso constante e uma acessibilidade universal, ainda que não seja real, que pode estimular visões inadequadas da natureza destes recursos.

6.2.3. Categoria III: concepções sobre cientistas e aspectos do trabalho científico

Nesta categoria se encontram alguns elementos que podem induzir a formação de concepções sobre um perfil comportamental ou atitudinal de cientistas, bem como traços de personalidade generalizados que podem ser atribuídos à cientistas. Dentre essas noções se encontram alguns aspectos que são discutidos mais precisamente por autores do campo de estudo da natureza do conhecimento científico como Lederman e Abd-El-Khalick (2000). No trabalho dos autores é notável algumas discussões sobre estimular, não somente em estudantes, mas também em professores, melhores concepções sobre a natureza do conhecimento científico e do cientista em si, evitando a propagação de estereótipos pessoais. Dentre algumas dessas características consideradas estereótipos estão a representação solitária de cientistas como gênios isolados, um foco de interesse fixado somente no trabalho e na evolução da solução de problemas, a dificuldade em lidar com pessoas de perfil mais geral em termos de grupos sociais, a excentricidade comportamental que foge de padrões, o diálogo carregado de jargões, entre outras noções que distanciam o cientista do público geral.

Em relação à esta categoria, são poucas as cenas em si que focam em relações interpessoais dos cientistas apresentados na série, mas com poucos exemplos, há a possibilidade de levantar uma discussão nos moldes da natureza da ciência, que constitui um conjunto de conhecimentos de extrema importância no que diz respeito ao desenvolvimento da ACT.

Utilizando a unidade de análise 45 como ponto de partida, temos o diálogo entre Khomyuk e Legasov após a cientista de Minsk ser liberada da prisão pelo apelo de seu colega ao líder da KGB Charkov.

Tabela 16. Unidade de análise nº45: Legasov vai até Khomyuk para atestar sua liberação do cárcere.

Episódio 3: Unidade de análise nº 45	
Tempo da Cena: 50min50s	Indicador de ACT: noções sobre cientista e ciência (natureza da ciência).
Descrição da cena: Legasov vai até o local onde Khomyuk está detida para finalizar sua liberação.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: “ <i>Você está bem?</i> ” Khomyuk: “ <i>Ninguém me machucou. Deixaram uma mulher grávida no quarto com um... Não importa. Eles foram burros. Eu fui burra. Dyatlov não quer falar comigo. Akimov falou. Toptunov também, mas... Valery... Akimov... Ele não tem mais rosto.</i> ” Legasov: “ <i>Você quer parar?</i> ” Khomyuk: “ <i>E eu tenho essa opção?</i> ” Legasov: “ <i>Você acha que o combustível derreterá a camada de concreto?</i> ” Khomyuk: “ <i>Não sei. Há uma chance de 40%, talvez.</i> ” Legasov: “ <i>Eu disse 50%. De qualquer jeito, os números significam o mesmo: talvez. Talvez o núcleo derreta até o lençol freático. Talvez os mineiros a quem mandei cavar sob o reator salvem milhões de vidas. Talvez eu os esteja matando à toa. Eu não quero mais fazer isso. Quero parar. Mas não posso. Acho que você não tem escolha, assim como eu. Acho que, apesar da estupidez, das mentiras, até disso aqui, você sente a obrigação. O problema existe e você não pode parar até achar a resposta, porque... você é assim.</i> ” Khomyuk: “ <i>Uma maluca.</i> ” Legasov: “ <i>Uma cientista.</i> ”	

Podemos observar na cena que ao comentarem sobre os aspectos científicos envolvidos no acidente quando falam sobre o derretimento do núcleo, os personagens discutem brevemente sobre hipóteses e chances de suas hipóteses virem à se tornar realidade. A formulação de hipóteses é uma noção importante de ser desenvolvida em indivíduos para que entendam a ciência como um processo construtivo no qual o desenvolvimento se dá pela troca de diálogos da comunidade científica. Nesse sentido, a cena pode ser utilizada como forma de exemplificar ambos os elementos da natureza da produção científica e tecnológica como parte da categoria II, listada anteriormente. Mas se olharmos para as últimas falas de Legasov, há a possibilidade de uma maior atenção à traços da personalidade do cientista em si, que também constitui elementos importantes no imaginário social como, por exemplo, a visão de que cientistas são curiosos ou que sempre buscam respostas para tudo de forma a compreender situações nos

mínimos detalhes. Após Legasov dizer que “*não pode parar até achar a resposta, porque... você é assim*”, o personagem dá a entender que ser cientista é continuar estudando problemas até que uma resposta seja atingida. Há também o fato de Khomyuk responder que é uma maluca, sendo que seu colega prontamente a chama de uma cientista, dada a característica de busca de soluções. Embora essa característica de investigação de problemas e fenômenos seja mesmo parte da personalidade científica, é importante destacar que não há certeza de que todos os estudos de fenômenos e problemas de natureza científica e tecnológica vão produzir respostas que permitam solucionar, equacionar ou resolver o objeto de estudo em si. É importante também ressaltar que um cientista precisa ser coerente aos recursos e ao contexto de desenvolvimento que está inserido para que possa elaborar uma proposta de pesquisa com objetivos investigativos que possam ser realizados.

Ainda nessa mesma unidade de análise, ao se intitular de maluca, a personagem de Khomyuk passa adiante uma visão que se apresenta comumente de que cientistas são malucos, fora do padrão social. Embora seja uma fala rápida, pode ser prontamente utilizada como motivação para se discutir essa concepção que tanto se apresenta em cotidiano escolar por parte das visões prévias dos alunos. Neste contexto, a cena pode motivar uma discussão com estudantes na tentativa de levantar hipóteses sobre a origem dessa visão acerca de cientistas e como ela influencia a aproximação dos estudantes com pessoas do ramo, ou mesmo como essa visão as faz posicionar pessoas com interesse em ciência em suas esferas sociais, permitindo uma investigação qualitativa sobre a concepção e permitindo o docente avaliar os conhecimentos que seus alunos possuem sobre conceitos importantes para o Ensino de Ciências.

Outro ponto a ser levantado, embora não haja nenhuma unidade de análise específica para tratamento deste ponto, é o fato da representação de Legasov e Khomyuk como os principais cientistas envolvidos no processo da crise em Chernobyl. Enquanto Khomyuk é uma personagem criada, puramente fictícia, para representar a comunidade científica que auxiliou nos processos da crise real em Pripyat, Legasov é uma figura histórica importante no contexto do acidente, causando interesse no público em pesquisar sobre seu papel no caso real. Neste momento, o espectador pode encontrar surpresas como o fato de que o cientista era casado e pai. A possível surpresa pode ser atribuída à visão de que o cientista é um gênio solitário e socialmente inadequado, como se fosse incapaz de estabelecer relações afetivas duradouras, o que também é uma visão comum para estudantes da educação básica e que pode ser reforçada no contato com a série, uma vez que em nenhum momento é citado o casamento ou a paternidade do cientista. Nesse sentido, seria necessário que o docente, no ato de aplicar a série

como forma de abordar temáticas desse contexto, solicitasse aos alunos um trabalho posterior que os colocasse em contato com a história real dos personagens centrais, ou mesmo iniciasse com seus estudantes um exercício de reflexão, por meio do diálogo, sobre as representações científicas e traços pessoais dos personagens em questão, abordando uma concepção que é comum não só no ambiente escolar, mas também na sociedade quando esta é mais distante de trocas ou participação em processos junto à comunidade científica.

Outro aspecto interessante de ser abordado está nos diálogos nos quais os cientistas são confrontados por outras figuras, como na unidade a seguir.

Tabela 17. Unidade de análise nº16: Legasov manifesta sua preocupação na reunião do comitê.

Episódio 2: Unidade de análise nº 16	
Tempo da Cena: 7min35s	Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza; hierarquia política e interações com o controle público das ciências/tecnologia; relações de poder pela ciência.
Descrição da cena: cena em que Legasov aguarda para ser atendido pelo comitê da crise com Gorbachev. Enquanto lê o relatório emitido para o comitê, manifesta intensa preocupação com o que entende pela leitura do documento. Na sequência, é recebido pelo comitê para uma reunião na qual o ministro Shcherbina relata com tranquilidade as informações que lhe foram passadas acerca do acidente na usina de Chernobyl. Como as informações foram passadas por Bryukhanov e Fomin, os reais riscos pareciam subestimados pela fala do ministro. Legasov se manifesta, enfrentando a hierarquia e autoridade de seus superiores na escala de poder dos representantes do comitê.	
Falas e detalhamento da cena: Gorbachev: <i>“Obrigado a todos pela presença. Começaremos pelo relatório do secretário Shcherbina e depois discutiremos os próximos passos, se necessário.”</i> Shcherbina: <i>“Obrigado secretário geral, estou feliz em reportar que a situação em Chernobyl é estável. As patrulhas civis e militares estão protegendo a região e o general Pikalov foi enviado ao local”... “sobre a radiação, Bryukhanov relata que não passa dos 3.6 Roentgen. Me disseram que isso é equivalente à um exame de raio X.”</i> Detalhamento: Legasov manifesta incômodo, mas ainda permanece em silêncio. Gorbachev: <i>“E a imprensa internacional?”</i> Shcherbina: <i>“Não sabe de nada.” ... “O secretário da KGB Charkov assegura que nossos interesses de segurança estão protegidos.”</i> Gorbachev: <i>“Bom. Muito bom. Parece tudo estar caminhando bem. Se não houver mais nada, reunião encerrada.”</i> Legasov: <i>“Não!” (batendo contra a mesa) “Você não pode encerrar.”</i> Detalhamento: após se manifestar, Legasov é ignorado por Shcherbina, mas Gorbachev lhe dá a fala. Legasov aproveita para relatar trechos do documento descrevendo o acidente para solicitar que o comitê tenha atenção à	

descrição de minerais listados no arquivo. Um deles, aparente ser grafite, que só pode ser encontrado no interior do núcleo do reator. Gorbachev então dá continuidade a reunião por conta da preocupação de Legasov.

Legasov: “*Só há um lugar no reator que há grafite. Se encontraram grafite na parte externa, significa que não foi um tanque que explodiu e sim o reator!*”

Shcherbina: “*Bryukhanov me assegura que o reator está intacto e quanto à radiação...*”

Legasov: “*Sim, 3.6 Roentgen, o que não é equivalente à um raio X, mas sim 400. Esse número me incomoda por outro motivo.*” ... “*Os dosímetros não conseguem medir além desse número. Eles nos deram o número que tinham. O número real deve ser muito maior!*”

Detalhamento: ao ouvir a preocupação de Legasov, o secretário geral soviético Gorbachev dá voz ao cientista e ordena que ele vá junto a Boris Shcherbina checar o que realmente aconteceu para que informem o comando alto com maior precisão.

Nessa cena, o cientista é inicialmente ignorado pelos membros do comitê por conta de outras lideranças terem afirmado que a situação já estava sob controle no local do acidente. Entretanto, ao apresentar seus argumentos com base nos relatos do documento que o comitê tem em mãos, sua preocupação recebe atenção do secretário geral do governo, eventualmente levando à sua chegada em Chernobyl junto a Shcherbina para averiguar a situação.

Por meio desta unidade, é possível discutir o papel importante que cientistas desempenham com seus trabalhos, principalmente em momentos nos quais seus conhecimentos são chave para enfrentar fenômenos. Também é possível usar a unidade de análise para destacar a importância de saber comunicar sobre sua área de atuação, de forma que o público que não seja do campo de atuação científico possa compreender a mensagem a ser relatada, o que é um importante ponto presente nos referenciais da Divulgação Científica.

Continuando com considerações acerca do perfil do cientista, há na série uma contínua narrativa da responsabilidade de Legasov com a verdade envolvida no acidente, sendo que em diversos momentos o personagem demonstra incômodo com a forma como as coisas são resolvidas pelo comitê. Como exemplo, é possível citar a seguinte unidade.

Tabela 18. Unidade de análise nº35: Legasov e Shcherbina se reúnem com Glukhov.

Episódio 3: Unidade de análise nº 35	
Tempo da Cena: 26min45s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; relações entre a ciência e tecnologia e impactos sociais.
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina recebem os trabalhadores das minas de Tula para os preparos da instalação de um trocador de calor que possa desacelerar a fusão do núcleo do reator 4.	
Falas e detalhamento da cena: Shcherbina: “ <i>O quê?</i> ”	

Legasov: *“Eu não sou bom nisso, Boris. Mentir.”*

Shcherbina: *“Já passou algum tempo com mineiros?”*

Legasov: *“Não.”*

Shcherbina: *“Meu conselho: diga a verdade. Esses homens trabalham no escuro. Eles veem tudo.”*

Detalhamento: Glukhov chega para conversar com o ministro e o cientista e questiona o uso da máscara de segurança que lhe foi entregue ao chegar na cidade.

Glukhov: *“Isso funciona?”*

Legasov: *“Até certo ponto.”*

Glukhov: *“Qual é o trabalho?”*

Legasov: *“Precisamos instalar um trocador de calor de nitrogênio líquido embaixo desta camada de concreto. Não há como chegar lá de dentro do prédio. Então é preciso chegar nela pelo subsolo.”*

Glukhov: *“O que tem em cima da camada?”*

Legasov: *“O núcleo do reator nuclear, que está derretendo.”*

Glukhov: *“Ele vai cair em cima de nós?”*

Legasov: *“Não se terminarem em seis semanas.”*

Detalhamento: após discutirem mais alguns detalhes sobre o trabalho e Legasov alertar para as condições nas quais deverão cavar, bem como Glukhov alertar que vai precisar de mais homens para que possa trabalhar em intervalos e sem uso de maquinário pesado, ele questiona as noções de segurança descritas por Legasov.

Glukhov: *“E a profundidade do túnel? Seis metros?”*

Legasov: *“Doze.”*

Glukhov: *“Doze? Por quê?”*

Legasov: *“Para sua proteção. Nessa profundidade, haverá mais proteção contra a radiação.”*

Glukhov: *“A entrada do túnel não será 12 metros abaixo.” ... “E não estamos 12 metros abaixo agora.”*

Legasov: *“Não. Não estamos.”*

Shcherbina: *“Já temos alguns equipamentos aqui. Chegará mais à meia-noite. Podem começar de manhã.”*

Glukhov: *“Não. Começaremos já. Não quero meus homens aqui mais do que o necessário. Se isto funcionasse (aponta para a máscara de segurança), você estaria usando.”*

Nessa cena podemos observar o personagem de Legasov dizendo que não é bom em mentir e não se sente confortável na posição em que está. Em outros momentos da série, como na participação de Legasov no depoimento em Viena, que não é mostrado em cena, mas citado, o cientista diz ter mentido em nome do partido para suavizar a realidade da crise no reator, impedindo um questionamento da soberania energética nuclear da União Soviética. Nesses momentos, é possível que uma concepção de que o cientista busca sempre a verdade sobre qualquer investigação pode ser formada no espectador. Num contexto escolar, é importante que se discuta sobre concepções desta natureza, uma vez que na C&T não há uma busca por verdades inquestionáveis, mas sim uma construção de conhecimentos que visem possibilitar a interpretação de fenômenos e do universo ao nosso redor. Há também a necessidade de se

entender que a associação da ciência como verdade inquestionável é um erro atitudinal que impede o próprio desenvolvimento científico, uma vez que impede que hipóteses e reflexões sejam feitas em momentos chave em estudos sobre temáticas mais complexas. Construir essas noções sobre a natureza do trabalho científico é uma importante etapa educacional na busca por uma formação efetiva nos moldes da ACT.

Fica evidente que conforme mais considerações sobre elementos da ACT que estão em falta em termos de qualidade do ensino básico são buscadas nas cenas da série, mais complexas ficam as articulações da produção com o referencial e nessa terceira categoria emergente já há um grau de subjetividade maior do que as categorias anteriormente listadas, o que mostra que, ainda que a série permita os diálogos e uma proposta educacional para construção destes conhecimentos no âmbito escolar, os cuidados e o conhecimento aprofundado do *corpus* se tornam ainda mais essenciais. No geral, a série permite levantamento de considerações sobre o papel do cientista e suas características que o aproximam de trabalhos dessa natureza de pesquisa, mas apenas com o devido exercício de reflexão sendo realizado ao longo do acompanhamento da produção, uma vez que não é colocado de maneira explícita para o público que a série visa desenvolver visões específicas sobre essas temáticas.

6.2.4. Categoria IV: relações entre ciência, tecnologia e o poder público/privado na sociedade

Nessa categoria se encontram os momentos da série que possibilitam articulações com as questões mais discutidas por Fourez (1994) e Hurd (1998) no que diz respeito à forma como a ciência e a tecnologia proporcionam controle, influenciam esferas sociais e também são controladas pelo poder público ou privado nas diversas formas de governança e investimento em pesquisa. Fourez (1994) destaca mais essa questão em suas considerações quando trata da necessidade de se entender que na C&T há tendências em suas produções que se associam à formas de se controlar os seus avanços por meio do poder econômico e de controle social. O autor destaca que o desenvolvimento científico e tecnológico não dá por pura e simples intenção, mas sim por investimentos e suporte institucional, sendo que por meio destes, é possível se obter uma relação de poder sobre a ciência e em contrapartida, o desenvolvimento científico e tecnológico também associa poder e imagem de autossuficiência aos que executam esse desenvolvimento. Na série esse diálogo com o referencial é possível por conta das relações de disputa intrínsecas no contexto histórico em que a série se desenvolve, sendo o período da Guerra Fria, numa disputa militar e tecnológica entre EUA e União Soviética que ocasionou

em reflexos na sociedade e até mesmo na cultura escolar, que presenciou um intenso interesse no desenvolvimento científico e de futuros cientistas como forma de exercer a soberania sobre outras nações (Hurd, 1958).

Novamente, essa categoria segue o perfil das categorias II e III, não sendo explícita e exigindo um maior estudo sobre a série e seu contexto para que possa ser proveitosa para apresentar formação sobre elementos de ACT.

É necessário também destacar que as relações de poder público e privado identificadas no contexto da série estão inseridas na própria tendência da narrativa, o que cria um certo padrão para tratamento dessa categoria no que diz respeito à representação do partido soviético buscando manter o controle sobre a situação do acidente enquanto controla os recursos de tecnologia e os cientistas envolvidos na solução de problemas afim de manter a soberania nuclear no cenário global.

Como exemplo dessa tendência, há a seguinte unidade de análise.

Tabela 19. Unidade de análise nº29: Legasov e Shcherbina discutem o isolamento da área do acidente.

Episódio 3: Unidade de análise nº 29	
Tempo da Cena: 07min30s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; poder e relações de controle no meio da ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina discutem algumas medidas sobre o isolamento da área ao redor da usina. O cientista ainda não está satisfeito com a evacuação da cidade e demanda medidas mais urgentes no que se trata da elaboração de uma zona de exclusão.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: <i>“Mas como isso aconteceu? Quem deu essa ideia para eles?”</i> Shcherbina: <i>“Está sugerindo que fui eu?”</i> Legasov: <i>“Alguém resolveu que a zona de evacuação devia ser de 30km, quando sabemos que aqui, há Césio-137, no Distrito de Gorny. Isso fica a 200km!”</i> Shcherbina: <i>“Foi decidido.”</i> Legasov: <i>“Baseado em quê?”</i> Shcherbina: <i>“Não sei!”</i> Legasov: <i>“Perdão. Talvez eu passe tempo demais no meu laboratório. Ou talvez eu seja burro. É assim mesmo que tudo funciona? Uma decisão desinformada e arbitrária que custará não sei quantas vidas feita por um agente do aparato? Um carreirista do partido?”</i> Shcherbina: <i>“Eu sou um carreirista do partido. Cuidado com a língua, camarada Legasov.”</i> Pikalov: <i>“Camaradas. Confirmamos visualmente que o fogo está quase extinto. Também houve reduções nas emissões de iodo-131 e césio-137.”</i> Shcherbina: <i>“Ótimo. Não é?”</i>	

Pikalov: *“Mas a temperatura está subindo. E...”*

Legasov: *“Há um aumento de zircônio-95. Do revestimento das hastes de combustível.”*

Shcherbina: *“O que isso significa?”*

Legasov: *“O derretimento começou.”*

Detalhamento: o derretimento é algo que vinha preocupando a equipe, uma vez que agora o desafio é impedir que o combustível entre em contato com a água nos lençóis abaixo do reator, contaminando solo e rios.

Legasov questiona Shcherbina sobre a definição de uma zona de exclusão na área afetada pela radiação, mostrando que não é coerente o que foi decidido pelo partido. Shcherbina mantém postura firme ao comunicar ao cientista que a decisão já havia sido tomada por carreiristas do partido, sendo ironizado por Legasov.

Uma concepção comum de se ter sobre a atividade científica é de que as decisões tomadas com base em conhecimentos científicos são absolutas e prevalecem nos momentos em que são necessárias as considerações de cientistas sobre algum fenômeno, o que não se reflete na sociedade atual e nem no contexto narrativo da série. Decisões complexas que são tomadas a partir de variadas considerações e pontos de vistas podem sim ser divergentes de recomendações da comunidade científica. E esses fatores aparentam estar associados ao próprio grau de ACT da população participativa das decisões e diálogos nestes momentos de crise. Embora a série aborde uma questão totalmente diferente do tema mais recente da pandemia de COVID 19, um paralelo reflexivo pode ser promovido dialogando sobre as recomendações científicas e como diferentes lideranças reagiram no momento da crise.

É necessário construir a concepção de que o grau de ACT desenvolvido na formação básica de um indivíduo vai se refletir nas esferas onde este indivíduo atua, podendo ser em qualquer função, sendo que seu impacto será maior conforme o nível de responsabilidade de sua função. Na administração pública e privada, as decisões geram ainda mais impacto por se refletirem em grupos de pessoas e em regiões, afetando a estrutura social e ambiental do local. Com melhor formação na educação básica com elementos de ACT bem trabalhados, é expectativa de que maior seja a participação social em temáticas que envolvam a C&T e melhores sejam as atitudes de grupos que estejam responsáveis pela gestão e tomada de decisões nos momentos necessários.

Com a unidade 29 fica claro a influência superior das figuras mais altas do partido sobre a de Legasov, que continua insistindo para que Shcherbina interfira no processo.

Outro momento em que essa relação fica clara dentro do enfoque narrativo da série é quando o comitê se reúne para discutir sobre a chance de nova explosão no reator. Essa unidade

já foi apresentada anteriormente em outra categoria, mostrando novamente a relação de uma categoria com outra.

Tabela 20. Unidade de análise nº25: o comitê se reúne para impedir uma crise ainda maior.

Episódio 2: Unidade de análise nº 25	
Tempo da Cena: 48min07s	Indicador de ACT: relações de poder no meio científico e tecnológico; relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; conhecimentos específicos do meio científico; aspecto controverso de problemas científicos.
Descrição da cena: o comitê central do partido se reúne para avaliar as ações para o controle do acidente, com pressão sobre o secretário geral e líder da União Soviética, Gorbachev. Como figura de liderança, as decisões são tomadas de acordo com sua autorização. Ao chegar na reunião, o secretário inicia de forma dura a sua fala.	
Falas e detalhamento da cena: Gorbachev: “<i>Eu tenho dez minutos. Aí tenho de voltar ao telefone e pedir desculpas aos nossos amigos. Pedir desculpas aos nossos inimigos. Nosso poder vem da percepção do nosso poder. Vocês entendem o estrago que isso causou? Entendem o que está em jogo? Boris.</i>” Shcherbina: “<i>O professor Legasov fará o relatório.</i>” Legasov: “<i>Há boas notícias. Os despejos estão ajudando a apagar o fogo. Houve redução de emissões de radionuclídeos</i>” ... “<i>Também há outro problema. O combustível nuclear não esfria só porque não está em chamas. Na verdade, a temperatura subirá devido à areia que jogamos. O urânio derreterá a areia, criando um tipo de lava que começará a derreter a proteção abaixo.</i>” Gorbachev: “<i>Você criou lava.</i>” Legasov: “<i>Eu previ isso. Eu pensei que daria tempo de reforçar a camada de concreto antes que a lava chegasse ao solo e contaminasse a água, mas pelo que parece, eu me preocupei com a coisa errada. Eu havia entendido que os grandes tanques de água abaixo do reator estavam vazios. Esta é Ulana Khomyuk, do Instituto Bielorrusso. Graças à dedução dela, sabemos agora que os tanques estão cheios, na verdade.</i>” Gorbachev: “<i>De água. E por que isso é um problema?</i>” Khomyuk: “<i>Ao entrar nos tanques, a lava vai superaquecer de imediato e vaporizar quase sete mil metros cúbicos de água, causando uma explosão térmica significativa.</i>” Gorbachev: “<i>Significativa como?</i>” Detalhamento: Khomyuk dá o relato do problema imenso que surge e Legasov completa com as ações necessárias e o sacrifício necessário para lidar com a situação que pode se desenrolar numa catástrofe. Khomyuk: “<i>Estimamos entre dois e quatro megatons. Tudo dentro de um raio de 30km será totalmente destruído. Incluindo os três reatores restantes em Chernobyl. A totalidade do material radioativo em todos os núcleos será expelida com máxima potência e espalhada por uma enorme onda de choque, que se estenderá por 200km aproximadamente e deve ser fatal para toda a população de Kiev e uma parte de Minsk. A liberação de radiação será severa. E seu impacto será sentido na Ucrânia Soviética, Letônia, Lituânia, Bielorrússia, assim como Polônia, Tchecoslováquia, Hungria, Romênia e a maior parte da Alemanha Oriental.</i>” Gorbachev: “<i>O que quer dizer com "impacto"?</i>”	

Legasov: *“Nessa região, a interrupção quase permanente do suprimento de comida e água. Grande aumento de casos de câncer e defeitos congênitos. Não sei quantas mortes, mas muitas. Para Bielorrússia e Ucrânia, o impacto significa que ficarão completamente inabitáveis por no mínimo 100 anos.”*

Gorbachev: *“E quanto tempo até isso acontecer?”*

Legasov: *“Entre 48 e 72 horas. Mas talvez tenhamos uma solução. Podemos bombear a água dos tanques. Infelizmente, os tanques estão selados por uma comporta, que só pode ser aberta manualmente por dentro do sistema de dutos. Então precisamos encontrar três operários familiarizados com a usina para entrar no porão aqui, seguirem por todos esses dutos, chegar na válvula da comporta e nos dar o acesso necessário para esvaziar os tanques. Precisaremos da sua permissão, claro.”*

Gorbachev: *“Minha permissão para quê?”*

Legasov: *“A água nesses dutos... O nível de contaminação radioativa... Eles estarão mortos em uma semana. Precisamos da sua permissão para matar três homens.”*

Detalhamento: após dar a autorização, a reunião se encerra com pesar demonstrado por Gorbachev.

Previamente, essa unidade foi utilizada para discutir a parte dos conceitos apresentados por Legasov e Khomyuk acerca do potencial risco do acidente ser ainda pior por conta da água ainda armazenada no reator. Mas se olharmos para a fala do ministro Gorbachev, ele destaca que está em processo de ligar para aliados e inimigos para se desculpar pelo acidente, encerrando que o poder aferido ao estado vem da percepção de outros do seu poder. Essa unidade permite refletir sobre como o desenvolvimento da C&T de uma nação está também associado ao seu poder de atuação e relevância no cenário internacional. Esse argumento é mais discutido por Hurd (1958) quando destaca o interesse social nas ciências por conta do status de poder tecnológico e militar dos EUA frente ao resto do mundo. E nessa mesma unidade, ainda há a tomada de decisão dos responsáveis por gerenciar a crise, sendo que os cientistas e ministros abaixo de Gorbachev apresentam toda a situação ao ministro e aguardam suas ordens para que possam executar o que foi discutido. Apenas com sua autorização, é possível aplicar todas as recomendações feitas com base no conhecimento científico e tecnológico acerca do problema.

Essa cena permite uma variedade de reflexões importantes que entornam a ACT, sendo um momento rico para ser pausado e discutido.

Trazendo mais uma unidade para enfoque, temos a cena na qual Legasov conversa com Khomyuk e Shcherbina na tentativa de elaborar um plano de ação que possa ser levado ao comando soviético para revisão dos reatores do tipo RBMK que ainda estavam em operação.

Tabela 21. Unidade de análise nº58: Shcherbina, Legasov e Khomyuk discutem cenários após Viena.

Episódio 4: Unidade de análise nº 58

Tempo da Cena: 54min25s	Indicador de ACT: noções sobre cientista e ciência (natureza da ciência); poder e controle público sobre a ciência.
Descrição da cena: Shcherbina promove um encontro escondido com Khomyuk e Legasov para avisar sobre os próximos planos do comitê para testemunhos internacionais sobre o acidente.	
Falas e detalhamento da cena: Shcherbina: <i>“Eu sinto muito por tudo isso. Mas precisávamos falar com você em algum lugar sem...”</i> Legasov: <i>“Eles vão colocar Dyatlov em julgamento, e Bryukhanov e Fomin. Nós vamos ser convidados a dar testemunho de especialista, todos os três de nós. Mas isso é... Antes que isso aconteça...”</i> Shcherbina: <i>“O Comitê Central está enviando Legasov para Viena. É a sede da...”</i> Khomyuk: <i>“Agência de Energia Atômica. Eu sei o que é em Viena. O que eles estão pedindo para você fazer?”</i> Legasov: <i>“Dizer ao mundo o que aconteceu.”</i> Khomyuk: <i>“Bem, então é melhor você saber o que aconteceu. Eu construí uma linha do tempo, minuto por minuto. Segundo a segundo em alguns momentos. Cada decisão, cada botão, cada volta de um interruptor.”</i> Legasov: <i>“E? Eles são culpados?”</i> Khomyuk: <i>“Sim. De incompetência bruta, violação de regulamentos de segurança, imprudência além da crença. Mas a explosão? Não tenho certeza.”</i> Legasov: <i>“O que você quer dizer com você não tem certeza?”</i> Khomyuk: <i>“Eu analisei os dados. Toptunov estava dizendo a verdade. Eles fecharam o reator e aí explodiu. Acho que este artigo tem a resposta, mas duas páginas foram removidas. Você já viu isso antes.”</i> Legasov: <i>“Por favor, acredite em mim quando digo que eu não tinha ideia de que isso poderia causar uma explosão. Nós não sabíamos.”</i> Khomyuk: <i>“Vocês não sabiam de que?”</i> Legasov: <i>“Em 1975, em um reator RBMK em Leningrado, um canal de combustível se rompeu. Os operadores pressionaram o AZ-5, mas em vez da força cair imediatamente, por um breve momento, subiu.”</i> Khomyuk: <i>“Como isso é possível?”</i> Legasov: <i>“Bem, esta foi a mesma questão colocada por um colega meu chamado Volkov. Ele é quem escreveu este artigo. Quando um reator RBMK funciona com baixa potência, é notoriamente instável. Propenso a oscilações em reatividade. Sob circunstâncias normais, as hastes de controle podem compensar isso.”</i> Khomyuk: <i>“Sob circunstâncias normais. A equipe de Chernobyl paralisou o reator durante o teste. Eles puxaram quase todas as hastes de controle para trazer a força de volta.”</i> Legasov: <i>“Isto é o que Volkov aprendeu de Leningrado. Se as hastes de controle de boro são completamente retiradas do reator, quando elas são colocadas de volta, a primeira coisa que entra no núcleo não é o boro. É grafite. As hastes de controle possuem pontas de grafite que desloca a água e o vapor. Então a reatividade não diminui. Aumenta dramaticamente.”</i> Shcherbina: <i>“Por que diabos eles apertariam esse botão?”</i> Khomyuk: <i>“Eles não sabiam.”</i> Legasov: <i>“Volkov avisou o Kremlin, dez anos atrás. Mas não poderia haver dúvida sobre a supremacia da indústria nuclear soviética.”</i> Shcherbina: <i>“A KGB classificou-a como um segredo de estado.”</i>	

Legasov: *“Quando vi o reator explodido, Eu ainda não achei que poderia ser essa falha no AZ-5. Porque a falha não levará a uma explosão a menos que os operadores tenham empurrado o reator para o limite do desastre.”*

Shcherbina: *“Então é culpa deles?”*

Legasov: *“Sim.”*

Khomyuk: *“Mas não é só culpa deles.”*

Legasov: *“Não.”*

Khomyuk: *“É isso que você vai dizer em Viena?”*

Shcherbina: *“Você não pode ser ingênua assim.”*

Khomyuk: *“Existem 16 reatores RBMK funcionando na União Soviética agora. Nós temos que consertá-los. A única maneira de fazer isso é ir a público, obrigar o Comitê Central a tomar medidas.”*

Shcherbina: *“O que você está propondo é que Legasov humilhe uma nação que é obcecada por não ser humilhada. Podemos fazer um acordo com a KGB. Você vai deixar essa informação de fora em Viena, e silenciosamente nos deixam consertar os reatores restantes.”*

Khomyuk: *“Um acordo com a KGB? E eu sou "ingênua".”*

Shcherbina: *“Eles vão atrás de sua família, eles vão atrás de seus amigos.”*

Khomyuk: *“Você tem a chance de falar com o mundo, Valery. Se essa chance fosse minha...”*

Shcherbina: *“Mas não é, certo? Eu conheço almas mais corajosas do que você, Khomyuk. Homens que tiveram seu momento e não fizeram nada. Porque quando é a sua vida e a vida de todos que você ama, sua convicção moral não significa nada. Te abandona. E tudo o que você quer nesse momento não é ser baleado.”*

Khomyuk: *“Você conhece o nome Vasily Ignatenko?” ... “Ele era um bombeiro. Ele morreu duas semanas após o acidente. Eu tenho procurado sua viúva. Ela deu à luz. Uma garota. O bebê viveu por quatro horas. Eles disseram que a radiação teria matado a mãe, mas o bebê absorveu em vez disso. O bebê dela. Nós vivemos em um país onde as crianças têm que morrer para salvar suas mães. Para o inferno com o seu negócio. E para o inferno com nossas vidas. Alguém tem que começar a dizer a verdade.”*

Nessa cena, vemos o lado de controle exercido sobre os recursos de C&T de uma forma que se encaixa na narrativa da série de apresentar o comando da KGB como vilões na série. Na tentativa de corrigirem os reatores RBMK ainda em funcionamento na união soviética, Shcherbina propõe um acordo com a KGB e com a liderança principal da nação de forma a fazer os ajustes em silêncio, garantindo também a omissão de informações por parte de Legasov ao relatar o caso do acidente para o mundo em seu testemunho em Viena.

Alguns fatores chamam a atenção na cena para além do próprio controle que exercem sobre uma medida de contenção necessária para evitar novos acidentes no mesmo nível de gravidade de Chernobyl, sobrepassando o conhecimento científico e tecnológico que os envolvidos possuem no assunto. No julgamento, Legasov afirma que os erros estruturais nos reatores, que foram autorizados pelo comando soviético, são relacionados, em parte, ao seu custo, reforçando o controle da atividade científica e tecnológica por aspectos econômicos, o

que contrasta com as considerações já citadas de Fourez (1994). Outro fator interessante também está no trecho em que Shcherbina sugere que ao fecharem o acordo com a KGB, talvez permitam as correções nos reatores de forma silenciosa, sem que haja divulgação do processo, de forma a sustentar a percepção de poder que Gorbachev cita em episódio anterior.

A abordagem de elementos de ACT nessa cena foge um pouco da abordagem conceitual e se centra numa análise crítica da narrativa apresentada, buscando explicitar as complexas relações que estão envolvidas no meio da C&T quando expandimos o olhar para além dos conceitos desenvolvidos.

Encerrando mais uma categoria, é perceptível que aqui o grau de complexidade de temáticas de ACT a serem levados para o contexto escolar por meio da série já se apresenta de forma mais limitada e muito centrado na escolha narrativa tendenciosa da produção, exigindo muito estudo dos referenciais de ACT e um conhecimento mais amplo tanto da série quanto dos fatos do acidente para que articulações mais eficazes em termos de ensino e aprendizagem possam ser realizadas.

6.2.5. Categoria V: relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente

Nessa categoria serão discutidos os momentos da série que permitem levantar considerações sobre as relações que o conhecimento em ciência e tecnologia possui com a construção da cultura e comportamento social, afetando também o ambiente nos quais essa construção ocorre. Aqui se encontra uma similaridade ao eixo estruturante da ACT proposto por Sasseron e Carvalho (2011) que trata das relações CTSA em si, se aproximando mais deste referencial, mas sem descaracterizar que, na visão de outros autores (Fourez, 1994; Milaré e Richetti, 2021), o desenvolvimento de compreensões sobre a educação CTSA se engloba ao referencial dos objetivos da formação básica segundo a Alfabetização Científica e Tecnológica.

Como a série apresenta o contexto de um acidente e todos os efeitos que foram causados por este na sociedade local, há ao longo de toda a produção a possibilidade de se discutir como a opção por métodos técnicos de produção de energia podem afetar o ambiente e o desenvolvimento local de uma região, possibilitando também parear essas discussões com conceitos científicos específicos para discutir tópicos como eficiência, corrente elétrica, entre outros.

Reforçando novamente que nessa categoria, assim como nas categorias de II até IV, a subjetividade das unidades de análise é presente e pode ou não condizer com as concepções do leitor com base em seu envolvimento com o referencial.

Como primeira unidade de análise, temos a seguinte.

Tabela 22. Unidade de análise nº9: o fogo na usina é observado por funcionários no hospital de Chernobyl.

Episódio 1: Unidade de análise nº 9	
Tempo da Cena: 22min54s	Indicador de ACT: conceitos básicos das ciências naturais; caráter de observação e interpretação de fenômenos científicos; relação social da ciência e da tecnologia.
Descrição da cena: no hospital da cidade de Pripyat, um médico e uma enfermeira atendem partos, enquanto observam o fogo da usina na distância.	
Falas e detalhamento da cena: Detalhamento: A enfermeira, enquanto observa o fogo na usina pela janela do hospital, questiona o médico sobre os estoques do hospital de Iodo estável. Enfermeira: <i>“Trouxeram alguém do incêndio?”</i> ... Médico: <i>“Incêndio?” ... “Não deve ser tão grave.”</i> Detalhamento: na sequência, a enfermeira questiona sobre o estoque de medicamento que pode inibir parcialmente a absorção de radiação em casos emergenciais. Enfermeira: <i>“Temos estoque de Iodo?” ... “Pílulas de Iodo.”</i> Médico: <i>“Pílulas de Iodo? Por que teríamos pílulas de Iodo?”</i> Detalhamento: após a resposta do médico, a enfermeira aparenta certa preocupação.	

Nessa unidade pode-se perceber pela reação da personagem da enfermeira uma certa preocupação quando o médico local questiona sobre a necessidade de terem pílulas de Iodo. O Iodo em pílula é apresentado posteriormente na série como um recurso para impedir que a tireoide absorva Iodo radioativo, em diferente isótopo. A ausência dessas pílulas impacta diretamente na saúde pública local em caso de acidente com emissão de partículas radioativas. Nesse contexto, é possível trazer para consideração questões como a ausência de adequação local às possíveis situações emergenciais que venham a apresentar risco para a comunidade, bem como a questão da falta de preparo dos profissionais locais com relação ao contexto em que estão inseridos, visto que na fala do médico não houve qualquer identificação por parte do personagem com a questão do fogo na planta da usina e a possibilidade de um acidente que represente uma ameaça para a população local. Como a cidade de Pripyat foi projetada para receber operários e funcionários da usina de Chernobyl, seria interessante que a comunidade que se desenvolveu naquele ambiente tivesse acesso à treinamentos associados aos riscos daquele meio de produção de energia e quais atos podem vir a ser tomados em caso de emergência.

A questão do preparo e clareza para com a comunidade local sobre o ambiente em que se encontram em relação aos recursos científicos e tecnológicos presentes naquele espaço é um dos elementos que pode render diálogos e comparações interessantes, mostrando como a utilização destes recursos pode mudar e moldar as condições de vida local. Entretanto, esse diálogo, se promovido por meio da série, pode enfatizar demais os elementos negativos desta relação CTSA, uma vez que o acidente é o foco da produção, podendo induzir visões inadequadas sobre o conceito científico de radiação e toda a questão dos recursos disponíveis para que essa forma de operação energética possa prosperar. Não há também na série qualquer discussão sobre outras formas operacionais viáveis para obtenção de energia, o que também pode levar a entender que a escolha pela produção nuclear esteja atrelada à temáticas armamentistas presente no momento da Guerra Fria, que configura o momento histórico no qual os fenômenos da série ocorrem.

Essa abordagem mais negativa das relações CTSA deve ser abordada com cuidado pelo docente que opte por trabalhar com a série, uma vez que o desenvolvimento da C&T também permitiu a construção de redes de saneamento básico e proporcionou maior segurança quanto à impactos na saúde pública ao longo da história. É interessante que não se crie uma visão crítica do desenvolvimento científico e tecnológico que seja pura e simplesmente pela crítica em si, sem que haja uma consideração de quais possíveis colaborações o desenvolvimento traz para o meio social, a fim de evitar que noções de pseudociência ou anticientíficas também se propaguem pela promoção de questionamentos vagos e sem coerência.

Continuando uma análise dos impactos do acidente à nível socioambiental, temos o seguinte trecho.

Tabela 23. Unidade de análise nº46: soldados iniciam a evacuação da zona de exclusão de Chernobyl.

Episódio 4: Unidade de análise nº 46	
Tempo da Cena: 35s	Indicador de ACT: relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; relações de poder no meio científico.
Descrição da cena: uma moradora de um vilarejo nos arredores de Chernobyl é convocada para deixar seu lar. Um soldado dá a ordem de evacuação enquanto aguarda a ação da moradora.	
Falas e detalhamento da cena: Soldado: <i>“É hora de ir. Você me ouviu? Isto é uma evacuação. Você está entendendo? Você tem que vir comigo.”</i> Moradora: <i>“Por quê?”</i> Soldado: <i>“Porque eles me disseram, então eu estou falando pra você agora. Todos nesta aldeia, todos tem que ir. Não é seguro aqui. Há radiação no ar.”</i>	

Detalhamento: a moradora continua ordenhando a vaca em seu estaleiro. Não seguindo a ordem do soldado.

Soldado: *“O que tem de errado com você?”*

Moradora: *“Você sabe quantos anos eu tenho?”*

Soldado: *“Eu não sei. É velha.”*

Moradora: *“Eu tenho 82 anos. Eu vivi aqui toda a minha vida. Bem aqui, aquela casa, esse lugar. Por que me importar com segurança?”*

Soldado: *“É o meu trabalho. Não cause problemas.”*

Moradora: *“Problemas? Você não é o primeiro soldado a ficar aqui com uma arma. Quando eu tinha 12 anos, a revolução veio. Os homens do czar. Então bolcheviques. Garotos como você marchando em filas. Eles nos disseram para sair. Não. Então houve Stalin e sua fome, o Holodomor. Meus pais morreram. Duas das minhas irmãs morreram. Eles disseram ao resto de nós para sairmos. Não. Então a grande guerra. Garotos alemães. Garotos russos. E mais soldados, mais fome, mais corpos. Meus irmãos nunca voltaram para casa. Mas eu fiquei e ainda estou aqui. Depois de tudo o que vi... então eu deveria sair agora por causa de algo que não consigo ver? Não.”*

Soldado: *“É hora de ir. Por favor, levante-se agora. Este é seu último aviso.”*

Detalhamento: o soldado saca uma pistola e mata a vaca da moradora.

Soldado: *“É hora de ir. Vamos.”*

Na cena de abertura do quarto capítulo, acompanhamos a complexa evacuação da população ainda presente na zona de exclusão definida pela equipe de Legasov e Shcherbina com a finalidade de evitar que mais pessoas fossem afetadas pelos traços de radiação que ficariam presentes por um longo período naquela região. Aqui temos um contraste que mostra que as soluções científicas, ainda que necessárias por medidas de segurança ou quaisquer outros motivos, não são garantidoras de efeitos positivos imediatos e que, por vezes, criam impactos problemáticos no contexto de vida de uma população. Percebemos pela personagem da moradora do vilarejo o quão sua vida naquele lugar havia tido momentos de extrema dificuldade e sofrimento, mas que sempre se manteve naquele local, ainda com as guerras e a fome. No momento que é solicitada sua evacuação, ela questiona por que deveria abandonar a região sendo que já sofreu mais por coisas que pôde ver, enquanto agora mal podia ver os problemas em seu caminho, fazendo menção ao fato de que a radiação é um problema que não se enxerga. Nessa construção da cena, podemos perceber que há nessa personagem uma representação de tudo o que foi vivido por outras pessoas naquele momento, mostrando o impacto em suas vidas pessoais e a questão de não saberem quando poderiam retornar aos seus lares.

Ainda no contexto de mostrar como a população local foi afetada devido ao acidente com a usina nuclear, há a cena de evacuação de Pripyat.

Tabela 24. Unidade de análise nº23: é iniciada a evacuação da cidade de Pripyat.

Episódio 2: Unidade de análise nº 23	
Tempo da Cena: 41min15s	Indicador de ACT: relações sociais da ciência.
Descrição da cena: cena destaque do episódio na qual vários ônibus, soldados e veículos militares são mobilidades para evacuação da cidade de Pripyat.	
Falas e detalhamento da cena: Detalhamento: a evacuação é informada como temporária no aviso geral à população. Orientações são dadas por meio de um alto falante instalado em um veículo militar. Legasov e Shcherbina observam a cidade sendo esvaziada.	

Nessa cena, o destaque se dá pela atmosfera insegura e negativa dada pela escolha narrativa, trilha sonora e a compreensão do contexto de risco e imprevisibilidade demonstrado naquele momento. O aviso de evacuação temporária não se sustentou, sendo que não houve um retorno autorizado para a aquela região.

Os poucos momentos que a série permite um diálogo que possa abrir espaço para discussões mais positivas do desenvolvimento científico e tecnológico e relação com a sociedade se dá nos momentos os recursos são empregados para solucionar a crise em si, como o uso de robôs na limpeza dos telhados, aplicação dos dosímetros na hora de ser estabelecida a zona de exclusão e seus limites, bem como na construção de um trocador de calor para impedir o derretimento total do núcleo e a poluição dos lençóis freáticos que são próximos aos reatores de Chernobyl, ainda que os recursos estejam sendo empregados para solucionar uma crise provocada pelo mau emprego de um recurso derivado da C&T.

Para que essa categoria seja bem explorada num contexto escolar, cabe uma imersão maior do docente no conteúdo da série e nos próprios documentos que dissertem sobre o acidente, a fim de melhor estruturar uma proposta de aula que mostre a complexa relação CTSA para que o referencial seja bem atendido e explorado por meio da produção.

Como já discutido anteriormente, o excesso de perspectivas mais negativas em torno da relação com a ciência e tecnologia apresentadas na série pode tornar mais difícil que os momentos de relações mais positivas sejam identificados por estudantes sem que o professor possa orientar os caminhos da prática pedagógica envolvendo o uso da série.

6.2.6. Categoria VI: a sensibilização pública e a indução narrativa

Esta categoria foi proposta com base nas unidades de análise identificadas ao longo da elaboração do perfil geral da minissérie, que foi descrito na abertura deste capítulo. O objetivo

aqui, reforçando novamente, não foi julgar veracidade de fatos históricos envolvendo o acidente, mas sim avaliar um dos aspectos mais marcantes na série que é sua narrativa em torno da sequência de atitudes tomadas pelos representantes do partido soviético que foram apontados para solucionar a crise nuclear resultante do acidente.

Ao longo de toda a produção, são várias as cenas em que conflitos éticos e políticos, também se incluem aqui os científicos, são decididos de maneira impositiva sem muita consideração ao debate e à população em risco nas proximidades da usina. Embora isso possa ser atribuído também à urgência do acidente e suas consequências, há a questão de que a narrativa busca a comoção pública construída em momentos de tensão e sofrimento do povo soviético e entrelaça esses momentos aos atos cometidos pelo comitê responsável por gerenciar as ações relacionadas ao acidente.

Essa categoria apresenta poucas relações com a ACT em si no que tange aos objetivos educacionais do campo, mas é proposta para fechar o trabalho em termos analíticos devido à sua relação com o imaginário científico e histórico que pode criar com base em tendências notadas ao longo de toda a produção.

Como exemplo, partimos da seguinte unidade.

Tabela 25. Unidade de análise nº11: é iniciada a evacuação da cidade de Pripjat.

Episódio 1: Unidade de análise nº 11	
Tempo da Cena: 37min55s	Indicador de ACT: hierarquia envolvida na aplicação de conhecimentos científicos; controle e decisões humanas associadas ao uso de recursos de ciência e tecnologia; relações do poder público com a ciência e a tecnologia.
Descrição da cena: Bryukhanov, Fomin e Dyatlov recebem o restante da equipe de engenheiros chefes da usina e um membro da velha guarda do partido comunista que reside em Pripjat. Num diálogo tenso, decidem o curso de ação para a cidade.	
Falas e detalhamento da cena: Detalhamento: Enquanto a equipe se posiciona na sala, Bryukhanov já avisa que se encontram em um ambiente seguro e que as paredes da sala subterrânea sustentam ataques intensos. Após relatar que um comitê seria formado para investigar o acidente, Bryukhanov avisa que foi responsabilizado por passar o status da situação para o restante dos presentes. Bryukhanov: <i>“Primeiro... o acidente está bem sob controle. Segundo... porque os esforços da indústria nuclear soviética são segredos de estado, é importante asseguremos que esse acidente não tenha consequências adversas.” ... “Um contingente militar será deslocado para Pripjat.”</i> Engenheiro: <i>“O quão grande o contingente?”</i> Bryukhanov: <i>“Até 4 mil soldados.”</i>	

Detalhamento: Bryukhanov olha com certa preocupação para a reação que seu colega teria com o número de soldados que seria enviado.

Engenheiro: *“E quanto a radiação?”*

Fomin: *“Temos doses pequenas, mas estão limitadas à área da usina apenas.”*

Engenheiro: *“Não, não está!” ... “Há homens vomitando lá fora.” ... “Bryukhanov, o ar está brilhando!” ... “Devemos evacuar a cidade!”*

Detalhamento: após discussão na qual o engenheiro questiona as informações passadas por Bryukhanov, Fomin e Dyatlov, o membro sênior do partido toma atenção da reunião para si, centralizando o poder de fala até a conclusão da reunião.

Representante do partido: *“Às vezes caímos vítimas do medo, mas nossa fé no socialismo soviético, sempre será recompensada.” ... “O estado diz que a situação é segura, tenhamos fé camaradas. O estado diz que quer prevenir pânico, que escutemos. É verdade, quando o povo vir a polícia, vai sentir medo, mas falo por experiência que quando perguntarem coisas que não são do seu interesse, devemos apenas dizer para que todos se concentrem no seu trabalho e que deixem questões do estado para o estado.” ... “Fecharemos a cidade, ninguém sai e cortaremos as linhas telefônicas para contermos a proliferação de falsas informações... seremos todos recompensados pelo que fizemos aqui esta noite. Esse é o nosso momento de brilhar”*

Detalhamento: a autoridade máxima do membro sênior não é questionada. A reunião se encerra com aplausos à sua fala, ainda que tenhamos expressões de descontentamento por parte da equipe.

Aqui é possível notar que a forma como é apresentada a reunião e a figura da liderança local do partido comunista soviético. Apesar de haver uma troca de ideias entre os colegas para tentarem chegar ao que deveriam ser as ações imediatas na usina para garantir o controle da situação e os questionamentos de parte da equipe serem de engenheiros preocupados com os índices de radiação, o responsável local se preocupa com a exposição de notícias e a possibilidade de informações que possam ferir a imagem do estado saiam de controle.

Em outros momentos o aspecto do controle também aparece, como quando vão buscar o robô *Joker*, alemão, para a limpeza da sessão do telhado do reator 4 que nomearam de *Masha*.

Tabela 26. Unidade de análise nº54: a tentativa de utilização do robô “Joker” na região “Masha”.

Episódio 4: Unidade de análise nº 54	
Tempo da Cena: 35min20s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; concepção salvacionista da tecnologia; relações políticas na ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina recebem o robô alemão e o colocam para teste na região mais perigosa do telhado do prédio do reator.	
Falas e detalhamento da cena:	
Tarakanov: <i>“Coringa. É o que os alemães denominaram: “Coringa”.</i> ”	
Shcherbina: <i>“Está pronto?”</i>	

Tarakanov: “*Está pronto.*”

Operador (piloto): “*Motores, bom. Sinais bons.*”

Tarakanov: “*Tudo bem, vamos com calma. Avance um metro, inverte um metro.*”

Operador (piloto): “*Avançar um. Inverter um...*”

Tarakanov: “*Você perdeu o sinal?*”

Operador (piloto): “*Não é o sinal. É o veículo. Está morto.*”

Detalhamento: Shcherbina sai enfurecido da sala de controle do robô e entra em ligação com um membro do comitê para informar sobre o robô alemão.

Shcherbina: “*Claro que eu sei que eles estão ouvindo! Eu quero que eles ouçam! Eu quero que eles ouçam tudo! Você sabe o que estamos fazendo aqui?! Diga a esses gênios o que eles fizeram! Eu não dou a mínima! Diga-lhes! Vá dizer a eles! Ryzhkov! Vá dizer-lhes que ele é uma piada! Diga para a porra do Gorbachev! Diga-lhes!*”

Detalhamento: ao sair da vã com o telefone, Shcherbina informa a posição do Estado para Tarakanov e Legasov.

Shcherbina: “*A posição oficial do Estado é que uma catástrofe nuclear global não é possível na União Soviética. Eles disseram aos alemães que o mais alto nível detectado de radiação foi de 2.000 Roentgen. Eles deram-lhes o número de propaganda. Esse robô nunca iria funcionar... Precisamos de um novo telefone.*”

Quando Shcherbina fala ao telefone de forma irritada e respondendo que não liga de estarem ouvindo a ligação, é possível concluir que do outro lado da linha havia alguém preocupado com o tom do ministro e a possibilidade de isso ser encarado como uma afronta pelo estado. E após a ligação, Boris explica que o estado se posicionou de forma enganosa nas relações exteriores ao solicitar auxílio aos alemães, informando números falsos em relação à radiação local. Essa atitude reforça o aspecto que a narrativa atribui às lideranças que estão mais preocupadas com a questão logística de competição e segurança internacional frente ao seu potencial e soberania nuclear.

Embora o contexto de Guerra Fria seja uma possível justificativa para os segredos e o cuidado nas ações do comitê em relação ao apreço pelo controle das informações, a narrativa em momento algum destaca esse momento e seus possíveis desdobramentos, influenciando a formação de apatia ao comando da operação e alguns indivíduos envolvidos no acidente.

Entre outros diversos momentos em que há a indução narrativa pela sensibilização com a situação, se encontra também o diálogo entre Legasov e Charkov, da KGB, após o testemunho do cientista no julgamento do quinto capítulo da série.

Tabela 27. Unidade de análise nº66: Legasov é levado pela KGB após seu testemunho contra o governo.

Episódio 5: Unidade de análise nº 66

Tempo da Cena: 56min34s	Indicador de ACT: poder e influência pública no meio científico; noções sobre ciência e cientista.
Descrição da cena: após o julgamento, Legasov é levado pela KGB.	
Falas e detalhamento da cena: Charkov: <i>“Valery Alexeyevich Legasov, filho de Alexei Legasov, Diretor de Cumprimento Ideológico do Comitê. Sabe o que seu pai lá fazia?”</i> Legasov: <i>“Sim.”</i> Charkov: <i>“Quando estudante teve uma posição de liderança em Komsomol. Juventude Comunista, certo?”</i> Legasov: <i>“Já sabe.” ... “Sim.”</i> Charkov: <i>“No Instituto Kurchatov, você era o secretário do Partido Comunista. Nessa posição, limitou a promoção de cientistas judeus.” ... “Para lambar as botas ao Kremlin. Você é um dos nossos, Legasov. Posso fazer o que quiser com você, mas o que quero principalmente é que você saiba que eu sei, você não é corajoso. Você não é heroico. É apenas um homem morrendo, que se esqueceu de si próprio.”</i> Legasov: <i>“Eu sei quem sou e sei o que fiz. Num mundo justo, eu seria morto pelas mentiras, mas pela verdade, não.”</i> Charkov: <i>“Cientistas e a sua obsessão absurda pelos motivos. Quando a bala entrar no seu crânio, o que é que importa?! Por quê?! Ninguém vai morrer, Legasov. O mundo inteiro te viu em Viena. Seria vergonhoso matá-lo agora. E para quê? O seu depoimento de hoje não será aceito pelo Estado. Não vai ser espalhado na imprensa. Nunca aconteceu. Você viverá o tempo que lhe resta, mas não como cientista. Nunca mais. Manterá o seu título e o seu escritório, mas nenhum dever, nenhuma autoridade, nenhum amigo. Ninguém vai falar com você. Ninguém irá escutá-lo. Outros homens, inferiores a você, receberão o mérito do que você fez. O seu legado agora é deles. Viverá tempo suficiente para ver isso. Qual foi o papel de Shcherbina nisto?”</i> Legasov: <i>“Nenhum. Ele não sabia o que eu ia dizer.”</i> Charkov: <i>“Qual foi o papel de Khomyuk nisto?”</i> Legasov: <i>“Nenhum. Ela também não sabia.”</i> Charkov: <i>“Após tudo o que disse e fez hoje, seria curioso se escolhesse este momento para mentir.”</i> Legasov: <i>“Acho que um homem da sua experiência reconheceria uma mentira.”</i> Charkov: <i>“Jamais se encontrará ou comunicará com nenhum deles. Jamais comunicará sobre Chernobyl com ninguém. Permanecerá tão imaterial para o mundo que, quando finalmente morrer, será extremamente difícil saber que alguma vez viveu.”</i> Legasov: <i>“E se eu recusar?”</i> Charkov: <i>“Para que preocupar-se com algo que não vai acontecer?”</i> Legasov: <i>“Para que preocupar-se com algo que não vai acontecer? É perfeito. Deviam escrever isso no nosso dinheiro.”</i> Detalhamento: Legasov é levado pela KGB enquanto Khomyuk e Shcherbina assistem na distância.	

Nesse momento da série, é destacado o aspecto controlador do governo soviético, que pune o cientista por seu testemunho e sua afronta a ordem estabelecida pelo comando e o comitê

do acidente, ainda que Legasov tivesse atuado de forma intensa ao longo de toda a crise na tentativa de amenizar os efeitos provocados na explosão do reator.

Esse trecho reforça o estereótipo de vilania traçado para a União Soviética ao longo da série, onde as falhas do estado com diversos grupos sociais envolvidos no acidente são trazidas para evidência a todo momento, tirando a atenção das próprias ações daqueles que se doaram para tentar solucionar a crise.

Embora essa categoria não traga considerações de conceitos ou mesmo da forma como a ciência e a tecnologia se entrelaçam com a sociedade, consideramos importante destacar a forma como as narrativas, o poder e o controle de mídia podem atuar como formadores de opinião acerca de fenômenos nos quais os conhecimentos desses campos são presentes e determinantes no contexto ao qual se envolvem. Esse paralelo pode ser aproximado à questão que é contemporânea em relação às pseudociências e a forma como o conhecimento científico e tecnológico é apropriado por certos grupos na tentativa de se promover concepções inadequadas sobre algumas temáticas, fazendo com que a distorção da significação da C&T crie narrativas e cenários apropriados para captar novos adeptos. No contexto da série, a forma como os fatos são narrados diminui o envolvimento do povo soviético na luta contra a crise enquanto destaca as falhas e escolhas inadequadas baseadas nos conhecimentos de C&T cometidas pelo alto comando do governo induzindo à uma antipatia que se reflete em personagens que, no seu papel, apenas tentam lidar com algo julgado como improvável e inimaginável nas condições em que se encontram.

Assim como a categoria I, sobre os conceitos específicos, essa categoria é presente em todo o momento e define o perfil da série, que pode impactar no imaginário científico, estando mais próxima dos referenciais deste campo do que especificamente da ACT. Entretanto, relações com o contexto da necessidade de uma ACT significativa foram estabelecidos no que diz respeito à forma como pode contribuir para melhores compreensões de fenômenos envolvendo a C&T, o jogo de poder presente no campo e uma afronta à disseminação de informações tendenciosas e as pseudociências.

6.3. O novo emergente: a série Chernobyl sob a perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica como recurso para a educação no contexto formal – uma releitura da obra

Encerrando o trabalho, são retomados alguns argumentos para destacar a série como recurso para a Alfabetização Científica e Tecnológica no contexto da educação formal.

Como destacado anteriormente, a série é uma produção de entretenimento, não sendo um recurso documental para abordagens históricas ou mesmo informativas, descaracterizando a produção como material com qualquer finalidade educacional ou que possa ser utilizado como forma de divulgar a ciência para um público generalizado e não pertencente ao campo da C&T.

Com essas considerações retomadas, destaca-se o potencial da série como recurso de desenvolvimento de elementos da ACT, dando a devida atenção aos fatores que anteriormente foram apresentados ao relatar que a série é um recurso em potencial para a Educação em Ciências com base nos critérios da literatura. Como recurso de ACT, entretanto, a utilização da série já demanda investigações prévias do referencial com maior nível de profundidade por meio do docente para que, no momento da aplicação em contexto educativo, cuidados em relação à um conjunto de fatores sejam tomados, principalmente no que diz respeito a forma como a atividade científica se dá em momentos como o abordado na série e nas relações de poder que dependem muito de fatores históricos e políticos do momento em que a série se passa.

Pelas análises aqui contidas em relação as unidades identificadas pelo processo da ATD, é possível estabelecer uma relação com alguns indicadores de ACT que podem ser parcialmente desenvolvidos em indivíduos por meio da utilização da série Chernobyl (2019), sendo que, assim como o padrão obtido pelas próprias categorias elaboradas e tendo como referência a argumentação de Fourez (1994) sobre os padrões propostos pela NSTA, constata-se o seguinte em relação aos indicadores: (i) a série oportuniza um bom conjunto de momentos para desenvolver, criar ou reforçar a utilização de conceitos científicos e sua integração de valores e saberes para decisões no cotidiano, ainda que neste ponto pouco seja abordado sobre decisões mais comumente apresentadas no contexto da sociedade brasileira, visto que a temática da energia nuclear pouco se apresenta em nossa estrutura socioeconômica. Mas é interessante reforçar que para o aprendizado de conceitos, a série se mostra um material rico; (ii) a série possibilita desenvolver a compreensão de que a ciência e tecnologia deixam suas marcas na sociedade, principalmente dado o contexto de causas e efeitos envolvendo o acidente e os fenômenos radioativos, embora não deixe tão claro que a sociedade também desempenha seu papel e exercer controle sobre as atividades de C&T; (iii) é possibilitado também pela produção

o desenvolvimento de concepções que reconheçam o limite e a utilidade da ciência e tecnologia no progresso do bem estar humano, ainda que a série propicie momentos de reflexão que se aproximam muito mais do aspecto negativo deste contexto dado o caráter do acidente e dos danos que foram trazidos para a sociedade; (iv) a série possibilita, em alguns momentos, o contraste entre opinião pessoal e os conhecimentos de cunho científico, principalmente nas cenas onde o conflito entre os cientistas e as lideranças partidárias são colocados em evidência, ajudando a desenvolver certa clareza que opinião e conhecimento constituem coisas diferentes e que, ainda como diferentes, possuem relações em nossa sociedade que também geram situações problema; (v) a série possibilita compreender que existem implicações quanto a aplicação de recursos provenientes do desenvolvimento da C&T e que decisões estão envolvidas nessa aplicação, mesmo que em Chernobyl (2019) seja dado maior destaque às decisões tomadas de forma inadequada dentro da narrativa da produção. Aqui, é oportuno, por exemplo, comparar a aplicação da fissão para energia e para armamentos como forma de refletir acerca de um mesmo conhecimento.

Quanto aos indicadores restantes, há possibilidade de articulação com a série, mas seria necessário um planejamento que explore aspectos mais intrínsecos do contexto do acidente e de relações sociais da C&T que não são explícitas nas cenas, exigindo estratégias que utilizem a série como ferramenta de motivação para discutir saberes, mais do que para necessariamente abordá-los de forma mais direta e explícita.

Ainda que propicie momentos oportunos para o levantamento e aprendizado de aspectos da ACT, o grau de complexidade dos conceitos envolvidos na série, a distância do contexto energético por meio da fissão em contraste com a energia hidrelétrica, solar e eólica do Brasil, bem como o excesso de foco em narrativa de vilania e pouco tempo da série dedicado à diálogos mais explícitos dos aspectos sociais das ciências e das discussões mais científicas envolvendo a problemática do acidente, fazem da série um recurso para ACT que talvez não possa ser tão eficaz se comparado à estratégias que permitam levantar os mesmos pontos e desenvolver os mesmos indicadores sem uma exigência tão grande de tempo e aprofundamento nas análises do material, bem como exigindo menos do próprio espaço escolar. Lembrando que a série por si só é longa se comparada à um filme e realizar a exibição de poucos trechos para estudantes sem exploração do contexto narrativo, que é um dos fortes da série em termos de atuação, trilha sonora e outros aspectos do entretenimento, pode levar à certa resistência com o material, uma vez que sua construção inicial fica fragmentada para o público.

De forma geral, argumenta-se aqui que a série possui sim relevância como recurso para a ACT e traz em suas cenas recursos interessantes para o campo da educação em ciências em

si. Entretanto, as ressalvas são feitas em relação à unidimensionalidade narrativa que segue a tendência de oposição ao regime soviético, o tempo da série e aos fatores não explícitos das relações mais sociais, econômicas e ambientais da produção, exigindo momentos mais bem elaborados em sala de aula em conjunto com a série para uma abordagem satisfatória.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Considerando, portanto, os referenciais estudados, a série se mostra como um recurso relevante e rico para investigação para fins educacionais. Relatamos, no entanto, que: (i) a série carrega tendências narrativas que podem estimular boas discussões, mas que sem essas discussões por parte do docente, os estudantes podem acabar com uma visão pragmática e política de viés único acerca de um acidente com elevado grau de complexidade como episódio na história da humanidade e das ciências naturais; (ii) a série teve sucesso de público e crítica e sua amplitude de alcance por meio de serviços de streaming a tornam um recurso relativamente acessível ao público geral, o que a torna de grande impacto para provocar e estimular o imaginário do público frente ao acidente e às questões de C&T abordadas na produção, mas que esses estímulos, principalmente pela questão do foco narrativo, podem não ser tão adequados para a compreensão de fatores numa visão mais educativa formal; (iii) a série é uma produção longa, embora ainda seja uma minissérie, podendo não ser tão viável de aplicação na íntegra em ambientes escolares; (iv) a série tem forte vínculo com questões de C&T, principalmente por questões conceituais deste campo, o que pode ser observado em diversos momentos. Os vínculos filosóficos e epistemológicos já não são tão explícitos, o que exige maior atenção do docente num cenário no qual vá realizar a aplicação da produção. Essa característica aparenta limitar Chernobyl (2019) ao público do ensino médio nos anos finais da Educação Básica, dada a complexidade de elementos que podem ser abordados pela produção e o próprio grau de dificuldade dos conceitos biológicos, físicos e químicos da produção; (v) a exposição de alguns males causados pela radiação e as condições de trabalho de alguns personagens ao longo da crise reforçam a inviabilidade de trabalhar com a série para públicos de idade próxima do ensino fundamental, dando ainda mais argumentos para o elemento “(iv)” discutido neste ponto.

De maneira geral, a série é um recurso interessante de ser aplicado para o contexto educacional, mas não traz apenas contribuições positivas no que tange ao aprendizado de ciência e tecnologia, contendo também limitações, inadequações e desafios no contexto de sua aplicação.

Com relação ao uso da série Chernobyl (2019) em um contexto de educação formal que vise a aprendizagem de elementos intrínsecos da ciência como objetivo principal, concordamos que há possibilidades significativas do *corpus* de análise para contribuição com a formação do estudante. É necessário, no entanto, que professores que optem por utilizar deste recurso

específico neste contexto de educação estejam atentos a um conjunto de fatores, como os apresentados em nossas discussões frente ao referencial teórico, para que se certifiquem de que: haja espaço físico adequado nas escolas para tal prática; haja condições de exibição do material de forma eficaz em relação aos recursos que a escola possui, como projetores, televisores e conexão com a internet para o caso de exibição via plataforma de streaming; planejamento prévio e conhecimento amplo do docente em relação ao material para que possa guiar as discussões de forma pertinente, com certo domínio sobre como a narrativa pode afetar a aprendizagem de seus estudantes. Como já defendido, é essencial que a série não seja apenas utilizada como um tapa buracos para a ausência de planejamento de uma aula ou que seja simplesmente exibida sem que haja apreciação dos aspectos de ciência nela contidos numa troca de informações com os estudantes, de maneira que se permita explicitar as concepções que foram formadas ou reforçadas durante o processo.

Algumas barreiras em relação à identificação dos estudantes com o contexto da narrativa da série podem ser identificadas também, visto que no Brasil não é tão difundida a ideia de produção de energia via usinas nucleares e de que no nosso território não há número significativo desse tipo de infraestrutura. Esse fator pode dificultar o aprendizado pelos alunos de alguns aspectos como a relevância do tema, ainda que o fator de entretenimento e o sucesso de público e crítica da série sejam motivadores para exibição em contexto escolar como forma de motivar os assuntos do currículo. Outro fator que pode apresentar alguns desafios é a própria natureza conceitual dos conteúdos que são trabalhados na série, que são relativamente complexos e, dependendo da abordagem escolhida pelo docente, podem gerar compreensões sensacionalistas e não coerentes com o aporte teórico do assunto, como por exemplo os momentos em que a série aborda efeitos de radiação. Isso se deve ao excesso de material de cunho fictício que circula na cultura popular e que cobre assuntos similares ao da série Chernobyl, por vezes até envolvendo o episódio do acidente na usina sem que haja qualquer veracidade conceitual na produção.

Consideramos também que, dado o nível de complexidade dos temas abordados com a série, há outros recursos que podem ser utilizados para fomentar discussões da mesma natureza das que foram propostas partindo da produção Chernobyl (2019) como recurso de educação. Ainda assim, dado o sucesso de crítica especializada e público que a série atingiu, gerando impactos na cultura popular e em toda a questão controversa que circunda o acidente na usina de Pripjat, é comum que indivíduos de faixas etárias próximas da adolescência ou na fase adulta entrem em contato com este material. Neste contato, os fatores discutidos anteriormente que estão atrelados as análises via ACT realizadas podem ser colocados em evidência ao longo da

apreciação da série pelo indivíduo, formando opiniões e gerando concepções conforme a narrativa da produção se desenvolve. Com essa possibilidade em foco, a utilização de unidades analíticas específicas da série num contexto de educação formal, como as apresentadas ao longo do trabalho e listadas ao final do corpo do texto, pode ser uma experiência rica para a troca de conhecimento entre professores e estudantes uma vez que há sim oportunidades para se adquirir conhecimento científico e tecnológico, com a devida apropriação e articulação da série para o contexto em que a atividade vá se desenvolver.

Em conclusão, Chernobyl (2019) como recurso de educação científica em espaços formais requer um bom planejamento e estrutura local da unidade escolar para que possa ser aproveitada em toda a potencialidade que apresenta, ainda que não seja um recurso de divulgação científica ou objetivada para o ensino de ciências da natureza.

Quanto à aplicação do recurso em si, se faz necessário um aprofundamento nos estudos com atenção para as tecnicidades de um planejamento didático que intencione utilizar material não educativo como elemento participativo do processo de aprendizagem. Neste sentido, a série se fundamenta como um corpus analítico em potencial para novas pesquisas que busquem novas compreensões sobre este material na finalidade educativa.

Visto que este trabalho não se propôs a elaborar uma pesquisa de investigação das contribuições da utilização da série na educação, mas sim possíveis abordagens frente aos objetivos de uma Alfabetização Científica e Tecnológica e quais potencialidades podem ser inferidas dentro do assunto, há margem para novos trabalhos que busquem estruturas sequências didáticas derivadas das análises aqui realizadas, bem como de outras perspectivas do campo da educação em ciências, desde abordagens teóricas com novos referenciais teóricos como suporte até pesquisas que visem aplicar a série e analisar os momentos gerados em sala de aula a partir da abordagem do pesquisador ou docente. Pesquisas que apliquem a série como ferramenta configuram um potencial que pode auxiliar na construção de conhecimento acerca do uso de recursos audiovisuais na educação em ciências, bem como contribuir para considerações acerca desses recursos como ferramenta para ACT, DC, educação CTSA, entre outros.

No que diz respeito aos elementos da ACT que foram investigados, a série também se mostrou rica para propiciar momentos de reflexão dentro do referencial teórico escolhido. Vale ressaltar que a amplitude do referencial teórico em si, que o torna complexo em suas definições e concordâncias na literatura, pode ser desafiador por vezes, visto que a série aborda múltiplos elementos narrativos que possuem interseção com o campo investigativo da ACT, mas não é objeto didático ou educativo e sim de entretenimento. Essa natureza da série se apresenta como

um fator que dificulta sua interpretação nos olhares da educação em ciências sem que certas tendências narrativas sejam adotadas.

Na pesquisa, a proposição de categorias para as unidades de análise de forma que as categorias fossem claras e abordassem aspectos diferentes umas das outras em seus elementos centrais se provou um desafio, mesmo porque o referencial teórico apresenta indicadores de ACT que não se excluem mutuamente. Contudo, os resultados da pesquisa mostram que o referencial da ACT foi rico para análise do corpus e possibilitou uma leitura diferenciada da série, ainda que tenha se provado um desafio.

Nesse aspecto, perspectivas de pesquisa futura podem buscar olhar para a série por outro referencial teórico e buscando levantar novas considerações sobre a temática.

No que diz respeito ao uso da série num contexto educacional formal do ponto de vista de pesquisador e professor, são sugeridas algumas ações para colegas docentes que optem por realizar a aplicação da série nessa finalidade. Primeiro, é importante destacar que o papel do professor como explorador do recurso Chernobyl (2019) é extremamente importante como forma de se compreender de forma aprofundada o recurso, possibilitando a extração de trechos curtos da série que possam ser utilizados para levantar discussões centradas na ACT ou mesmo em conceitos científicos específicos, uma vez que o uso de conceitos é constante na produção e sejam, talvez, sua maior riqueza em termos de exploração do material. Essa seleção pelo docente pode possibilitar contornar o desafio do tempo dos episódios que dificulta a exposição da série na íntegra em sala de aula ou espaço formal.

Para além do conhecimento específico sobre a série em si, é importante também que o docente se atente para os reais acontecimentos em relação ao acidente e conheça outras versões apresentadas em diálogos e debates reais sobre o assunto, evitando assim perpetuar as tendências narrativas encontradas na produção. Consideramos, inclusive, um esforço demasiado mergulhar na complexidade dessas questões utilizando um acidente tão distante do contexto de vida dos estudantes, sendo que os elementos sociais, históricos e as relações de poder e CTSA da ciência podem ser abordadas com a utilização de problemas mais próximos da nossa nação e história, bem como de multiplicidade de fatos mais simples de ser colocada em pauta para discussão. Ainda assim, caso o docente opte por trilhar este caminho complexo em suas aulas, é importante que esteja preparado para mediar discussões e propor reflexões que auxiliem na real compreensão de seus estudantes sobre as questões de ACT e a problemática social e histórica do acidente, evitando que o momento de aprendizado seja tomado por opiniões pessoais ou perspectivas políticas puristas sobre o assunto.

Pensando em uma aplicação prática para a produção no contexto escolar, são ricas as oportunidades de investigação sobre a radiação em si e comparações sobre diferentes escalas de comprimento de onda e seus efeitos em diferentes materiais, caindo bem para projetos que abordem de forma interdisciplinar os conteúdos de biologia, física e química contidos na natureza deste estudo.

Encerrando, aplicações no contexto educacional formal requerem pesquisas que visem aprofundar o aspecto metodológico de sequências didáticas pensadas sob o olhar de referenciais da ACT ou de outro campo, na tentativa de inferir contribuições no contexto escolar em que o trabalho se desenvolva para que novas contribuições e orientações para docentes possam ser levantadas, o que mostra que ainda há espaço para novos trabalhos explorarem a produção Chernobyl (2019).

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J; GEWANDSZNAJDER, F. O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. **Editora Pioneira**, 1998.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Revista Ensaio**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- BERTOLDI, A. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, e. 250036, 2020.
- BRANSCOMB, A. W. Knowing How to Know. **Science, Technology & Human Values**, v. 6, n. 36, p. 5-9, 1981.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BOGDAN, R. C; BIKLEN, S. K. Qualitative Research for Education: na introduction to the theory and methods. **Pearson**, 2007.
- BYBEE, R. Achieving scientific literacy. **The Science Teacher**, v. 62, n. 7, p. 28-33, 1995.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, jan/fev/mar/abr, n. 22, p. 89-100, 2003.
- CHERNOBYL. Direção: Johan Renck. Produção: Craig Mazin. HBOMAX, 2019a. Disponível em: < <https://www.hbomax.com/br/pt/series/urn:hbo:series:GXJvkMAU0JIG6gAEAAAIo>>. Acesso em: 16/10/2023.
- CHERNOBYL. Rotten Tomatoes. Minisseries, 2019b. Disponível em: <<https://www.rottentomatoes.com/tv/chernobyl/s01>>. Acesso em: 16/10/2023.
- COELHO, R. M. F; VIANA, M. C. V. A utilização de filmes em sala de aula: um breve estudo no instituto de ciências exatas e biológicas da UFOP. **Revista de Educação Matemática da UFOP**, v. 1, 2011.
- CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico? Interesses envolvidos nas interpretações da noção de *scientific literacy*. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017.
- CUNHA, M. B.; GIORDAN, M. A Imagem da Ciência no Cinema. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 9-17, 2019.

DEBOER, G. E. Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform. **Journal of Research In Science Teaching**, v. 37, n. 6, p.582-601, 2000.

FELDMAN, I. De Holocausto (1978) a Chernobyl (2019): o que pode o audiovisual face a um passado traumático e a um futuro ameaçado. **Alceu**, v. 21, n. 43, p. 24-49, 2021.

FERREIRA, M. C. R. A representação da catástrofe pelo entretenimento. **Significação**, v. 49, n. 58, p. 1-16, 2022.

FOUREZ, G. Alfabetización Científica Y Tecnológica: Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. **Ediciones Colihue**, Buenos Aires, 1994.

FREIRE, P.; MACEDO, D. Alfabetização: leitura do mundo, leitura da palavra. **Editora Paz e Terra**, Rio de Janeiro, 2011.

FU, H. S; SILVA, P. H. B; SILVA, A. P; JÚNIOR, M. B. M. S; MELO, M. S. T. Filmes como estratégias para as aulas de educação física na escola. **Movimento**, v. 28, 2022.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995a.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, 1995b.

HURD, P. D. Science Literacy: Its Meaning for American Schools. **Educational Leadership**, v. 16, p. 13-16, 1958.

HURD, P. D. Science Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

KLEIMAN, A. B. Letramento e suas implicações para o ensino de língua materna. **Signo**, v. 32, n. 53, p. 1-25, 2007.

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, 2000.

LAUGKSCH, R. C. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LOPES, D. S; FRANCO, L. S; ALVES, L. R. G. Descomplicando o vocabulário: contribuições para o diálogo entre educação e saúde a partir da série Sex Education. **19º Seminário de Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde**, p. 63-71, 2019.

LORENZETTI, L. DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 45-61, 2001.

LORENZETTI, L. Aula – Alfabetização Científica e Tecnologia. **Youtube**, 2021. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=lKZixhwrKpA&t=606s&ab_channel=PPGETIFAM>. Acesso em: 08/11/2021.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. **Editora EPU**, 1986.

MACHADO, C. J; SILVEIRA, R. M. C. F. Interfaces entre cinema, ciência e ensino: uma revisão sistemática de literatura. **Pro-Posições**, v. 31, 2020.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las ciencias**, n. extra, VII Congresso, 2005.

MARANDINO, M. et al. Ferramenta teórico-metodológica para o estudo dos processos de alfabetização científica em ações de educação não formal e comunicação pública da ciência: resultados e discussões. **Journal of Science Communication – América Latina**, v. 1, n. 1, 2018.

MELO, M. G. A; NEVES, M. C. D; SILVA, S. C. R. Alfabetização científico-tecnológica no filme Wall-e: desvelando observações no ensino de ciências. **Revista de Didáticas Específicas**, n. 18, p. 88-100, 2018.

MELO, M. G. A.; HEERDT, B. Luz, Câmera, Alfabetização Científica! Compreendendo o protagonismo de Marie Curie pela obra cinematográfica *Radioactive*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1674-1699, 2021.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P. História e compreensões da alfabetização científica e tecnológica. In: MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; LORENZETTI, L.; FILHO, J. P. A. Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas. **Editora Livraria da Física**, 1. Ed. São Paulo, p. 19-45, 2021.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.

MORISAWA, M. ‘Chernobyl’: a verdade e o inventado na horripilante série da HBO. **Veja**, 2019. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/coluna/e-tudo-historia/chernobyl-a-verdade-e-o-inventado-na-horripilante-serie-da-hbo>>. Acesso em: 16/10/2023.

OLIVEIRA, B. J. Cinema e imaginário científico. **História, Ciências, Saúde**, v. 13, p. 133-150, 2006.

REUTERS, Chernobyl tem boom de turismo após sucesso da minissérie da HBO. **G1**, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pop-arte/noticia/2019/06/04/chernobyl-tem-boom-de-turismo-apos-sucesso-da-miniserie-da-hbo.ghtml>>. Acesso em: 16/10/2023.

ROSA, P. R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000.

ROSS, C. Chernobyl: russian communist party calls for ‘disgusting’ HBO show to be banned. **Independent UK**, 2019. Disponível em: <<https://www.independent.co.uk/arts-entertainment/tv/news/chernobyl-hbo-ban-russia-tv-series-communist-party-response-a8958536.html>>. Acesso em: 16/10/2023.

ROTH, A. Russian TV to air its own patriotic retelling of Chernobyl story. **The Guardian**, 2019. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/world/2019/jun/07/chernobyl-hbo-russian-tv-remake>>. Acesso em: 16/10/2023.

SANTOS, L. G. T; SANTOS, A. L. C. Sex education: uma análise sobre a importância da mídia para a educação sexual. **VII Congresso Nacional de Educação**, 2020.

SANTOS, W. J; SILVA, I. P. Potencialidades do filme de ficção Avatar para a alfabetização científica dos sujeitos no contexto da educação básica. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 13, n. 28, p. 51-63, 2017.

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

SILVA-BATISTA, I. C.; MORAES, R. R. História do ensino de ciências na educação básica no Brasil: do Império até os dias atuais. **Revista Educação Pública**, v. 19, n. 26, 2019.

SILVA, J. A. Cinema e educação: o uso de filmes na escola. **Revista Intersaberes**, v. 9, n. 18, p. 361-373, 2014.

SILVA, K. R; SANTOS, F. G. P; CUNHA, M. B. Ciência e cinema: um olhar para as possibilidades no ensino de ciências. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 3, p. 109-119, 2017.

SILVA, S; FUSINATO, P. A. Alfabetização científica ou letramento científico? Uma investigação sobre os caminhos para a educação científica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. 1-13, 2022.

SHAMOS, M. H. The Myth of Scientific Literacy. **Rutgers University Press**, 1995.

SIQUEIRA, R. M; BRANDÃO, L. F. S. P. Alfabetização científica na rede: analisando vídeos de divulgação científica. **Aondê**, v. 1, fev/2021.

SHEN, B. S. P. Science Literacy and the Public Understanding of Science. **Communication of Scientific Information**, p. 44-52, 1975.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, v.1, n.25, 2004.

The drama and the facts about Chernobyl. **World Nuclear News**, 2019. Disponível em: <<https://www.world-nuclear-news.org/articles/the-drama-and-the-facts-about-chernobyl>>. Acesso em: 01/11/2023.

VERASZTO, E. V; SILVA, D; MIRANDA, N. A; SIMON, F. O. Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. **Prisma.com**, n. 8, 2009.

WHITAKER, C. O sucesso da minissérie Chernobyl e o risco de nossas usinas nucleares. Carta Capital, 2019. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/opinia/o-sucesso-da-minisserie-chernobyl-e-o-risco-de-nossas-usinas-nucleares/>>. Acesso em: 01/11/2023.

APÊNDICES

Nesta unidade final do trabalho, encontram-se todas as unidades de análise identificadas ao longo da pesquisa. A organização está de acordo com a ordem cronológica de identificação de cada unidade, seguindo também a ordem de exibição dos episódios.

Episódio 1: “1:23:45”

Episódio 1: Unidade de análise nº 1	
Tempo da Cena: 48s	Indicador de ACT: reconhecer aspectos políticos ligados à atividade científica
Descrição da cena: cena de abertura da série com o personagem de Valery Legasov gravando as fitas descrevendo os desdobramentos do acidente, bem como suas considerações sobre os culpados pelo evento. Nesta cena temos a frase que guia a narrativa da série.	
Falas e detalhamento da cena: Valery Legasov: “ <i>Qual é o preço das mentiras?</i> ” Valery Legasov: “ <i>O perigo é que se escutamos muitas mentiras, não reconheceremos mais a verdade.</i> ”	

Episódio 1: Unidade de análise nº 2	
Tempo da Cena: 7min29s	Indicador de ACT: conceitos das ciências naturais; conceitos científicos (átomos e partículas; energia; luz e som; deslocamento de massa de ar)
Descrição da cena: durante a noite, Lyudmila e Vasily Ignatenko acordam e estão em seu apartamento realizando atividades cotidianas quando a câmera corta para a janela com vista para a usina. Neste momento, observamos a explosão no reator da usina na distância, com a luz do fenômeno iluminando o horizonte. Segundos depois, temos a chegada da onda de choque e o som da explosão.	

Episódio 1: Unidade de análise nº 3	
Tempo da Cena: 09min01s	Indicador de ACT: concepções sobre tecnologia e limites da técnica; hierarquia na comunidade científica
Descrição da cena: cena que começa a focar na equipe presente na planta da indústria no momento da explosão. Os engenheiros presentes no local começam a tentar acessar as condições que se encontram. Um dos operários alerta a equipe de Dyatlov, personagem principal dentre os membros da usina que estavam presentes na sala de controle durante o acidente, que o reator havia explodido.	
Falas e detalhamento da cena: Dyatlov: “ <i>Você está confuso, reatores RBMK não explodem.</i> ” Akimov: “ <i>Camarada Perevozshenko, o que você está dizendo é fisicamente impossível, o núcleo não pode explodir.</i> ” Detalhamento: Perevozshenko aparenta indignação pelos colegas não lhe darem crédito.	

Episódio 1: Unidade de análise nº 4	
Tempo da Cena: 12min20s	Indicador de ACT: conceitos básicos das ciências naturais; conhecimento e utilização de recursos de tecnologia
Descrição da cena: dois operários da usina se encontram no prédio danificado do reator e conversam sobre as causas da situação, com um deles questionando se o que houve foi um bombardeio dos EUA enquanto o outro procura por um dosímetro para ter noção da medida de radiação na atmosfera.	
Falas e detalhamento da cena: Operário 1: “<i>É a Guerra? Eles estão bombardeando?</i>” ... Operário 2: “<i>O que é isso? O dosímetro está marcando 3.6 Roentgen.</i>” Operário 1: “<i>É o máximo que ele vai (consegue medir).</i>”	

Episódio 1: Unidade de análise nº 5	
Tempo da Cena: 15min20s	Indicador de ACT: hierarquia no meio científico; relações políticas na ciência.
Descrição da cena: Dyatlov se reúne com a equipe de engenheiros do reator 4, enquanto discute as ações para lidar com a crise emergencial do acidente. O personagem continua impondo suas ordens de acordo com as recomendações de segurança do teste combinadas com Fomin e Bryukhanov, embora as evidências de uma explosão do núcleo do reator estejam se acumulando entre a equipe.	
Falas e detalhamento da cena: ... Dyatlov: “<i>Eu não dou a mínima para o que diz o painel! Eu quero água no núcleo do meu reator!</i>” Detalhamento: a ordem de Dyatlov parece não fazer muito sentido para a equipe, que permanece relutante em seguir suas orientações após elas terem causado o acidente e parte de sua equipe já apresentar argumentos sobre o dano no reator.	

Episódio 1: Unidade de análise nº 6	
Tempo da Cena: 17min30s	Indicador de ACT: conceitos básicos das ciências naturais; compreensão das tecnologias e funcionamento das técnicas; aspecto social das ciências.
Descrição da cena: chegada da equipe de bombeiros para o combate ao incêndio e um dos bombeiros pega do chão uma placa de grafite do núcleo do reator.	
Falas e detalhamento da cena: Misha: “<i>Vasily, o que é isso?</i>” Ignatenko: “<i>Não sei, Misha. Não brinque com isso.</i>” Detalhamento: mais tarde, em uma das cenas seguintes, Misha apresenta queimaduras graves pelo contato com a placa de grafite, enquanto Ignatenko observa preocupado.	

Episódio 1: Unidade de análise nº 7	
Tempo da Cena: 20min30s	Indicador de ACT: conceitos básicos das ciências naturais.
Descrição da cena: Victor auxilia seus colegas do reator a chegarem mais próximos a unidade do núcleo, para que possam baixar as hastes de controle. No processo, ao entrar em contato com a porta próxima do reator, seu corpo imediatamente apresenta feridas e sangramento, indicando queimaduras severas e efeito de radiação.	
Detalhamento: após exibir as feridas, em cenas posteriores, o operário já demonstra grau avançado de danos à saúde devido ao contato com o aço da porta do reator e a contínua exposição à altas dosagens de radiação.	

Episódio 1: Unidade de análise nº 8	
Tempo da Cena: 22min44s	Indicador de ACT: conceitos básicos das ciências naturais; hierarquia no meio científico; evidências na interpretação de fenômenos científicos.
Descrição da cena: retorno de um dos operários enviado para o núcleo, com a informação de que não existe mais núcleo do reator e Dyatlov não aceita a informação trazida pelo funcionário.	
Falas e detalhamento da cena: Operário: <i>“Ele desapareceu. Eu olhei bem onde estava. Olhei bem no núcleo”</i> Dyatlov: <i>“Você abaixou as hastes de controle ou não?”</i> ... Detalhamento: Dyatlov e Akimov continuam na sala de controle, enquanto Toptunov leva o operário para a enfermaria, sendo que Dyatlov continua ignorando os argumentos de sua equipe de que a situação é mais grave que aparenta. Akimov: <i>“O rosto dele.”</i> Dyatlov: <i>“Os tubos do condensador romperam. A água está levemente contaminada. Já vi coisa pior.”</i> Detalhamento: Akimov aparenta preocupação com a situação, enquanto Dyatlov o pressiona e oprime utilizando sua influência política com a gestão da usina, forçando o colega a ignorar as evidências da gravidade da situação. ... Dyatlov: <i>“Não sei se posso fazer as coisas parecerem melhor pra você, mas definitivamente posso fazer as coisas ficarem pior!”</i> Detalhamento: após se submeter a influência do colega, Akimov acata às ordens para lidar com a crise no reator.	

Unidade de análise nº 9	
Tempo da Cena: 22min54s	Indicador de ACT: conceitos básicos das ciências naturais; caráter de observação e interpretação de fenômenos científicos; relação social da ciência e da tecnologia.
Descrição da cena: no hospital da cidade de Pripjat, um médico e uma enfermeira atendem partos, enquanto observam o fogo da usina na distância.	
Falas e detalhamento da cena: Detalhamento: A enfermeira, enquanto observa o fogo na usina pela janela do hospital, questiona o médico sobre os estoques do hospital de Iodo estável. Enfermeira: <i>“Trouxeram alguém do incêndio?”</i> ... Médico: <i>“Incêndio?” ... “Não deve ser tão grave.”</i> Detalhamento: na sequência, a enfermeira questiona sobre o estoque de medicamento que pode inibir parcialmente a absorção de radiação em casos emergenciais. Enfermeira: <i>“Temos estoque de Iodo?” ... “Pílulas de Iodo.”</i> Médico: <i>“Pílulas de Iodo? Por que teríamos pílulas de Iodo?”</i> Detalhamento: após a resposta do médico, a enfermeira aparenta certa preocupação.	

Unidade de análise nº 10	
Tempo da Cena: 27min20s	Indicador de ACT: hierarquia envolvida na aplicação de conhecimentos científicos; controle e decisões humanas associadas ao uso de recursos de ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Dyatlov, Fomin e Bryukhanov se reúnem para discutir a falha no teste de segurança que eventualmente resultou no acidente no reator 4.	
Falas e detalhamento da cena: Bryukhanov: <i>“Imagino que o teste de segurança foi um fracasso.”</i> Dyatlov: <i>“Temos a situação sob controle.”</i> Fomin: <i>“Sob controle? Não parece.”</i> Detalhamento: Ao longo da reunião, as falas posicionam Bryukhanov sempre na condição de liderança e principal gerente da usina. Durante todo o tempo, Bryukhanov questiona Dyatlov sobre o que houve na usina, sendo que o engenheiro chefe constantemente relata a situação com calma como se o processo estivesse realmente sob total controle, o que leva todos a concluir que a situação está longe de ser um problema catastrófico.	

Unidade de análise nº 11	
Tempo da Cena: 37min55s	Indicador de ACT: hierarquia envolvida na aplicação de conhecimentos científicos; controle e decisões humanas associadas ao uso de recursos de ciência e tecnologia; relações do poder público com a ciência e a tecnologia.
Descrição da cena: Bryukhanov, Fomin e Dyatlov recebem o restante da equipe de engenheiros chefes da usina e um membro da velha guarda do partido comunista que reside em Pripyat. Num diálogo tenso, decidem o curso de ação para a cidade.	
Falas e detalhamento da cena: Detalhamento: Enquanto a equipe se posiciona na sala, Bryukhanov já avisa que se encontram em um ambiente seguro e que as paredes da sala subterrânea sustentam ataques intensos. Após relatar que um comitê seria formado para investigar o acidente, Bryukhanov avisa que foi responsabilizado por passar o status da situação para o restante dos presentes. Bryukhanov: <i>“Primeiro... o acidente está bem sob controle. Segundo... porque os esforços da indústria nuclear soviética são segredos de estado, é importante asseguremos que esse acidente não tenha consequências adversas.” ... “Um contingente militar será deslocado para Pripyat.”</i> Engenheiro: <i>“O quão grande o contingente?”</i> Bryukhanov: <i>“Até 4 mil soldados.”</i> Detalhamento: Bryukhanov olha com certa preocupação para a reação que seu colega teria com o número de soldados que seria enviado. Engenheiro: <i>“E quanto a radiação?”</i> Fomin: <i>“Temos doses pequenas, mas estão limitadas à área da usina apenas.”</i> Engenheiro: <i>“Não, não está!” ... “Há homens vomitando lá fora.” ... “Bryukhanov, o ar está brilhando!” ... “Devemos evacuar a cidade!”</i> Detalhamento: após discussão na qual o engenheiro questiona as informações passadas por Bryukhanov, Fomin e Dyatlov, o membro sênior do partido toma atenção da reunião para si, centralizando o poder de fala até a conclusão da reunião. Representante do partido: <i>“Às vezes caímos vítimas do medo, mas nossa fé no socialismo soviético, sempre será recompensada.” ... “O estado diz que a situação é segura, tenhamos fé camaradas. O estado diz que quer prevenir pânico, que escutemos. É verdade, quando o povo vir a polícia, vai sentir medo, mas falo por experiência que quando perguntarem coisas que não são do seu interesse, devemos apenas dizer para que todos se concentrem no seu trabalho e que deixem questões do estado para o estado.” ... “Fecharemos a cidade, ninguém sai e cortaremos as linhas telefônicas para contermos a proliferação de falsas informações... seremos todos recompensados pelo que fizemos aqui esta noite. Esse é o nosso momento de brilhar”</i> Detalhamento: a autoridade máxima do membro sênior não é questionada. A reunião se encerra com aplausos à sua fala, ainda que tenhamos expressões de descontentamento por parte da equipe.	

Unidade de análise nº 12	
Tempo da Cena: 43min18s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências; aplicações e limites da tecnologia; hierarquia no meio científico e tecnológico.
Descrição da cena: um dos engenheiros da equipe de Dyatlov, Sitnikov, aguarda o encerramento da reunião com as lideranças da usina e lideranças locais do partido soviético para reportar o que identificou em sua análise sobre os danos no reator.	
Falas e detalhamento da cena: Sitnikov: <i>“Levei um dos meus dosímetros para o prédio do reator 4, o que possui capacidade de medição de 1000 Roentgen... não houve leitura, ele queimou no momento que foi ligado.” ... “Encontramos outro dosímetro, do corpo de bombeiros... com 200 Roentgen de capacidade... ele deu leitura máxima.”</i> Dyatlov: <i>“Como você obteve esse número da água de um tanque que estourou?”</i> Sitnikov: <i>“É impossível.” ... “Eu andei pelo exterior do reator 4, eu vi grafite no chão!”</i> Dyatlov: <i>“Você não viu porque não está ali!”</i> Detalhamento: Bryukhanov, Dyatlov e Fomin pressionam Sitnikov, solicitando que o engenheiro tente explicar como um reator RBMK explodiu. Quando Sitnikov defende sua posição dizendo que não sabe como, mas que a explosão do reator ocorreu, os líderes se irritam, com Dyatlov passando mal e sendo retirado da sala já exibindo sintomas de envenenamento por radiação. Sitnikov é ordenado a se expor à radiação e ir ao telhado ver com seus próprios olhos que o reator não explodiu.	

Unidade de análise nº 13	
Tempo da Cena: 50min30s	Indicador de ACT: relações entre ciência, tecnologia e sociedade.
Descrição da cena: ao ser retirado do prédio administrativo de Chernobyl, Dyatlov observa o cenário caótico que se desenvolve no exterior da planta da usina, com os bombeiros, operários e equipe médica socorrista exibindo sintomas, queimaduras e efeitos em sua saúde devido ao contato com a radiação do acidente.	
Falas e detalhamento da cena: Detalhamento: essa cena conclui o primeiro episódio da produção numa sequência que dá continuidade à cena na qual Sitnikov é ordenado a ir observar os danos no reator. Dyatlov, já debilitado, observa a desordem e a urgência com a qual as pessoas estão lidando com os sintomas nocivos exibidos por aqueles que estiveram na linha de frente do acidente. Legasov, na sequência, recebe uma ligação o convocando para um comitê que vai lidar com as questões do acidente. No hospital, enfermeiras preocupadas enquanto recebem os feridos no acidente. O episódio se conclui com um pássaro caindo morto enquanto crianças caminham na rua para irem para a escola.	

Episódio 2: “*Please Remain Calm*”

Episódio 2: Unidade de análise nº 14	
Tempo da Cena: 1min40s	Indicador de ACT: concepções sobre o cientista e o trabalho do cientista; conceitos específicos do campo das ciências da natureza; tecnologias à serviço da ciência
Descrição da cena: cena de abertura do segundo episódio da produção. Nesta cena, conhecemos a personagem de Ulana Khomyuk, personagem fictícia que representa uma cientista do instituto de pesquisa nuclear de Minsk. A personagem tem sua primeira aparição na série dormindo no laboratório de pesquisa do instituto onde trabalha, sendo acordada por seu colega. Juntos, eles presenciam algo estranho acontecendo no detector de radiação do laboratório.	
Falas e detalhamento da cena: Cientista: “<i>Você trabalha demais!</i>” ... seu colega lhe dá um café enquanto à acorda. Khomyuk: “<i>Onde estão todos?</i>” Cientista: “<i>Eles não quiseram vir trabalhar... é sábado!</i>” Detalhamento: ao abrir a janela, um alarme dispara, indicando presença de níveis elevados de radiação no local. Cientista: “<i>Oito miliroentgen. Vazamento?</i>” Khomyuk: “<i>Não. Deveria ter apitado antes. Está vindo de lá de fora.</i>” Detalhamento: após passar um papel na poeira vinda da área externa, Khomyuk leva a amostra para um equipamento de análise e identifica traços do combustível nuclear característico da União Soviética. Após isso, iniciam tentativas de contato com usinas nucleares mais próximas para identificarem a possível causa.	

Episódio 2: Unidade de análise nº 15	
Tempo da Cena: 4min45s	Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza; relações entre ciência, tecnologia e sociedade; poder público e ciência/tecnologia.
Descrição da cena: nessa cena é apresentado o atendimento médico às vítimas do acidente na usina, dando continuidade ao final do episódio anterior no que diz respeito aos momentos onde são dados os primeiros indícios da gravidade do problema.	
Falas e detalhamento da cena: Enfermeira 1: “<i>Intravenoso em todos!</i>” Enfermeira 2: “<i>Não temos o suficiente!</i>” Enfermeira 1: “<i>Crianças primeiro.</i>” Enfermeira 2: “<i>Não temos o suficiente!</i>” ... solicita a personagem aos seus colegas de atendimento. Detalhamento: na sequência, um médico da equipe atende Ignatenko, aplicando leite em suas queimaduras. Sua ação é duramente repreendida por uma das enfermeiras do local.	

Enfermeira: *“O que está fazendo?”*

Médico: *“Aplicando leite. Melhor que água!”*

Enfermeira: *“Pare com isso! Pare!”... “Essas são queimaduras de radiação! Suas roupas estão contaminadas. Levem tudo para o porão!”*

Detalhamento: na sequência da cena, observamos Lyudmila tentando acessar o hospital para ver o marido e sendo barrada, junto de várias outras pessoas, de entrar no local pelos soldados. Também observamos as queimaduras nas mãos das enfermeiras que manejam as roupas dos bombeiros.

Episódio 2: Unidade de análise nº 16

Tempo da Cena: 7min35s

Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza; hierarquia política e interações com o controle público das ciências/tecnologia; relações de poder pela ciência.

Descrição da cena: cena em que Legasov aguarda para ser atendido pelo comitê da crise com Gorbachev. Enquanto lê o relatório emitido para o comitê, manifesta intensa preocupação com o que entende pela leitura do documento. Na sequência, é recebido pelo comitê para uma reunião na qual o ministro Shcherbina relata com tranquilidade as informações que lhe foram passadas acerca do acidente na usina de Chernobyl. Como as informações foram passadas por Bryukhanov e Fomin, os reais riscos pareciam subestimados pela fala do ministro. Legasov se manifesta, enfrentando a hierarquia e autoridade de seus superiores na escala de poder dos representantes do comitê.

Falas e detalhamento da cena:

Gorbachev: *“Obrigado a todos pela presença. Começaremos pelo relatório do secretário Shcherbina e depois discutiremos os próximos passos, se necessário.”*

Shcherbina: *“Obrigado secretário geral, estou feliz em reportar que a situação em Chernobyl é estável. As patrulhas civis e militares estão protegendo a região e o general Pikalov foi enviado ao local”... “sobre a radiação, Bryukhanov relata que não passa dos 3.6 Roentgen. Me disseram que isso é equivalente a um exame de raio X.”*

Detalhamento: Legasov manifesta incômodo, mas ainda permanece em silêncio.

Gorbachev: *“E a imprensa internacional?”*

Shcherbina: *“Não sabe de nada.” ... “O secretário da KGB Charkov assegura que nossos interesses de segurança estão protegidos.”*

Gorbachev: *“Bom. Muito bom. Parece tudo estar caminhando bem. Se não houver mais nada, reunião encerrada.”*

Legasov: *“Não!” (batendo contra a mesa) “Você não pode encerrar.”*

Detalhamento: após se manifestar, Legasov é ignorado por Shcherbina, mas Gorbachev lhe dá a fala. Legasov aproveita para relatar trechos do documento descrevendo o acidente para solicitar que o comitê tenha atenção à descrição de minerais listados no arquivo. Um deles, aparente ser grafite, que só pode ser encontrado no interior do núcleo do reator. Gorbachev então dá continuidade a reunião por conta da preocupação de Legasov. Legasov: *“Só há um lugar no reator que há grafite. Se encontraram grafite na parte externa, significa que não foi um tanque que explodiu e sim o reator!”*

Shcherbina: *“Bryukhanov me assegura que o reator está intacto e quanto à radiação...”*

Legasov: *“Sim, 3.6 Roentgen, o que não é equivalente a um raio X, mas sim 400. Esse número me incomoda por outro motivo.” ... “Os dosímetros não conseguem medir além desse número. Eles nos deram o número que tinham. O número real deve ser muito maior!”*

Detalhamento: ao ouvir a preocupação de Legasov, o secretário geral soviético Gorbachev dá voz ao cientista e ordena que ele vá junto a Boris Shcherbina checar o que realmente aconteceu para que informem o comando alto com maior precisão.

Episódio 2: Unidade de análise nº 17

Tempo da Cena: 14min35s

Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza.

Descrição da cena: após ordem do comitê, Legasov e Shcherbina entram num helicóptero rumo à usina de Chernobyl. O ministro ordena, após um certo desentendimento com o cientista que ele explique o funcionamento de um reator RBMK.

Falas e detalhamento da cena:

Shcherbina: *“Me diga como um reator nuclear funciona.”*

Legasov: *“Um reator nuclear gera eletricidade com vapor. O vapor gira uma turbina, que gera eletricidade.” ... “Numa planta nuclear usamos um processo chamado de fissão. Pegamos um elemento instável como Urânio-235, que possui muitos nêutrons. Os nêutrons são como...”*

Shcherbina: *“As balas.”*

Legasov: *“Sim, as balas. Então as balas estão voando para fora do Urânio. Se colocarmos átomos de Urânio suficientes juntos, as balas de um átomo acabarão acertando outro átomo. A força do impacto quebra esse átomo e libera uma quantidade imensa de energia, fissão.”*

Detalhamento: após a explicação sobre a fissão, Legasov explica sobre a função do grafite no reator, para que Boris tenha dimensão das preocupações que o cientista mostrou na reunião do comitê. Após Legasov terminar suas explicações, Shcherbina finaliza.

Shcherbina: *“Ótimo, agora que sei como um reator funciona, não preciso mais de você.”*

Episódio 2: Unidade de análise nº 18

Tempo da Cena: 23min20s

Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza; hierarquia e controle no meio científico e tecnológico; noções de ciência e cientista.

Descrição da cena: Shcherbina e Legasov chegam em Pripjat e são recebidos por Bryukhanov e Fomin, juntamente do general Pikalov. Os engenheiros chefes e responsáveis da usina alegam não haver motivo para a visita de Shcherbina, dizendo que já fizeram o processo necessário e avaliaram os responsáveis sobre o acidente, afirmando também que Legasov vinha fazendo afirmações perigosas e falsas sobre o nível de periculosidade do acidente, tentando diminuir a fala do cientista. Após as afirmações, Boris questiona os engenheiros.

Falas e detalhamento da cena:

Bryukhanov: *“Francamente professor, é vergonhoso. Espalhar informações falsas num momento como esse.”*

Shcherbina: *“Porque eu vi grafite no telhado? Grafite é utilizado apenas no núcleo como moderador do fluxo de nêutrons. Correto?”*

Detalhamento: Bryukhanov, colocado contra a parede, joga a responsabilidade para Fomin.

Bryukhanov: *“Fomin, porque o camarada Shcherbina viu grafite no telhado?”*

Fomin: *“Não, não pode ser.” ... “Talvez tenha visto concreto queimado?”*

Detalhamento: após tentarem se desviar do assunto, sem sucesso, Pikalov sugere levar o dosímetro de alta escala até próximo ao prédio do reator 4, para tirar a prova de se o reator está ou não exposto. Legasov alerta para os riscos e Pikalov se oferece para pessoalmente pilotar o caminhão, preservando seus soldados.

Episódio 2: Unidade de análise nº 19

Tempo da Cena: 28min30s

Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza; limites de recursos de ciência e tecnologia; tomada de decisão e solução de problemas de aspecto controverso.

Descrição da cena: Shcherbina, Legasov, Bryukhanov e Fomin, recebem o general Pikalov após este ir até o reator com o dosímetro de maior escala. Os dados trazidos pelo general fornecem a real dimensão do problema, levando Boris e Valery a tentarem iniciativas para resolverem o problema.

Falas e detalhamento da cena:

Pikalov: *“Não são 3 Roentgen. São 15 mil.”*

Shcherbina: *“O que esse número significa?”*

Legasov: *“Que o núcleo está exposto. Significa que o fogo que estamos vendo emite o dobro da radiação da bomba de Hiroshima, a cada hora. A explosão foi há 20 horas, portanto, 40 bombas até agora. 48 mais amanhã e não vai parar. Não em uma semana, ou um mês. Vai queimar e espalhar seu veneno até o continente inteiro estar morto!”*

Detalhamento: Shcherbina ordena que Bryukhanov e Fomin sejam levados para o quartel do partido, enquanto tenta questionar Legasov sobre como apagar o combustível do reator em chamas.

Shcherbina: *“Como vamos apagar?”*

Pikalov: *“Podemos usar água e helicópteros...”*

Legasov: *“Você não entende. Isso não é um fogo qualquer. É uma fissão acontecendo acima de dois mil graus Celsius, o calor vai vaporizar a água instantaneamente!”*

Shcherbina: *“Como apagamos?!”*

Legasov: *“Estamos lidando com algo que nunca aconteceu na história de nossa espécie.” ... “Areia e Boro. Vai criar outros problemas depois, mas não vejo outra opção.”*

Detalhamento: após a sugestão de Legasov, o cientista pede a Boris que evacue a cidade, mas Shcherbina pede para que ele evite tocar no assunto e que foram ordenados a não evacuar o local, estratégia adotada para evitar pânico. Após a discussão entre ambos, Shcherbina busca contato com representantes do partido para conseguir areia, boro e os helicópteros para a missão, enquanto Legasov busca um local para ficar em Pripyat enquanto lida com suas funções dentro do comitê.

Episódio 2: Unidade de análise nº 20	
Tempo da Cena: 33min57s	Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza; limites de recursos de ciência e tecnologia; tomada de decisão e solução de problemas de aspecto controverso.
Descrição da cena: Shcherbina e Legasov supervisionam o derramamento de areia e boro no reator em chamas. O processo é complexo e arriscado e alguns acidentes começam a ocorrer.	
Falas e detalhamento da cena: Piloto: <i>“Iremos um por um, em rodízio.”</i> Legasov: <i>“Lembre-os sobre o perímetro.”</i> Assistente: <i>“Eles não podem voar direto sobre o fogo. Mínimo de dez metros de distância.”</i> Detalhamento: um dos pilotos se aproxima demais do reator para a operação. Legasov: <i>“Eles estão muito próximos.”</i> Shcherbina: <i>“Eles não conseguem chegar sobre o fogo para derrubar...”</i> Legasov: <i>“O vento deve carregar! Avise a eles. Não podem voar sobre o núcleo.”</i> Detalhamento: o helicóptero se aproxima demais e eventualmente sofre uma queda. Shcherbina ordena que tentem novamente após Legasov reforçar que não há outra forma de tentar lidar com o problema.	
Episódio 2: Unidade de análise nº 21	
Tempo da Cena: 36min26s	Indicador de ACT: conceitos específicos do campo das ciências da natureza; comunicação científica; controle e poder público nos meios de produção científica e tecnológica.
Descrição da cena: Ulana Khomyuk liga para o instituto de Kurchatov para tentar ter acesso à informações sobre o acidente em Chernobyl, tendo que se comunicar com uma colega em códigos para compreender o que está havendo.	
Falas e detalhamento da cena: Khomyuk: <i>“Marina... estou ligando para saber sobre o nosso primo do interior. Soube que está quente.”</i> Marina: <i>“Sim, extremamente quente. Mas os sobrinhos dele vêm voando. E eles trazem tempo fresco.”</i> Khomyuk: <i>“Quais sobrinhos?”</i> Marina: <i>“Simka, que tem 14 anos e o pequeno Boris, que tem 4.”</i> Khomyuk: <i>“Mas crianças podem nos esquentar quando ficam em cima da gente. Talvez eu devesse visitar.”</i> Detalhamento: a cientista conclui que há problemas em relação a ação que estão levando e decide ir até Chernobyl falar com o comitê.	

Episódio 2: Unidade de análise nº 22	
Tempo da Cena: 37min54s	Indicador de ACT: noções sobre cientista e ciência (sobre a natureza do trabalho científico).
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina conversam sobre a operação com o uso de Boro e areia sob o reator, com o cientista novamente demonstrando preocupação sobre a população ainda estar na cidade.	
Falas e detalhamento da cena: Shcherbina: <i>“Está indo bem. Vinte despejos. O que foi?”</i> Legasov: <i>“Há 50mil pessoas nessa cidade.”</i> Shcherbina: <i>“Professor Ilyin, que também está na comissão, diz que a radiação não é alta o bastante para evacuar.”</i> Legasov: <i>“Ele não é um físico.”</i> Shcherbina: <i>“Ele é médico. Se disse que é seguro, então é seguro.”</i> Legasov: <i>“Não se eles ficarem aqui.”</i> Shcherbina: <i>“Nós vamos ficar.”</i> Legasov: <i>“Sim, vamos. E estaremos mortos em cinco anos.”</i> Detalhamento: Boris fica abalado ao perceber a segurança na fala de Legasov sobre o risco ao qual estão expostos. Segundos após, recebem uma ligação alertando que outros países já estão sabendo do acidente e proibindo as pessoas de ficarem muito tempo na rua. Após isso, o comitê inicia a evacuação de Pripjat.	

Episódio 2: Unidade de análise nº 23	
Tempo da Cena: 41min15s	Indicador de ACT: relações sociais da ciência.
Descrição da cena: cena destaque do episódio na qual vários ônibus, soldados e veículos militares são mobilidades para evacuação da cidade de Pripjat.	
Falas e detalhamento da cena: Detalhamento: a evacuação é informada como temporária no aviso geral à população. Orientações são dadas por meio de um alto falante instalado em um veículo militar. Legasov e Shcherbina observam a cidade sendo esvaziada.	

Episódio 2: Unidade de análise nº 24	
Tempo da Cena: 45min24s	Indicador de ACT: aspecto controverso das decisões sobre recursos de ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Khomyuk chega até Chernobyl e pede para entrar em contato com Legasov. Após ser barrada pelos militares que isolaram a cidade, a cientista pede para que, caso seja detida, seja levada até a figura de maior autoridade do local, sendo o general Pikalov. O general à leva até Boris e Valery.	
Falas e detalhamento da cena: Pikalov: <i>“Camaradas, essa mulher foi presa no posto de controle. Eu a poria em uma cela, mas...”</i> Khomyuk: <i>“Ele acha que devem me ouvir.” ... “Sei que o núcleo do seu reator está exposto. Que o grafite está em chamas, o combustível está derretendo, e que estão jogando areia e boro achando que funciona, mas é um erro.” ... “Abafar o núcleo apagará o fogo, mas... a temperatura subirá e...”</i>	

Legasov: “Acredite, eu sei bem disso. Mas estimo pelo menos um mês até que derreta o bloco de concreto, o que nos dá tempo...”

Khomyuk: “Não, você não tem um mês. Tem uns dois dias. De fato, o combustível levaria um mês para atingir o bloco de concreto aqui. Só que antes, queimará através do escudo biológico até terça-feira. E depois atingirá esses tanques, as piscinas de bolhas.”

Legasov: “Os reservatórios... Do ECS. Entendo sua preocupação. Mas confirmei com funcionários e os tanques estão quase vazios.”

Khomyuk: “Não, estavam quase vazios. Cada um desses pontos, aqui, aqui e aqui, todos são drenados para as piscinas de bolhas. Acredito que toda a tubulação do prédio se rompeu, além dos carros de bombeiro que vi ao entrar aqui.”

Pikalov: “As mangueiras ainda estão ligadas. E vêm jogando água na estrutura esse tempo todo.”

Legasov: “Os tanques estão cheios!”

Detalhamento: após compreender a situação, Legasov demonstra preocupação e a equipe do comitê se reúne na cena seguinte.

Episódio 2: Unidade de análise nº 25

Tempo da Cena: 48min07s

Indicador de ACT: relações de poder no meio científico e tecnológico; relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; conhecimentos específicos do meio científico; aspecto controverso de problemas científicos.

Descrição da cena: o comitê central do partido se reúne para avaliar as ações para o controle do acidente, com pressão sobre o secretário geral e líder da União Soviética, Gorbachev. Como figura de liderança, as decisões são tomadas de acordo com sua autorização. Ao chegar na reunião, o secretário inicia de forma dura a sua fala.

Falas e detalhamento da cena:

Gorbachev: “Eu tenho dez minutos. Aí tenho de voltar ao telefone e pedir desculpas aos nossos amigos. Pedir desculpas aos nossos inimigos. Nosso poder vem da percepção do nosso poder. Vocês entendem o estrago que isso causou? Entendem o que está em jogo? Boris.”

Shcherbina: “O professor Legasov fará o relatório.”

Legasov: “Há boas notícias. Os despejos estão ajudando a apagar o fogo. Houve redução de emissões de radionuclídeos” ... “Também há outro problema. O combustível nuclear não esfria só porque não está em chamas. Na verdade, a temperatura subirá devido à areia que jogamos. O urânio derreterá a areia, criando um tipo de lava que começará a derreter a proteção abaixo.”

Gorbachev: “Você criou lava.”

Legasov: “Eu previ isso. Eu pensei que daria tempo de reforçar a camada de concreto antes que a lava chegasse ao solo e contaminasse a água, mas pelo que parece, eu me preocupei com a coisa errada. Eu havia entendido que os grandes tanques de água abaixo do reator estavam vazios. Esta é Ulana Khomyuk, do Instituto Bielo-russo. Graças à dedução dela, sabemos agora que os tanques estão cheios, na verdade.”

Gorbachev: “De água. E por que isso é um problema?”

Khomyuk: *“Ao entrar nos tanques, a lava vai superaquecer de imediato e vaporizar quase sete mil metros cúbicos de água, causando uma explosão térmica significativa.”*

Gorbachev: *“Significativa como?”*

Detalhamento: Khomyuk dá o relato do problema imenso que surge e Legasov completa com as ações necessárias e o sacrifício necessário para lidar com a situação que pode se desenrolar numa catástrofe.

Khomyuk: *“Estimamos entre dois e quatro megatons. Tudo dentro de um raio de 30km será totalmente destruído. Incluindo os três reatores restantes em Chernobyl. A totalidade do material radioativo em todos os núcleos será expelida com máxima potência e espalhada por uma enorme onda de choque, que se estenderá por 200km aproximadamente e deve ser fatal para toda a população de Kiev e uma parte de Minsk. A liberação de radiação será severa. E seu impacto será sentido na Ucrânia Soviética, Letônia, Lituânia, Bielorrússia, assim como Polônia, Tchecoslováquia, Hungria, Romênia e a maior parte da Alemanha Oriental.”*

Gorbachev: *“O que quer dizer com “impacto”?”*

Legasov: *“Nessa região, a interrupção quase permanente do suprimento de comida e água. Grande aumento de casos de câncer e defeitos congênitos. Não sei quantas mortes, mas muitas. Para Bielorrússia e Ucrânia, o impacto significa que ficarão completamente inabitáveis por no mínimo 100 anos.”*

Gorbachev: *“E quanto tempo até isso acontecer?”*

Legasov: *“Entre 48 e 72 horas. Mas talvez tenhamos uma solução. Podemos bombear a água dos tanques. Infelizmente, os tanques estão selados por uma comporta, que só pode ser aberta manualmente por dentro do sistema de dutos. Então precisamos encontrar três operários familiarizados com a usina para entrar no porão aqui, seguirem por todos esses dutos, chegar na válvula da comporta e nos dar o acesso necessário para esvaziar os tanques. Precisaremos da sua permissão, claro.”*

Gorbachev: *“Minha permissão para quê?”*

Legasov: *“A água nesses dutos... O nível de contaminação radioativa... Eles estarão mortos em uma semana. Precisamos da sua permissão para matar três homens.”*

Detalhamento: após dar a autorização, a reunião se encerra com pesar demonstrado por Gorbachev.

Episódio 2: Unidade de análise nº 26

Tempo da Cena: 54min34s

Indicador de ACT: aspecto controverso das decisões sobre recursos de ciência e tecnologia; relações entre ciência, sociedade, tecnologia e meio ambiente.

Descrição da cena: Legasov e Shcherbina se reúnem com os engenheiros e funcionários da usina de Chernobyl para seleção dos três homens que vão até o prédio do reator 4 dar acesso à drenagem da água para que possam evitar a explosão térmica. Legasov dá as instruções e relata o que foi concordado pelo comitê.

Falas e detalhamento da cena:

Legasov: *“A válvula é difícil de operar, então precisamos de três homens que conheçam a planta do porão. É claro que os voluntários serão recompensados com uma bolsa anual de 400 rublos. E quem trabalha nos reatores um e dois será promovido. Por que os reatores um e dois ainda estão em operação?”*

Funcionário: *“Minha amiga era segurança naquela noite e agora ela está morrendo. Nós todos soubemos dos bombeiros. Agora quer que nós nademos sob um reator em chamas. Você sabe qual é o nível de contaminação?”*

Legasov: “Não tenho um número exato.”

Funcionário: “Não precisa do número exato para saber que nos matará. Mas nem consegue nos dizer isso. Por que deveríamos fazer isso? Por 400 rublos?”

Shcherbina: “Vocês vão fazer porque deve ser feito. Vão fazer porque ninguém mais pode. Se não fizerem, milhões vão morrer. Se me disserem que isso não justifica, não acreditarei. Isso é o que sempre diferenciou nosso povo. Mil anos de sacrifício em nossas veias. E cada geração deve encarar seu próprio sofrimento.”

Detalhamento: após a fala do ministro, 3 voluntários se manifestam e a equipe se desloca rumo ao reator para preparação da operação.

Episódio 2: Unidade de análise nº 27

Tempo da Cena: 57min45s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico.

Descrição da cena: os operários voluntários da operação de abertura da válvula de água do reator 4 se preparam e entram no prédio.

Falas e detalhamento da cena:

Detalhamento: ao longo do caminho, utilizam um detector de radiação que emite ruídos na presença de radiação captada pelo equipamento. Conforme avançam na planta industrial, o barulho aumenta sua frequência e o capítulo da série se encerra com a tensão construída no momento.

Episódio 3: “Open Wide, O Earth”

Episódio 3: Unidade de análise nº 28	
Tempo da Cena: 04min20s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico.
Descrição da cena: Lyudmila vai até o hospital de Moscou para ver seu marido, Vasily Ignatenko, bombeiro que atuou no incêndio do reator nos primeiros momentos.	
Falas e detalhamento da cena: Lyudmila: “ <i>Eu vim ver meu marido, Vasily Ignatenko. Ele é um bombeiro de Chernobyl. Eu tenho permissão.</i> ” Recepcionista: “ <i>Chernobyl? Desculpe. Proibido visitantes.</i> ” Lyudmila: “ <i>Mas o Major Burov permitiu.</i> ” Detalhamento: após uma tentativa de suborno com a recepcionista, Lyudmila é autorizada a entrar e solicitam que ela tenha cuidado no contato com o marido. No caminho, ela encontra uma médica que alerta para ter cuidado ao ver o marido, já que não há ninguém autorizado a visitar os afetados pelo acidente. Médica: “ <i>Pode vê-lo por 30 minutos. Nem um minuto mais. E não pode tocá-lo de jeito nenhum. Entendeu?</i> ” Detalhamento: ao chegar no quarto, Vasily a abraça, mas sente dores leves no contato devido as queimaduras. Lyudmila olha espantada a vermelhidão e os efeitos da radiação no marido, ainda sem compreender os sintomas.	

Episódio 3: Unidade de análise nº 29	
Tempo da Cena: 07min30s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; poder e relações de controle no meio da ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina discutem algumas medidas sobre o isolamento da área ao redor da usina. O cientista ainda não está satisfeito com a evacuação da cidade e demanda medidas mais urgentes no que se trata da elaboração de uma zona de exclusão.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: “ <i>Mas como isso aconteceu? Quem deu essa ideia para eles?</i> ” Shcherbina: “ <i>Está sugerindo que fui eu?</i> ” Legasov: “ <i>Alguém resolveu que a zona de evacuação devia ser de 30km, quando sabemos que aqui, há Césio-137, no Distrito de Gomel. Isso fica a 200km!</i> ” Shcherbina: “ <i>Foi decidido.</i> ” Legasov: “ <i>Baseado em quê?</i> ” Shcherbina: “ <i>Não sei!</i> ” Legasov: “ <i>Perdão. Talvez eu passe tempo demais no meu laboratório. Ou talvez eu seja burro. É assim mesmo que tudo funciona? Uma decisão desinformada e arbitrária que custará não sei quantas vidas feita por um agente do aparato? Um carreirista do partido?</i> ” Shcherbina: “ <i>Eu sou um carreirista do partido. Cuidado com a língua, camarada Legasov.</i> ” Pikalov: “ <i>Camaradas. Confirmamos visualmente que o fogo está quase extinto. Também houve reduções nas emissões de iodo-131 e césio-137.</i> ” Shcherbina: “ <i>Ótimo. Não é?</i> ” Pikalov: “ <i>Mas a temperatura está subindo. E...</i> ”	

Legasov: *“Há um aumento de zircônio-95. Do revestimento das hastes de combustível.”*

Shcherbina: *“O que isso significa?”*

Legasov: *“O derretimento começou.”*

Detalhamento: o derretimento é algo que vinha preocupando a equipe, uma vez que agora o desafio é impedir que o combustível entre em contato com a água nos lençóis abaixo do reator, contaminando solo e rios.

Episódio 3: Unidade de análise nº 30

Tempo da Cena: 10min45s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; poder e relações de controle no meio da ciência e tecnologia; noções sobre cientista e ciência (natureza da ciência).

Descrição da cena: Gorbachev realiza uma ligação para Legasov e Shcherbina para lidar com os procedimentos em Chernobyl. Na ligação, Legasov novamente questiona sobre a zona de exclusão definida pelo partido e tentam lidar com o derretimento do núcleo.

Falas e detalhamento da cena:

Shcherbina: *“A situação dentro do núcleo está piorando mais rápido do que esperávamos. A camada de concreto vai durar de seis a oito semanas. Depois disso, Legasov estima que há 50% de chance que o combustível vaze pela camada e derreta, penetrando no lençol freático.”*

Gorbachev: *“E para onde vai esse lençol freático?”*

Shcherbina: *“Para o rio Pripyat, que abastece o Dnieper. A fonte principal de água para 50 milhões de pessoas, além de plantações e rebanhos que ficariam inutilizáveis. Sugerimos a instalação de um trocador de calor sob a camada para baixar a temperatura e parar o derretimento. Para fazer isso, fui informado de que precisaríamos de... todo o nitrogênio líquido na União Soviética.”*

Gorbachev: *“Muito bem.” ... “Use o que precisar. Isso já devia estar claro. Mais alguma coisa?”*

Shcherbina: *“Não, obrigado.”*

Legasov: *“Sim!” ... “Sim! Quero falar sobre a zona de exclusão de 30km.”*

Shcherbina: *“Um pequeno detalhe, secretário. O premier Ryzhkov determinou...”*

Gorbachev: *“Se ele determinou, está determinado. Professor Legasov, só há um motivo para sua presença aí. Entendeu? Fazer com que isso acabe. Não quero perguntas. Quero saber quando isso vai acabar.”*

Legasov: *“Se quer saber quando Chernobyl estará segura, a meia vida do plutônio-239 é de 24 mil anos. Então talvez a resposta seja: não estaremos vivos para ver.”*

Shcherbina: *“Você e eu devíamos dar uma volta.”*

Detalhamento: Legasov e Shcherbina saem para uma caminhada após a ordem do ministro para o cientista.

Episódio 3: Unidade de análise nº 31	
Tempo da Cena: 13min00s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; poder e relações de controle no meio da ciência e tecnologia.
Descrição da cena: durante uma caminhada com Legasov, Shcherbina mostra ao professor o motivo de serem discretos e de terem cuidado com a forma como guiam os procedimentos e suas falas ao longo da resolução dos problemas da crise, uma vez que estão sendo observados de perto o tempo todo.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: <i>“O que você quer? Um pedido de desculpas? Não vou ficar quieto e...”</i> Shcherbina: <i>“O que acontecerá com nossos rapazes?”</i> Legasov: <i>“Que rapazes? Os mergulhadores?”</i> Shcherbina: <i>“Mergulhadores, bombeiros, os homens na sala de controle. O que a radiação fará com eles, exatamente?”</i> Legasov: <i>“Com o nível a que alguns foram expostos, a radiação ionizante desintegra a estrutura celular. A pele forma bolhas, fica avermelhada e depois preta. Depois vem um período de latência. Os efeitos imediatos passam. O paciente parece estar se recuperando. Saudável até. Mas não está. Geralmente isso só dura um ou dois dias.” ... “Aí os danos celulares começam a se manifestar. A medula óssea morre. O sistema imunológico entra em colapso. Os órgãos e o tecido mole começam a se decompor. As artérias e veias vazam como uma peneira, a ponto de não conseguir dar morfina para a dor, que é... inimaginável. E dentro de três dias a três semanas, você está morto. É isso que vai acontecer com esses rapazes.”</i> Shcherbina: <i>“E quanto a nós?”</i> Legasov: <i>“Bem... nós recebemos uma dose contínua, mas não tanto. Não tão forte a ponto de matar as células, mas consistente o bastante para danificar nosso DNA. Então, com o tempo... câncer. Ou anemia aplástica. De qualquer forma, fatal.”</i> Shcherbina: <i>“Bem... De certo modo, parece que escapamos do pior. Valery...”</i> Detalhamento: Shcherbina aponta para um casal que acompanha o caminhar dos protagonistas mantendo certa distância, indicando que estão sendo acompanhados. Legasov: <i>“Eu já os vi antes.”</i> Shcherbina: <i>“Agora você entende por que eu queria dar uma volta. Garanto que o local de trabalho está grampeado. Nossos quartos. Até nossos banheiros.”</i> Legasov: <i>“Eles estiveram aqui esse tempo todo.”</i> Shcherbina: <i>“Claro que estiveram. Se os estamos vendo abertamente agora, é porque eles querem que nós saibamos.”</i>	

Episódio 3: Unidade de análise nº 32	
Tempo da Cena: 16min15s	Indicador de ACT: concepções de ciência e cientista (aspectos da natureza da ciência).
Descrição da cena: Legasov e Khomyuk se encontram e discutem ideias sobre o acidente: soluções de problemas, hipóteses. Nessa conversa, tentam ter uma compreensão mais ampla do que houve no reator.	
Falas e detalhamento da cena: Khomyuk: <i>“Você viu isso? O combustível está derretendo mais rápido do que esperávamos.”</i> Legasov: <i>“Eu sei. Eu tenho um plano.”</i> Khomyuk: <i>“O trocador de calor, espero.”</i> Legasov: <i>“Sim. Queria perguntar uma coisa, camarada, mas vejo que está se fazendo a mesma pergunta.”</i> Khomyuk: <i>“Por que explodiu? Refiz meus cálculos várias vezes, presumindo as piores condições em um reator RBMK. Sempre obtenho a mesma resposta.”</i> Legasov: <i>“Que é?”</i> Khomyuk: <i>“É impossível.”</i> Legasov: <i>“E ainda assim...” ... “Não vai conseguir resolver isso aqui. Não no papel. Todos que estavam na sala de controle, Dyatlov, Akimov, Toptunov, estão em Moscou. Hospital número seis. Precisamos descobrir exatamente o que houve naquela noite. Minuto a minuto. Decisão a decisão. Vá agora enquanto ainda estão vivos. Converse com eles. Se não descobirmos como isso aconteceu, vai acontecer de novo. E Khomyuk... tenha cuidado.”</i>	

Episódio 3: Unidade de análise nº 33	
Tempo da Cena: 18min30s	Indicador de ACT: relações políticas atreladas às ciências e tecnologia.
Descrição da cena: Um grupo de trabalhadores da mina de Tula, na Rússia, conversa em seu horário de descanso num clima de descontração com piadas sobre as condições de trabalho.	
Falas e detalhamento da cena: Glukhov: <i>“Escutem essa. O que é grande como uma casa, queima 20 litros de combustível por hora, faz barulho e solta fumaça pra cacete e corta uma maçã em três pedaços? Uma máquina soviética feita para cortar maçãs em quatro pedaços!”</i> Detalhamento: após a piada, os operários caem na risada antes de serem chamados para conversar com um dos ministros do governo soviético.	

Episódio 3: Unidade de análise nº 34	
Tempo da Cena: 18min30s	Indicador de ACT: conceitos específicos dos campos das ciências da natureza.
Descrição da cena: Lyudmila continua acompanhando Vasily em seu período no hospital.	
Falas e detalhamento da cena: Lyudmila: <i>“Vasya? Vasya?”</i> Vasily: <i>“Não, não. Elas disseram para não me tocar. Não é seguro.”</i> Lyudmila: <i>“Elas tocam em você. Se é seguro para elas, é seguro para mim.”</i>	

Detalhamento: o casal continua conversando enquanto Lyudmila tenta consolar Ignatenko em seus momentos de dor por conta do envenenamento por radiação.

Episódio 3: Unidade de análise nº 35

Tempo da Cena: 26min45s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; relações entre a ciência e tecnologia e impactos sociais.

Descrição da cena: Legasov e Shcherbina recebem os trabalhadores das minas de Tula para os preparos da instalação de um trocador de calor que possa desacelerar a fusão do núcleo do reator 4.

Falas e detalhamento da cena:

Shcherbina: *“O quê?”*

Legasov: *“Eu não sou bom nisso, Boris. Mentir.”*

Shcherbina: *“Já passou algum tempo com mineiros?”*

Legasov: *“Não.”*

Shcherbina: *“Meu conselho: diga a verdade. Esses homens trabalham no escuro. Eles veem tudo.”*

Detalhamento: Glukhov chega para conversar com o ministro e o cientista e questiona o uso da máscara de segurança que lhe foi entregue ao chegar na cidade.

Glukhov: *“Isso funciona?”*

Legasov: *“Até certo ponto.”*

Glukhov: *“Qual é o trabalho?”*

Legasov: *“Precisamos instalar um trocador de calor de nitrogênio líquido embaixo desta camada de concreto. Não há como chegar lá de dentro do prédio. Então é preciso chegar nela pelo subsolo.”*

Glukhov: *“O que tem em cima da camada?”*

Legasov: *“O núcleo do reator nuclear, que está derretendo.”*

Glukhov: *“Ele vai cair em cima de nós?”*

Legasov: *“Não se terminarem em seis semanas.”*

Detalhamento: após discutirem mais alguns detalhes sobre o trabalho e Legasov alertar para as condições nas quais deverão cavar, bem como Glukhov alertar que vai precisar de mais homens para que possa trabalhar em intervalos e sem uso de maquinário pesado, ele questiona as noções de segurança descritas por Legasov.

Glukhov: *“E a profundidade do túnel? Seis metros?”*

Legasov: *“Doze.”*

Glukhov: *“Doze? Por quê?”*

Legasov: *“Para sua proteção. Nessa profundidade, haverá mais proteção contra a radiação.”*

Glukhov: *“A entrada do túnel não será 12 metros abaixo.” ... “E não estamos 12 metros abaixo agora.”*

Legasov: *“Não. Não estamos.”*

Shcherbina: *“Já temos alguns equipamentos aqui. Chegará mais à meia-noite. Podem começar de manhã.”*

Glukhov: *“Não. Começaremos já. Não quero meus homens aqui mais do que o necessário. Se isto funcionasse (aponta para a máscara de segurança), você estaria usando.”*

Episódio 3: Unidade de análise nº 36	
Tempo da Cena: 30min45s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico.
Descrição da cena: Glukhov tenta conseguir melhores condições de trabalho para os mineiros que trabalham na escavação do túnel até abaixo do reator.	
Falas e detalhamento da cena: Glukhov: “ <i>Está 50 graus lá dentro. Não dá pra respirar sem máscara. Não dá pra respirar com máscara. É como um forno. Precisamos de ventilação.</i> ” Pikalov: “ <i>Ventiladores levantarão poeira, que entrará nos seus pulmões.</i> ” Glukhov: “ <i>Eu respiro poeira há 20 anos.</i> ” Pikalov: “ <i>Não esta poeira. Sinto muito. Para o seu próprio bem, nada de ventiladores.</i> ” Detalhamento: Glukhov volta para o trabalho sem conseguir dialogar com os responsáveis pela operação de escavação.	

Episódio 3: Unidade de análise nº 37	
Tempo da Cena: 32min33s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; interações entre ciência e políticas administrativas.
Descrição da cena: Khomyuk vai até o hospital de Moscou para investigar a sequência de ações tomadas pela equipe do reator 4 que levaram ao acidente. Na cena, ela questiona o engenheiro Toptunov, que já está em estágio avançado em relação ao envenenamento por radiação.	
Falas e detalhamento da cena: Khomyuk: “ <i>Meu nome é Ulana Khomyuk. Sou a física nuclear do Comitê de Chernobyl. Preciso que me conte tudo que houve na noite do acidente. Está bem?</i> ” Toptunov: “ <i>Sim. Eu quero contar.</i> ” Khomyuk: “ <i>Muito bem. Qual era o seu cargo oficial?</i> ” Toptunov: “ <i>Meu nome é... Leonid Fedorovich Toptunov. Eu sou o engenheiro-chefe sênior do Controle do Reator na Usina Nuclear de Chernobyl.</i> ” Khomyuk: “ <i>Quantos anos você tem?</i> ” Toptunov: “ <i>25 anos.</i> ” Detalhamento: Toptunov começa a ter agravamento em seus ferimentos e Khomyuk tenta auxiliar nos cuidados antes de continuar sua investigação.	

Episódio 3: Unidade de análise nº 38	
Tempo da Cena: 39min23s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; relações públicas e de poder na ciência.
Descrição da cena: os mineiros passam calor na escavação para instalar o trocador de calor, decidindo então cavarem sem as roupas. Os soldados chamam Legasov e Shcherbina para lidarem com a situação.	
Falas e detalhamento da cena:	

Glukhov: “O quê? Não nos deram ventiladores. Está muito quente para roupas. Estamos cavando do jeito antigo. Como nossos pais. Ainda estamos com a porra das tocas. O que vocês querem?”

Legasov: “Ficam menos protegidos assim.”

Glukhov: “Vai me dizer que faz diferença?”

Detalhamento: Legasov balança a cabeça para dizer que não há diferença alguma.

Glukhov: “Quando isso terminar, vão cuidar deles?”

Shcherbina: “Eu não sei.”

Episódio 3: Unidade de análise nº 39

Tempo da Cena: 40min48s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; limites da tecnologia.

Descrição da cena: Khomyuk continua conversando com Toptunov para compreender o que levou o reator à explosão.

Falas e detalhamento da cena:

Khomyuk: “Então o nível de energia subiu de... 200 para 400 megawatts.”

Toptunov: “Sim. Muito rápido.”

Khomyuk: “Por que vocês não iniciaram um desligamento de emergência? Por que não apertaram o botão AZ-5?”

Toptunov: “Nós apertamos. Eu informei o aumento para o Akimov, e ele apertou o botão.”

Khomyuk: “Leonid, isso é impossível.”

Toptunov: “Ele apertou. Eu juro. Eu vi Akimov apertar. Foi aí que explodiu.”

Detalhamento: Khomyuk fica espantada ao perceber que o procedimento de desligamento emergencial do reator que causou a explosão.

Episódio 3: Unidade de análise nº 40

Tempo da Cena: 40min48s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; limites da tecnologia.

Descrição da cena: Khomyuk conversa com Akimov para confirmar as informações passadas por Toptunov.

Falas e detalhamento da cena:

Akimov: “Eu apertei. Antes da explosão. Antes. Por quê? Por que aconteceria isso? Eu desliguei. Eu apertei o AZ-5.”

Khomyuk: “Obrigada, camarada Akimov.”

Akimov: “Eu fiz tudo certo. Fiz tudo certo.”

Detalhamento: Khomyuk deixa a sala de Akimov com uma expressão de espanto pelas condições que o engenheiro se encontra devido ao envenenamento.

Episódio 3: Unidade de análise nº 41	
Tempo da Cena: 43min13s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; poder envolvido na ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Khomyuk encontra Lyudmilla ao sair da sala de Akimov. Ao perceber que a esposa de Vasily está grávida, se revolta com as enfermeiras do local por terem permitido o contato do casal enquanto Ignatenko estava em tratamento pela exposição à radiação. Ao ameaçar vaziar as informações sobre o acontecido, é abordada por agentes da KGB.	
Falas e detalhamento da cena: Khomyuk: “<i>As pessoas vão saber disso.</i>” Enfermeira: “<i>Espere.</i>” Khomyuk: “<i>As pessoas vão saber disso. Entendeu? Todos vão saber.</i>” Agente: “<i>O que todos vão saber?</i>” Khomyuk: “<i>Eu sou da comissão oficial de Chernobyl. Tenho autorização de Valery Legasov. Pode verificar, meu nome é...</i>” Agente: “<i>Sabemos quem você é. O que todos vão saber?</i>” Detalhamento: Khomyuk é presa pela KGB e impedida de continuar a investigação sobre o acidente para construção do caso.	

Episódio 3: Unidade de análise nº 42	
Tempo da Cena: 44min30s	Indicador de ACT: relações de poder e controle público na ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina chegam à reunião do comitê soviético e conversam sobre a situação da prisão de Khomyuk.	
Falas e detalhamento da cena: Shcherbina: “<i>Trouxe suas anotações?</i>” Legasov: “<i>Trouxe.</i>” Shcherbina: “<i>Khomyuk foi presa ontem.</i>” Legasov: “<i>O quê? Por quê?</i>” Shcherbina: “<i>Não sei.</i>” Legasov: “<i>Foi a...?</i>” (insinuando a KGB) Shcherbina: “<i>Claro que foi. Estou cuidando disso.</i>” Detalhamento: Shcherbina destaca novamente que está tentando lidar com a situação, mas na forma como coloca, aparenta não ter muito poder sobre a situação.	

Episódio 3: Unidade de análise nº 43	
Tempo da Cena: 45min15s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos do meio científico; poder e relações de controle no meio da ciência e tecnologia; noções sobre cientista e ciência (natureza da ciência).
Descrição da cena: o comitê de Chernobyl se reúne para discutir as próximas ações após os trabalhos realizados até o momento.	
Falas e detalhamento da cena: Shcherbina: <i>“Após centenas de despejos, nossos pilotos corajosos conseguiram apagar o fogo. Os mineiros trabalham heroicamente para garantir que o combustível não atinja o lençol freático. Além disso... não há mais risco de outra explosão. O povo soviético enfrentou o desafio à altura. Eles e todos nesta sala devem ser parabenizados. Por fim, eu e o professor Legasov estamos atentos à proteção dos interesses de segurança do Estado. Desde a infeliz divulgação de informações logo após o acidente, achamos que isso não mais ocorreu. Camarada Charkov, esperamos que tenhamos correspondido aos mais altos padrões da KGB.”</i> Charkov: <i>“Certamente.”</i> Shcherbina: <i>“Obrigado. O professor Legasov vai falar agora sobre o trabalho que está por vir.”</i> Legasov: <i>“Obrigado. O vice-presidente Shcherbina deu as boas notícias e são boas mesmo. Não há mais perigo imediato. Agora temo que a longa guerra deva começar. Há uma enorme quantidade de detritos radioativos e contaminação espalhados por uma área de 260km². Essa região inteira deve ser completamente evacuada. Devemos ir em todas as cidades e vilarejos para garantir isso. Todos os animais ainda vivos dentro dessa zona, sejam domesticados ou selvagens, devem ser encarados como contaminados e devem ser destruídos para evitar a disseminação de radiação e doenças. Na área em volta de Chernobyl, todas as rochas, árvores, e o próprio solo absorveram uma quantidade perigosa de radionuclídeos, que será levada pela chuva e o vento se ficarem expostos. Teremos que derrubar a floresta inteira, remover a camada superior do solo e enterrá-lo sob ele mesmo. Aproximadamente 100km². Por fim, precisaremos construir uma estrutura de confinamento em volta da própria usina. O que obviamente também será extremamente... Haverá mortes.”</i> Tarakanov: <i>“Quanto tempo vai levar? De quantos homens necessita?”</i> Shcherbina: <i>“Esperamos que o processo de liquidação leve três anos, e aproximadamente 750 mil homens, incluindo vários médicos e engenheiros estruturais.”</i> Gorbachev: <i>“Quantas mortes?”</i> Legasov: <i>“Milhares. Talvez dezenas de milhares.”</i> Gorbachev: <i>“Comecem já.”</i>	

Episódio 3: Unidade de análise nº 44	
Tempo da Cena: 45min15s	Indicador de ACT: poder e relações de controle no meio da ciência e tecnologia; noções sobre cientista e ciência (natureza da ciência).
Descrição da cena: Legasov questiona Charkov sobre a prisão de Khomyuk após a reunião do comitê.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: <i>“Camarada Charkov.”</i> Shcherbina: <i>“Valery!”</i> Charkov: <i>“Sim, professor?”</i> Legasov: <i>“Minha colega foi presa ontem à noite. Não pretendo desrespeitá-lo, mas pode me dizer por quê?”</i> Charkov: <i>“Não sei de quem o senhor está falando.”</i> Legasov: <i>“Ela foi presa pela KGB. O senhor é o primeiro vice-diretor da KGB.”</i> Charkov: <i>“Eu sou. Por isso não preciso mais me preocupar em prender ninguém.”</i> Legasov: <i>“Mas o senhor se preocupa em mandar nos seguir.”</i> Charkov: <i>“Camarada, sei que ouviu as histórias sobre nós. Quando as ouço, até eu fico chocado. Mas não somos o que as pessoas pensam. Sim, há pessoas seguindo vocês. Há pessoas seguindo essas pessoas. Está vendo aqueles? Eles estão me seguindo. A KGB é um círculo de responsabilidade. Nada mais.”</i> Legasov: <i>“O senhor conhece o trabalho que fazemos. Não confia mesmo em nós?”</i> Charkov: <i>“Claro que confio. Mas conhece o velho ditado russo: “Confie, mas verifique.” Os americanos acham que Ronald Reagan inventou esse. Dá para imaginar? Foi bom conversar com o senhor.”</i> Legasov: <i>“Eu preciso dela.”</i> Charkov: <i>“Então, o senhor vai se responsabilizar por ela? Considere feito.”</i> Legasov: <i>“O nome dela é...”</i> Charkov: <i>“Eu sei quem ela é. Bom dia, professor.”</i> Shcherbina: <i>“Não. Foi inesperadamente bem. Você pareceu um idiota ingênuo. Idiotas ingênuos não são uma ameaça.”</i>	

Episódio 3: Unidade de análise nº 45	
Tempo da Cena: 50min50s	Indicador de ACT: noções sobre cientista e ciência (natureza da ciência).
Descrição da cena: Legasov vai até o local onde Khomyuk está detida para finalizar sua liberação.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: <i>“Você está bem?”</i> Khomyuk: <i>“Ninguém me machucou. Deixaram uma mulher grávida no quarto com um... Não importa. Eles foram burros. Eu fui burra. Dyatlov não quer falar comigo. Akimov falou. Toptunov também, mas... Valery... Akimov... Ele não tem mais rosto.”</i> Legasov: <i>“Você quer parar?”</i> Khomyuk: <i>“E eu tenho essa opção?”</i> Legasov: <i>“Você acha que o combustível derreterá a camada de concreto?”</i> Khomyuk: <i>“Não sei. Há uma chance de 40%, talvez.”</i>	

Legasov: “*Eu disse 50%. De qualquer jeito, os números significam o mesmo: talvez. Talvez o núcleo derreta até o lençol freático. Talvez os mineiros a quem mandei cavar sob o reator salvem milhões de vidas. Talvez eu os esteja matando à toa. Eu não quero mais fazer isso. Quero parar. Mas não posso. Acho que você não tem escolha, assim como eu. Acho que, apesar da estupidez, das mentiras, até disso aqui, você sente a obrigação. O problema existe e você não pode parar até achar a resposta, porque... você é assim.*”

Khomyuk: “*Uma maluca.*”

Legasov: “*Uma cientista.*”

Episódio 3: Unidade de análise nº 45

Tempo da Cena: 56min50s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências naturais.

Descrição da cena: cena do enterro de Vasily e outros bombeiros que estavam nos primeiros momentos de contenção do fogo no reator.

Falas e detalhamento da cena: nesta cena, há apenas a trilha sonora enquanto é mostrado o enterro dos bombeiros em caixões selados por metais e enterrados sob terra e concreto, como forma de impedir emissão de radiação e contaminação do solo.

Episódio 4: “*The Happiness of All Mankind*”

Episódio 4: Unidade de análise nº 46	
Tempo da Cena: 35s	Indicador de ACT: relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; relações de poder no meio científico.
Descrição da cena: uma moradora de um vilarejo nos arredores de Chernobyl é convocada para deixar seu lar. Um soldado dá a ordem de evacuação enquanto aguarda a ação da moradora.	
Falas e detalhamento da cena: Soldado: “<i>É hora de ir. Você me ouviu? Isto é uma evacuação. Você está entendendo? Você tem que vir comigo.</i>” Moradora: “<i>Por quê?</i>” Soldado: “<i>Porque eles me disseram, então eu estou falando pra você agora. Todos nesta aldeia, todos tem que ir. Não é seguro aqui. Há radiação no ar.</i>” Detalhamento: a moradora continua ordenhando a vaca em seu estaleiro. Não seguindo a ordem do soldado. Soldado: “<i>O que tem de errado com você?</i>” Moradora: “<i>Você sabe quantos anos eu tenho?</i>” Soldado: “<i>Eu não sei. É velha.</i>” Moradora: “<i>Eu tenho 82 anos. Eu vivi aqui toda a minha vida. Bem aqui, aquela casa, esse lugar. Por que me importar com segurança?</i>” Soldado: “<i>É o meu trabalho. Não cause problemas.</i>” Moradora: “<i>Problemas? Você não é o primeiro soldado a ficar aqui com uma arma. Quando eu tinha 12 anos, a revolução veio. Os homens do czar. Então bolcheviques. Garotos como você marchando em filas. Eles nos disseram para sair. Não. Então houve Stalin e sua fome, o Holodomor. Meus pais morreram. Duas das minhas irmãs morreram. Eles disseram ao resto de nós para sairmos. Não. Então a grande guerra. Garotos alemães. Garotos russos. E mais soldados, mais fome, mais corpos. Meus irmãos nunca voltaram para casa. Mas eu fiquei e ainda estou aqui. Depois de tudo o que vi... então eu deveria sair agora por causa de algo que não consigo ver? Não.</i>” Soldado: “<i>É hora de ir. Por favor, levante-se agora. Este é seu último aviso.</i>” Detalhamento: o soldado saca uma pistola e mata a vaca da moradora. Soldado: “<i>É hora de ir. Vamos.</i>”	

Episódio 4: Unidade de análise nº 47	
Tempo da Cena: 05min40s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; tecnologias e limite de aplicação.
Descrição da cena: um grupo de trabalhadores faz um mapeamento dos índices de radiação no solo em um campo aberto usando dosímetros.	
Falas e detalhamento da cena: Detalhamento: ao longo do trajeto, vão marcando as áreas e materiais que apontam maior índice de radiação para que possam realizar as operações solicitadas pelo comitê soviético que lida com o acidente.	

Episódio 4: Unidade de análise nº 48	
Tempo da Cena: 08min15s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; visões de ciência e cientista.
Descrição da cena: Legasov e Shcherbina conversam com o general Tarakanov para decidirem ações para a limpeza do prédio do reator de Chernobyl.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: <i>“O átomo é uma coisa desumilde.”</i> Tarakanov: <i>“Não é desumilde, é humilhante. Por que o núcleo ainda está exposto ao ar? Por que nós ainda não cobrimos?”</i> Legasov: <i>“Nós queremos, mas não podemos nos aproximar o suficiente. Os detritos no telhado são grafite do próprio núcleo. Até que possamos empurrá-lo do telhado de volta para o reator, vai matar quem chegar perto. Você pode ver o telhado em três níveis. Nós os nomeamos... O pequeno aqui é Katya. Mil Roentgen por hora. Presuma duas horas de exposição é fatal. O do lado... Nina. Dois mil Roentgen. Uma hora fatal.”</i> Tarakanov: <i>“Usamos escavadeiras de controle remoto no Afeganistão.”</i> Shcherbina: <i>“Muito pesado. Eles cairiam direto.”</i> Tarakanov: <i>“Então...?”</i> Legasov: <i>“Veículos lunares. Lunokhod STR-1. Eles são leves. E se cobrirmos com chumbo, eles podem suportar a radiação.”</i> Shcherbina: <i>“Nós não pudemos colocar um homem na lua. Pelo menos podemos manter um homem fora do telhado.”</i> Legasov: <i>“Essa é a coisa mais importante, general. Sob nenhuma circunstância os homens podem subir lá. Apenas robôs.”</i> Tarakanov: <i>“E quanto a essa grande seção aqui?”</i> Shcherbina: <i>“Masha.”</i> Legasov: <i>“Doze mil Roentgen. Se você ficasse em pé com equipamento de proteção completo da cabeça aos pés por dois minutos, sua expectativa de vida seria cortada pela metade. Por três minutos, você está morto em poucos meses. Mesmo nossos veículos lunares não funcionarão em Masha. Essa quantidade de radiação gama penetra tudo. As partículas literalmente trituram os circuitos em microchips separados. Se é mais complicado que um interruptor de luz, Masha irá destruí-lo.”</i> Shcherbina: <i>“Seria justo dizer que aquele pedaço de telhado é o lugar mais perigoso da Terra.”</i> Tarakanov: <i>“Então, o que fazemos?”</i> Shcherbina: <i>“É isso que queríamos perguntar a você.”</i>	

Episódio 4: Unidade de análise nº 49	
Tempo da Cena: 11min00s	Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; relações de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
Descrição da cena: Pavel, um dos jovens recrutados para serviços na área da zona de exclusão de Chernobyl, chega no acampamento montado nos arredores da região para receber os soldados e cidadãos que cuidariam dos esforços restantes para lidar com os efeitos do acidente. Em um momento, Bacho, um dos militares que faz	

parte do processo e se apresenta como responsável da divisão de Pavel, mostra as regras e a dinâmica do acampamento.

Falas e detalhamento da cena:

Detalhamento: Bacho pede a Pavel que coloque um protetor genital (coquilha) de metal feito no improvisado pelos trabalhadores do acampamento.

Bacho: *“Nós fazemos isso de sucata de chumbo. Coloque-o sob suas bolas.”*

Pavel: *“Agora?”*

Bacho: *“Não, não. Você pode esperar até que a radiação lhe dê uma boceta. Sim agora!”*

Episódio 4: Unidade de análise nº 50

Tempo da Cena: 16min35s

Indicador de ACT: noções sobre cientista e ciência (natureza da ciência); poder e controle público sobre a ciência.

Descrição da cena: Khomyuk vai até a biblioteca principal do partido soviético para ter acesso à artigos publicados acerca do reator RBMK, tipo que operava em Chernobyl.

Falas e detalhamento da cena:

Khomyuk: *“Eu preciso ver os seguintes documentos. Eles estão listados apenas com permissão. Eu estou trabalhando para o Comitê Central.”*

Bibliotecária: *“Camarada.”*

Bibliotecário: *“Ela pode ter esse.”*

Detalhamento: no momento que solicitou acesso à documentos, Khomyuk pediu para ver vários textos, mas o acesso só foi permitido para alguns.

Episódio 4: Unidade de análise nº 51

Tempo da Cena: 18min25s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza.

Descrição da cena: cena que mostra algumas das ações realizadas pela equipe de limpeza da zona de exclusão de Chernobyl.

Falas e detalhamento da cena:

Detalhamento: na cena, são vistos helicópteros lançando gases sobre a vegetação, caminhões e operários jogando soluções nas ruas, prédios e locais abertos da cidade de Pripjat enquanto vestem roupas de proteção robusta contra a radiação.

Episódio 4: Unidade de análise nº 52

Tempo da Cena: 19min25s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; concepção salvacionista da tecnologia; relações políticas na ciência e tecnologia.

Descrição da cena: Legasov e Shcherbina coordenam a operação do robô lunar soviético utilizado em uma das áreas superiores da usina próximas ao reator 4 para que pudessem jogar o detrito da explosão no núcleo exposto.

Falas e detalhamento da cena:

Operador (piloto): *“Tudo limpo.”*

Tarakanov: *“Traga as câmeras. Sinal?”*

Operador (piloto): *“Aceitável. Executando diagnósticos de bordo.”*

Tarakanov: *“Diga-me quando estivermos prontos para movê-lo.” ... “Este rover estava no armazenamento. Eles podem construir mais dois. Isso deve cobrir Nina e Katya.”*

Shcherbina: *“E Masha?”*

Tarakanov: *“O Comitê Central me informou que eles podem ter encontrado algo que poderia trabalhar lá em cima. De fora.”*

Shcherbina: *“Americano?”*

Tarakanov: *“Claro que não. É um robô policial alemão. Alemanha Ocidental, então, como você pode imaginar, essa não foi uma conversa fácil de se ter.”*

Detalhamento: após o diagnóstico do robô, a operação inicial é um sucesso, visto que o rover lunar suportou a radiação do telhado nas regiões batizadas como Nina e Katya.

Episódio 4: Unidade de análise nº 53

Tempo da Cena: 21min05s

Indicador de ACT: noções sobre cientista e ciência (natureza da ciência); poder e controle público sobre a ciência.

Descrição da cena: Khomyuk continua a investigação científica sobre o reator, indo mais uma vez tentar falar com Dyatlov no hospital de Moscou.

Falas e detalhamento da cena:

Khomyuk: *“Eu vejo que sua condição melhorou, camarada Dyatlov.”*

Dyatlov: *“Não, vá embora.”*

Khomyuk: *“Preciso da sua ajuda. Akimov iniciou o AZ-5. Quando você deu a ordem...”*

Dyatlov: *“Ordem? Que ordem? Toptunov solicitou, Akimov apertou-o. Foi a única boa decisão que eles fizeram. Idiotas incompetentes.”*

Khomyuk: *“Você pode confirmar que o reator explodiu depois que eles tentaram desligá-lo?”*

Dyatlov: *“Como eu sei que explodiu?”*

Detalhamento: Khomyuk mostra fotos do acidente para Dyatlov.

Khomyuk: *“Eu encontrei isso no arquivo do estado. Escrito em 1976. Trata-se da operação de reatores RBMK sob condições extremas.”*

Dyatlov: *“E daí?”*

Khomyuk: *“Os nomes dos autores foram redigidos, e duas páginas foram removidas.”*

Dyatlov: *“Bem, o Estado deve proteger seus segredos, camarada. Você ousa sugerir o contrário?”*

Khomyuk: *“Eles cometeram um erro. Eles não redigiram o índice. As páginas ausentes aparentemente se referem para um coeficiente de vácuo positivo e AZ-5. Isso significa alguma coisa para você?”*

Dyatlov: *“O que você quer depois daqui? Por que você está me perguntando isso?”*

Khomyuk: *“Você trabalhou com o reator. Você sabe disso melhor do que eu.”*

Dyatlov: *“Então tudo é culpa minha então? É isso que é isso?”*

Khomyuk: *“Eu não estou aqui para culpar você. Eu estou aqui para descobrir o que aconteceu. E se você percebe isso ou não, sou sua melhor chance de evitar um tiro. Você pode me ajudar ou não?”*

Dyatlov: *“Eu não tenho ideia do que teria acontecido aqui. Os coeficientes de vazios não têm nada a ver com o AZ-5. Pronto. Agora você pode ir.”*

Khomyyuk: *“Você não está nem curioso?”*

Dyatlov: *“Pelo que? Você acha que a pergunta certa vai te dar a verdade? Não há verdade. Pergunte aos patrões o que você quiser e você vai conseguir a mentira. E eu vou conseguir o tiro.”*

Episódio 4: Unidade de análise nº 54

Tempo da Cena: 35min20s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; concepção salvacionista da tecnologia; relações políticas na ciência e tecnologia.

Descrição da cena: Legasov e Shcherbina recebem o robô alemão e o colocam para teste na região mais perigosa do telhado do prédio do reator.

Falas e detalhamento da cena:

Tarakanov: *“Coringa. É o que os alemães denominaram: “Coringa”.*”

Shcherbina: *“Está pronto?”*

Tarakanov: *“Está pronto.”*

Operador (piloto): *“Motores, bom. Sinais bons.”*

Tarakanov: *“Tudo bem, vamos com calma. Avance um metro, inverta um metro.”*

Operador (piloto): *“Avançar um. Inverter um...”*

Tarakanov: *“Você perdeu o sinal?”*

Operador (piloto): *“Não é o sinal. É o veículo. Está morto.”*

Detalhamento: Shcherbina sai enfurecido da sala de controle do robô e entra em ligação com um membro do comitê para informar sobre o robô alemão.

Shcherbina: *“Claro que eu sei que eles estão ouvindo! Eu quero que eles ouçam! Eu quero que eles ouçam tudo! Você sabe o que estamos fazendo aqui?! Diga a esses gênios o que eles fizeram! Eu não dou a mínima! Diga-lhes! Vá dizer a eles! Ryzhkov! Vá dizer-lhes que ele é uma piada! Diga para a porra do Gorbachev! Diga-lhes!”*

Detalhamento: ao sair da vã com o telefone, Shcherbina informa a posição do Estado para Tarakanov e Legasov.

Shcherbina: *“A posição oficial do Estado é que uma catástrofe nuclear global não é possível na União Soviética. Eles disseram aos alemães que o mais alto nível detectado de radiação foi de 2.000 Roentgen. Eles deram-lhes o número de propaganda. Esse robô nunca iria funcionar... Precisamos de um novo telefone.”*

Episódio 4: Unidade de análise nº 55

Tempo da Cena: 39min12s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; natureza da ciência; concepções sobre ciência e cientista.

Descrição da cena: Legasov, Shcherbina e Tarakanov discutem como lidar com a parte do telhado batizada como Masha.

Falas e detalhamento da cena:

Shcherbina: “E se não limpamos o telhado?”

Legasov: “Temos que limpar. Se não limpamos o telhado, não poderemos construir uma cobertura sobre ele. Se não podemos cobri-lo, são 12.000 Roentgen. Isso é quase o dobro da radiação da bomba de Hiroshima. Toda hora, hora depois de hora...”

Shcherbina: “Eu sei, eu sei, eu sei. O que dizer de chumbo? Nós poderíamos... eu não sei. Podemos derretê-lo e despejá-lo de cima, como um revestimento.”

Tarakanov: “Primeiro de tudo, nós já usamos a maior parte do chumbo que tínhamos...”

Shcherbina: “Há folhas de chumbo ao redor dos instrumentos nos outros edifícios do reator. Os soldados estão tirando para fazerem armaduras de proteção.”

Tarakanov: “Você está falando sério? Mesmo assim, estamos falando de ferver metal em um helicóptero. E é o chumbo, Boris, vai pesar uma tonelada. E se atirmos o grafite no buraco? Nós temos balas de alto calibre, explosivas. Eles não apenas ricocheteariam, elas empurrariam...”

Shcherbina: “Você quer atirar balas explosivas em um reator nuclear exposto?”

Tarakanov: “Bem...”

Shcherbina: “Não, não. Vamos acender aquele telhado de volta no fogo. Foi tão fácil de apagar pela primeira vez. Do que estamos falando aqui? Precisamos de outro robô. Um que pode suportar a radiação.”

Tarakanov: “Eu perguntei. Não há nada.”

Shcherbina: “Os americanos?”

Tarakanov: “Se os americanos tivessem esse tipo de tecnologia, você realmente acha que eles nos dariam? E mesmo se o fizessem, o Comitê Central nunca se curvaria para perguntar. Você sabe disso, eu sei disso. Não há robôs.”

Legasov: “Biorrobôs” ... “Nós usamos biorrobôs. Homens.”

Episódio 4: Unidade de análise nº 56

Tempo da Cena: 48min05s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; relações entre ciência, tecnologia e ambiente; elementos de natureza da ciência.

Descrição da cena: Tarakanov instrui os biorrobôs, humanos, que vão desempenhar a tarefa de limpar Masha.

Falas e detalhamento da cena:

Tarakanov: “Camarada soldados, o povo soviético já teve o suficiente desse acidente. Eles querem que limpemos isso, e nós lhe confiamos esta séria tarefa. Devido à natureza da área de trabalho, Cada um terá no máximo 90 segundos para resolver este problema. Ouça atentamente cada uma das minhas instruções, e faça exatamente como lhe foi dito. Isto é para sua própria segurança e a segurança de seus companheiros. Você entrará no prédio do reator 3. Suba as escadas, mas não avance imediatamente para o telhado. Quando chegar ao topo, espere lá dentro, atrás da entrada do telhado e recupere o fôlego. Você precisará disso para o que vem a seguir. Esta é a área de trabalho. Devemos limpar o grafite. Algumas delas estão em blocos, pesando aproximadamente 40 a 50 quilos. Todos eles devem ser jogados ao longo da borda aqui. Assista seus camaradas se movendo rapidamente a partir desta abertura, então virando para a esquerda, e entrando no espaço de trabalho aqui. Tome cuidado para não tropeçar. Há um buraco no telhado. Tome cuidado para não cair. Você precisará mover-se rapidamente e precisará mover-se com cuidado. Você entende sua missão como

descrevi?”

Trabalhadores: *“Sim, camarada general!”*

Tarakanov: *“Estes são os 90 segundos mais importantes de suas vidas. Confirme sua tarefa na memória e faça seu trabalho.”*

Detalhamento: a cena se conclui com um grupo de trabalhadores desempenhando os 90 segundos de ação no telhado, lançando os detritos do reator 4 e do prédio do reator na localização ordenada por Tarakanov. Durante a sequência, um dos trabalhadores tropeça, aumento a tensão do momento.

Episódio 4: Unidade de análise nº 57

Tempo da Cena: 53min03s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza.

Descrição da cena: Lyudmilla, sentada em uma praça, apresenta dores e problemas de saúde que a levam a perder o filho antes do nascimento.

Falas e detalhamento da cena:

Detalhamento: nessa cena, Lyudmilla, que foi alertada para não tocar ou se aproximar demais de Vasily, começa a sentir dores, colapsando no chão enquanto um grupo de pessoas vêm ao seu auxílio. Na sequência, é revelado que a esposa do bombeiro perdeu a criança que estava esperando.

Episódio 4: Unidade de análise nº 58

Tempo da Cena: 54min25s

Indicador de ACT: noções sobre cientista e ciência (natureza da ciência); poder e controle público sobre a ciência.

Descrição da cena: Shcherbina promove um encontro escondido com Khomyuk e Legasov para avisar sobre os próximos planos do comitê para testemunhos internacionais sobre o acidente.

Falas e detalhamento da cena:

Shcherbina: *“Eu sinto muito por tudo isso. Mas precisávamos falar com você em algum lugar sem...”*

Legasov: *“Eles vão colocar Dyatlov em julgamento, e Bryukhanov e Fomin. Nós vamos ser convidados a dar testemunho de especialista, todos os três de nós. Mas isso é... Antes que isso aconteça...”*

Shcherbina: *“O Comitê Central está enviando Legasov para Viena. É a sede da...”*

Khomyuk: *“Agência de Energia Atômica. Eu sei o que é em Viena. O que eles estão pedindo para você fazer?”*

Legasov: *“Dizer ao mundo o que aconteceu.”*

Khomyuk: *“Bem, então é melhor você saber o que aconteceu. Eu construí uma linha do tempo, minuto por minuto. Segundo a segundo em alguns momentos. Cada decisão, cada botão, cada volta de um interruptor.”*

Legasov: *“E? Eles são culpados?”*

Khomyuk: *“Sim. De incompetência bruta, violação de regulamentos de segurança, imprudência além da crença. Mas a explosão? Não tenho certeza.”*

Legasov: *“O que você quer dizer com você não tem certeza?”*

Khomyuk: *“Eu analisei os dados. Toptunov estava dizendo a verdade. Eles fecharam o reator e aí explodiu. Acho que este artigo tem a resposta, mas duas páginas foram removidas. Você já viu isso antes.”*

Legasov: *“Por favor, acredite em mim quando digo que eu não tinha ideia de que isso poderia causar uma*

explosão. Nós não sabíamos.”

Khomyuk: *“Vocês não sabiam de que?”*

Legasov: *“Em 1975, em um reator RBMK em Leningrado, um canal de combustível se rompeu. Os operadores pressionaram o AZ-5, mas em vez da força cair imediatamente, por um breve momento, subiu.”*

Khomyuk: *“Como isso é possível?”*

Legasov: *“Bem, esta foi a mesma questão colocada por um colega meu chamado Volkov. Ele é quem escreveu este artigo. Quando um reator RBMK funciona com baixa potência, é notoriamente instável. Propenso a oscilações em reatividade. Sob circunstâncias normais, as hastes de controle podem compensar isso.”*

Khomyuk: *“Sob circunstâncias normais. A equipe de Chernobyl paralisou o reator durante o teste. Eles puxaram quase todas as hastes de controle para trazer a força de volta.”*

Legasov: *“Isto é o que Volkov aprendeu de Leningrado. Se as hastes de controle de boro são completamente retiradas do reator, quando elas são colocadas de volta, a primeira coisa que entra no núcleo não é o boro. É grafite. As hastes de controle possuem pontas de grafite que desloca a água e o vapor. Então a reatividade não diminui. Aumenta dramaticamente.”*

Shcherbina: *“Por que diabos eles apertariam esse botão?”*

Khomyuk: *“Eles não sabiam.”*

Legasov: *“Volkov avisou o Kremlin, dez anos atrás. Mas não poderia haver dúvida sobre a supremacia da indústria nuclear soviética.”*

Shcherbina: *“A KGB classificou-a como um segredo de estado.”*

Legasov: *“Quando vi o reator explodido, Eu ainda não achei que poderia ser essa falha no AZ-5. Porque a falha não levará a uma explosão a menos que os operadores tenham empurrado o reator para o limite do desastre.”*

Shcherbina: *“Então é culpa deles?”*

Legasov: *“Sim.”*

Khomyuk: *“Mas não é só culpa deles.”*

Legasov: *“Não.”*

Khomyuk: *“É isso que você vai dizer em Viena?”*

Shcherbina: *“Você não pode ser ingênua assim.”*

Khomyuk: *“Existem 16 reatores RBMK funcionando na União Soviética agora. Nós temos que consertá-los. A única maneira de fazer isso é ir a público, obrigar o Comitê Central a tomar medidas.”*

Shcherbina: *“O que você está propondo é que Legasov humilhe uma nação que é obcecada por não ser humilhada. Podemos fazer um acordo com a KGB. Você vai deixar essa informação de fora em Viena, e silenciosamente nos deixam consertar os reatores restantes.”*

Khomyuk: *“Um acordo com a KGB? E eu sou "ingênua".”*

Shcherbina: *“Eles vão atrás de sua família, eles vão atrás de seus amigos.”*

Khomyuk: *“Você tem a chance de falar com o mundo, Valery. Se essa chance fosse minha...”*

Shcherbina: *“Mas não é, certo? Eu conheço almas mais corajosas do que você, Khomyuk. Homens que tiveram seu momento e não fizeram nada. Porque quando é a sua vida e a vida de todos que você ama, sua convicção moral não significa nada. Te abandona. E tudo o que você quer nesse momento não é ser baleado.”*

Khomyuk: *“Você conhece o nome Vasily Ignatenko?” ... “Ele era um bombeiro. Ele morreu duas semanas*

após o acidente. Eu tenho procurado sua viúva. Ela deu à luz. Uma garota. O bebê viveu por quatro horas. Eles disseram que a radiação teria matado a mãe, mas o bebê absorveu em vez disso. O bebê dela. Nós vivemos em um país onde as crianças têm que morrer para salvar suas mães. Para o inferno com o seu negócio. E para o inferno com nossas vidas. Alguém tem que começar a dizer a verdade.”

Episódio 5: “Vichnaya Pamyat”

Episódio 5: Unidade de análise nº 59	
Tempo da Cena: 02min10s	Indicador de ACT: relações de poder no meio da ciência e tecnologia.
Descrição da cena: a cena de abertura do episódio mostra a cidade de Pripjat antes do acidente ocorrer, com a população seguindo com seu dia normalmente. No meio do cenário, Dyatlov se dirige até a usina para se reunir com seus chefes Bryukhanov e Fomin.	
Falas e detalhamento da cena: Fomin: “Soube que Bryukhanov é capaz de ser promovido. Este pequeno problema que temos no teste de segurança. Se for concluído com sucesso, sim, é provável que haja promoções. Talvez Moscou, quem sabe. Eu definitivamente vou mandar e precisarei de alguém que faça o meu trabalho. Podia escolher Sitnikov.” Dyatlov: “Eu gostaria de ser considerado.” Fomin: “Pensaremos nisto. Viktor Petrovich, os preparativos para o teste correram bem. O Camarada Dyatlov tem seguido as minhas instruções e a produção do Reator 4 foi reduzida para 1600 mW. Se aprovar, podemos continuar a reduzir a potência...” Bryukhanov: “Vai ter que esperar.” Fomin: “Há...” Bryukhanov: “Vai perguntar se há algum problema, Nikolai? Não consegue ver a minha cara, porra? Há três anos que tento concluir este teste. Três anos! O controlador da rede em Kiev ligou. Disse que não podemos reduzir mais... por dez horas.” Dyatlov: “Controlador? Porque ele nos manda...” Bryukhanov: “A decisão não é dele, Dyatlov. Estamos no fim do mês. As quotas de produtividade. Horas extra, fábricas precisando de eletricidade, pressão vinda de cima. Nunca saberemos de quem. Então temos que cancelar ou o quê?” Fomin: “Não, acho que não. Se temos que esperar 10 horas, esperamos.” Bryukhanov: “A meia potência? Não vai causar instabilidade?” Fomin: “Não, acho que...” Bryukhanov: “Não perguntei para você.” Dyatlov: “É seguro. Mantemos nos 1600. Vou para casa dormir e volto esta noite. Eu supervisiono o teste pessoalmente e será concluído.” Bryukhanov: “Não vou ficar esperando. Ligue-me quando estiver feito.”	

Episódio 5: Unidade de análise nº 60	
Tempo da Cena: 06min16s	Indicador de ACT: relações de poder no meio da ciência e tecnologia; noções de ciência e cientista; política e influência na ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Legasov é chamado para se reunir com Charkov da KGB. O diretor da agência parabeniza o cientista pelo seu testemunho em Viena sobre o acidente.	
Falas e detalhamento da cena: Charkov: <i>“De Viena. Sabe Alemão? Diz, “Finalmente, um cientista soviético que diz a verdade.” Claro que fico ofendido, mas é justo dizer que você causou ótima impressão na conferência. Parece que você é bom nisto.”</i> Legasov: <i>“Em quê? Mentir?”</i> Charkov: <i>“Diplomacia, Legasov. Diplomacia. O Oeste aceita que Chernobyl foi resultado de um erro operacional. E, essencialmente, foi. Temos que lhe agradecer por isso. E assim pretendemos.”</i> Legasov: <i>“Herói da União Soviética.”</i> Charkov: <i>“A nossa mais alta honra. A mim, ainda não me deram.”</i> Legasov: <i>“Promoção a Diretor do Instituto Kurchatov. É com humildade que aceito.”</i> Charkov: <i>“Não há nada de humilde em você, Valery Alexeyevich. Estes prêmios ainda não são seus. Primeiro, o depoimento no julgamento.”</i> Legasov: <i>“Camarada Charkov, eu compreendo o meu dever para com o Estado, mas você nos deu certezas. Os reatores ficariam seguros. Já passaram meses. Nada foi alterado, nem foi falado.”</i> Charkov: <i>“Primeiro, o julgamento. Quando terminar, teremos os nossos vilões, o nosso herói, a nossa verdade. Depois disso, podemos lidar com os reatores.”</i>	

Episódio 5: Unidade de análise nº 60	
Tempo da Cena: 09min00s	Indicador de ACT: conceitos específicos das ciências da natureza; natureza da ciência (aspectos de influência e hierarquia); noções de ciência e cientista; política e influência na ciência e tecnologia.
Descrição da cena: Legasov é visitado por Khomyuk. O cientista começa a perceber sintomas do avanço de sua doença devido ao tempo em que ficou em Chernobyl. Khomyuk tenta convencer Legasov a falar sobre as reais causas do acidente no julgamento diante dos seus colegas de profissão que foram convidados pelo comitê do acidente.	
Falas e detalhamento da cena: Legasov: <i>“Veio de trem?”</i> Khomyuk: <i>“Sim, vim de trem. Agora, vamos falar de Viena. Não vim para te repreender. Sei como o mundo funciona, apesar do que Shcherbina diz.”</i> Legasov: <i>“Então, por que está aqui?”</i> Khomyuk: <i>“Porque sou extremamente teimosa, coisa que você esperava.”</i> Legasov: <i>“Charkov disse que vão arrumar os reatores após o julgamento.”</i>	

Khomyuk: *“Acredita nele? O Estado não fará voluntariamente. Reconhecer o problema seria admitir que mentiram. Terão de ser forçados. No julgamento, você contará a verdade. Vai convencer um júri.”*

Legasov: *“É uma farsa jurídica. O júri já tem o veredito.”*

Khomyuk: *“Não estou falando deles. O Comitê Central convidou membros da comunidade científica para assistir. Os nossos colegas de Kurchatov, de Sredmash, de Minenergo. Vão estar no público ouvindo cada palavra sua. Só nós sabemos que estarão lá. E, quando o seu depoimento chegar ao momento da explosão, será aí que o nosso júri ouvirá a verdade.”*

Legasov: *“E fará o quê com ela?”*

Khomyuk: *“Insistir numa reestruturação. Não só do RBMK, mas da indústria. Eles não funcionam sem nós. Se nós...”*

Legasov: *“Sabe o que aconteceu a Volkov? O homem cujos relatórios você descobriu? Foi destituído da sua posição no Instituto. Despedido pelo crime do conhecimento. Acha que os cientistas, escolhidos para assistir a uma farsa jurídica, serão de alguma forma levados a agir? Por mim? Por uma posição heroica que tomei para provocar o Estado?”*

Khomyuk: *“Sim.”*

Legasov: *“Porquê?”*

Khomyuk: *“Porque é Valery Legasov e você significa algo. Gostaria de pensar que, se eu falasse, seria suficiente, mas sei como o mundo funciona.”*

Legasov: *“Vão me matar, Khomyuk.”*

Khomyuk: *“Você me disse para descobrir o que aconteceu. Falei com dezenas de pessoas. Escrevi cada palavra dita por elas. Está tudo nestes cadernos. Nestes, as que ainda estão vivas. Nestes, as que morreram. Morreram resgatando um ao outro, apagando incêndios. Ajudando os feridos. Não hesitaram, não vacilaram. Fizeram o que tinha que ser feito.”*

Legasov: *“E eu também. Entrei voluntariamente num reator aberto. Portanto, já dei a minha vida. Não é o suficiente?”*

Khomyuk: *“Não. Desculpa, mas não é.”*

Episódio 5: Unidade de análise nº 61

Tempo da Cena: 15min46s

Indicador de ACT: conceitos específicos das ciências da natureza; limitações da ciência e tecnologia; poder e influência pública no meio científico.

Descrição da cena: é dado início no julgamento de Dyatlov, Bryukhanov e Fomin. Shcherbina é chamado para depor no caso. O ministro fica por conta de dar o depoimento técnico sobre como a usina e o teste de segurança deveriam ser guiados.

Falas e detalhamento da cena:

Shcherbina: *“Tudo começou com um teste de segurança. Mas por que havia necessidade de fazer um teste de segurança? O reator número quatro não era novo quando se deu o acidente. Na verdade, começou a operar no dia 20 de Dezembro de 1983. Onze dias depois, no último dia do ano, o Diretor da Central, Viktor Bryukhanov, assinou este documento, certificando a conclusão da construção do reator. Como resultado por terminar o trabalho antes do final do ano, o Camarada Bryukhanov foi agraciado como Herói do Trabalho*

Socialista. O Camarada Fomin foi condecorado como Trabalhador Distinguido. O Camarada Dyatlov recebeu a Ordem do Estandarte Vermelho. Mas o trabalho não tinha sido concluído e este documento era uma mentira. Para assiná-lo, todos os testes de segurança deviam estar concluídos. Mas ainda faltava um. Um reator nuclear gera calor no seu núcleo. Uma série de bombas envia um fluxo constante de água fria para o núcleo. O calor do núcleo transforma a água em vapor, que gira esta turbina, resultando em eletricidade. Mas e se uma central elétrica não tiver eletricidade? E se a eletricidade que alimenta a central é interrompida? Num apagão, ou falha de equipamento, ou ataque de inimigo estrangeiro. Se não há eletricidade, as bombas não mandam água para o núcleo. Sem água, o núcleo sobreaquece e o combustível funde. Desastre nuclear. A solução? Três geradores a diesel para suporte aqui. Portanto, problema resolvido? Não. Bryukhanov sabia que o problema não ficara resolvido. Os geradores levaram um minuto a atingir a velocidade necessária para alimentar as bombas e evitar a fusão. Naquele momento, já era tarde demais. Chegamos ao teste de segurança. A teoria era esta, se as instalações ficassem sem eletricidade, a turbina giratória demoraria algum tempo para diminuir e parar. E se pudéssemos tirar eletricidade que ainda estava produzindo e transferi-la para as bombas? E se a turbina conseguisse manter as bombas, de modo a cobrir o intervalo de 60 segundos, até os geradores iniciarem? Perguntas?”

Juiz Milan: “Não. Continue, por favor.”

Shcherbina: “Para testar esta teoria, o reator é colocado em modo de potência reduzida, a 700 mW, para simular um apagão. As turbinas são desligadas. Começam a girar lentamente e a sua produção elétrica é medida para ver se há eletricidade suficiente nas bombas. A ciência é forte, mas um teste só é tão bom quanto os homens que o fazem. Na primeira tentativa, eles falharam. Na segunda tentativa, eles falharam. Na terceira tentativa, eles falharam. A quarta tentativa foi em 26 de Abril de 1986.”

Episódio 5: Unidade de análise nº 62

Tempo da Cena: 20min23s

Indicador de ACT: conceitos específicos das ciências da natureza; limitações da ciência e tecnologia; poder e influência pública no meio científico.

Descrição da cena: Khomyuk é chamada para dar seu testemunho no julgamento, recorrendo à sua análise do caso pelas entrevistas realizadas com os engenheiros que operaram o reator 4 no dia do acidente.

Falas e detalhamento da cena:

Khomyuk: “Para compreender o que aconteceu, temos que recuar dez horas. 25 de Abril, o dia em que o teste deveria ser feito. Pelas 14h, o reator tinha sido reduzido para metade, do nível de produção normal de 3200 mW para 1600 mW, e está estável, pronto para ser reduzido ao nível de produção final, 700 mW. Mas, antes de poderem prosseguir, há um telefonema. Oficiais da rede em Kiev dizem que não podem arcar com mais redução elétrica até depois da meia-noite. Pedem um atraso de 10 horas. Este é o primeiro momento crítico. O primeiro elo da cadeia do desastre. Uma gestão competente teria insistido em cancelar o teste. Estes três homens permitiram que se prosseguisse. Por que este atraso era tão perigoso? Criou dois problemas. Um deles é de natureza científica e o outro é muito humano. Será este que consideraremos primeiro. À meia-noite, há uma mudança de turno.”

Detalhamento: os engenheiros são chamados para a sala de controle do reator 4 durante uma troca de turnos de expediente, sendo que as instruções que os aguardam para o teste de segurança os pegam de surpresa.

Ninguém havia sido avisado e nas instruções do teste, há informações riscadas que a equipe não tem certeza se segue ou não. Após a chegada de Dyatlov, o clima na sala de controle fica tenso. Como responsável pelo teste, Dyatlov impõe pressão em sua equipe a todo momento dizendo que devem apenas seguir as suas ordens.

Khomyuk: *“Quero que pensem em Yuri Gagarin. Imaginem que não lhe diziam nada sobre a sua missão no Espaço, até ele estar na rampa de lançamento. Imaginem que tudo o que ele tinha eram instruções que ele nunca havia visto, e algumas estavam riscadas. Era isto que estava acontecendo na sala de controle do Reator 4. O turno da noite não tinha formação, nem foi avisado da experiência. Leonid Toptunov, o operador responsável por controlar e estabilizar o reator naquela noite tinha apenas 25 anos. A sua experiência no cargo? Quatro meses. Este é o problema humano criado pelo atraso. Mas, dentro do núcleo do reator, no espaço entre os átomos, algo muito mais perigoso está se formando. Um veneno. A hora é 00h28.”*

Episódio 5: Unidade de análise nº 63

Tempo da Cena: 26min21s

Indicador de ACT: conceitos específicos das ciências da natureza; limitações da ciência e tecnologia; poder e influência pública no meio científico.

Descrição da cena: Legasov é, enfim, chamado para dar seu testemunho sobre o acidente durante o julgamento.

Falas e detalhamento da cena:

Legasov: *“Fico feliz em ver colegas do Instituto de Kurchatov e de Minenergo. Mas não é preciso ser cientista nuclear para entender Chernobyl. Só é preciso saber isto. Basicamente, acontecem duas coisas dentro de um reator nuclear. A reatividade que gera energia, ou sobre, ou desce. É só isso. Os operadores só mantêm o equilíbrio. Combustível de urânio. Quando os átomos de urânio se quebram e colidem, a reatividade sobre. Se não se equilibrar a reatividade, ela nunca para de subir. Por isso... Hastes de controle de boro. Elas reduzem a reatividade como freios num carro. Mas há um terceiro fator a considerar, a água. A água fria remove calor do sistema. Torna-se em vapor, ou o que chamamos de "vazio". Num reator RBMK, como os usados em Chernobyl, há algo chamado "coeficiente positivo de vazios." O que significa isto? Significa que quanto mais vapor presente no sistema, maior a reatividade, portanto maior o calor, maior o vapor, maior o... Parece que temos um círculo vicioso em mãos. E teríamos mesmo, se não fosse por isto. Teríamos, se não fosse por isto, o coeficiente de temperatura negativo. Quando o combustível nuclear fica mais quente, fica menos reativo. Portanto, o combustível aumenta reatividade. As hastes de controle e a água a diminuem. O vapor a aumenta. O aumento de temperatura a reduz. Esta é a dança invisível que alimenta cidades inteiras sem fumaça nem fogo. E é lindo, quando as coisas são normais. Quando o urânio se quebra e liberta energia, forma outro elemento, xenônio. O xenônio reduz a reatividade. Este é o veneno que a Camarada Khomyuk mencionou. Quando o núcleo está no máximo, queima o xenônio antes de poder causar problemas. Contudo, devido ao atraso, o Reator 4 de Chernobyl foi mantido a metade da potência por 10 horas. O xenônio não queimou. Acumulou, envenenando o núcleo. Começamos a perder equilíbrio. Às 00h28, o reator está pronto para diminuir. Porém, em menos de uma hora, explodirá. Se não entendem como um reator parado pode levar a uma explosão, é compreensível. Afinal, não trabalham na sala de controle de uma central nuclear. Mas, como vimos, os homens que lá trabalhavam, também não entendiam.”*

Detalhamento: a cena passa para o reator, no momento descrito por Legasov. A equipe começa a diminuir a potência de forma segura e lenta, irritando Dyatlov, que quer mais agilidade no processo e ainda mantém a

pressão sobre a equipe. Entretanto, a reatividade e a potência despencam dramaticamente, o que leva Dyatlov a se irritar ainda mais e solicitar que a equipe recupere a potência do reator removendo hastes de segurança do reator, que são utilizadas para desacelerar o processo reativo. Durante a fala de Legasov, Dyatlov tenta se remover da situação de responsável, alegando que não estava no local no momento do teste.

Dyatlov: *“Eu não estava na sala.” ... “Estava no banheiro.”*

Procurador Andrei: *“A Camarada Khomyuk entrevistou quem estava na sala. Todos contaram a mesma história. “Sabia que o que Dyatlov ordenou estava errado, mas, se não o fizesse, seria despedido.” Leonid Toptunov, um dia antes de morrer. Camarada Dyatlov, você estava na sala. Ordenou aumentar a potência. É um fato.”*

Juiz Milan: *“O tribunal vai fazer um intervalo de 30 minutos.”*

Episódio 5: Unidade de análise nº 64

Tempo da Cena: 36min26s

Indicador de ACT: relações de poder na ciência e tecnologia; noções sobre ciência e cientista.

Descrição da cena: Legasov e Shcherbina conversam durante a pausa do julgamento. Shcherbina demonstra sintomas do câncer que desenvolveu devido ao tempo que ficaram em Chernobyl.

Falas e detalhamento da cena:

Shcherbina: *“Sabe alguma coisa desta cidade, Chernobyl?”*

Legasov: *“Não, na verdade não.”*

Shcherbina: *“Eram maioritariamente judeus e poloneses. Os judeus foram mortos em massacres e Stalin expulsou os poloneses. Depois, vieram os nazistas, que mataram o resto. Mas, depois da guerra, as pessoas vieram morar aqui mesmo assim. Sabiam que o solo estava encharcado de sangue, mas não se importaram. Judeus mortos, poloneses mortos, mas eles, não. Ninguém pensa que vai acontecer com eles. E aqui estamos nós.”*

Detalhamento: Shcherbina mostra seu lenço com sangue para o professor. Legasov percebe o estado já relativamente avançado de câncer no colega.

Legasov: *“Quanto tempo?”*

Shcherbina: *“Talvez um ano. Chamam... Chamam de a doença longa. Não me parece muito longa. Sei que me disse e acreditei em você, mas o tempo passou e pensei que não fosse acontecer comigo. Desperdicei. Desperdicei tudo por nada.”*

Legasov: *“Por nada?”*

Shcherbina: *“Lembra da manhã em que o chamei? Do quão despreocupado estava? Não acredito em muito do que vem do Kremlin, mas, quando disseram que iam me pôr à frente da limpeza e disseram que não era grave, eu acreditei. Sabe por quê?”*

Legasov: *“Porque puseram você no comando.”*

Shcherbina: *“Sim. Eu sou um homem inconsequente. Nunca fui outra coisa. Esperava ser importante, mas nunca consegui. Só fiquei ao lado de pessoas que eram importantes.”*

Legasov: *“Há outros cientistas como eu. Qualquer um poderia ter feito o que eu fiz. Mas você? Tudo o que pedimos, tudo o que precisávamos, homens, materiais, rovers lunares. Quem mais poderia ter feito estas coisas? Eles me ouviam, mas era a você que escutavam. De todos os ministros e deputados, a congregação*

inteira de idiotas obedientes, enviaram, por engano, o único bom homem. Pelo amor de Deus, Boris. Você foi o mais importante.”

Episódio 5: Unidade de análise nº 65

Tempo da Cena: 40min45s

Indicador de ACT: conceitos específicos das ciências da natureza; limitações da ciência e tecnologia; poder e influência pública no meio científico.

Descrição da cena: Legasov continua seu testemunho após a pausa.

Falas e detalhamento da cena:

Legasov: *“A hora é 00h38. O reator está quase desligado. Os operadores do Reator 4 estão presos num caminho desastroso. Não há como recuar. Eles não sabem, mas já estava sentenciado. Aos 30 mW, ainda está sendo criado xenônio, mas não está sendo queimado. O reator está afogando em veneno. Para piorar as coisas, não está quente o suficiente para produzir vapor que chegue. A única forma de aumentar a potência em segurança é muito lentamente, durante um período de 24 horas. Mas Dyatlov quer isto feito já. Akimov e Toptunov só têm um plano de ação. Começam a remover hastes de controle. Dezenas de cada vez. Removem até metade, até três quartos, mas a potência não se altera. Portanto, começam a removê-las por completo. Havia 211 hastes de controle no Reator 4. Akimov e Toptunov removeram 205 por completo. Lembrando que as hastes de controle são os freios. De 211 hastes, só seis permanecem no reator. O combustível, por sua vez, arrefeceu, portanto, o coeficiente negativo de temperatura não baixa a reatividade. Ainda assim, o envenenamento por xenônio é tão forte, que o melhor que podem fazer é aumentar a potência para 200 mW. As hastes de controle estão fora. O sistema de emergência foi desligado. A única coisa a manter o reator é a água e o xenônio. É uma da manhã. Estamos a minutos do teste.”*

Detalhamento: a cena volta para um flashback dos momentos da sala de controle do reator com os engenheiros tentando levar o reator para a potência solicitada por Dyatlov. Novamente, a equipe questiona as ordens de Dyatlov, mas ele ignora seus funcionários e ordena que o processo continue.

Legasov: *“O problema que enfrentavam não tinha solução. Potência baixa demais, água alta demais. O teste estava arruinado. Os resultados seriam inúteis, mas Dyatlov não quis saber. Ele só queria entregar um teste concluído. 01h22 da manhã. Restam menos de dois minutos. Yuvchenko, engenheiro mecânico, está no seu escritório. Perevozchenko, responsável da seção de reatores está no reabastecimento, muito acima da cobertura de aço de 1000 toneladas do reator. Degtaryenko e Khodemchuk, operadores de circulação, na sala de bombas. Nenhum sabe do teste. Nenhum sabe o que vai acontecer. Às 01h22 e 30 segundos, Toptunov vê um relatório do sistema de computadores SKALA do reator. Com base na ausência de hastes de controle suficientes, o computador recomenda que o reator seja desligado.”*

Detalhamento: a cena volta para o flashback com Dyatlov dando a ordem para ignorar o sistema SKALA e prosseguir com o teste.

Legasov: *“01h23 e quatro segundos. Cada decisão tinha puxado o reator como um estilingue, mais longe do que alguém havia feito. Agora, começa o teste. As bombas estão desligadas e eles deixaram ficar. As bombas param de mover água pelo reator. O urânio já não recebia refrigeração não tinha hastes de controle. O equilíbrio vai imediatamente para a direção oposta e, em menos de um segundo, a reatividade aumenta. Dentro do núcleo, a água remanescente está convertendo-se em vapor. Está sendo criado um vazio. Não há mais água*

para substituí-lo. O vapor aumenta a reatividade, que aumenta o calor, que aumenta o vapor, que aumenta a reatividade. O Xenônio remanescente degrada-se. A potência está aumentando. Nada pode pará-la.”

Detalhamento: a equipe no reator percebe um aumento imenso da energia produzida no reator. A equipe, nessa situação se vê forçada a parar o reator.

Legasov: “01h23 e 40 segundos. Cada sala de controle de cada reator nuclear tem um botão com um único propósito, o SCRAM, para desligar a reação instantaneamente. Em reatores soviéticos, esse botão chama-se AZ-5. Ao acionar o AZ-5, todas as hastes de controle se inserem de uma vez e a reação para. Mas...”

Dyatlov: “Está esperando o quê, Legasov? Conte as suas mentiras.” ... “Não podia evitar. Ele sabe algo. Ela sabe algo.” ... “Eu sei o que você é, Valery Alexeyevich. É um mentiroso.”

Detalhamento: Dyatlov se irrita durante o julgamento e o Juiz ordena que a sessão seja interrompida e os acusados mantidos sob custódia. Após a confusão criada por Dyatlov se cessar, Legasov pede para que seu testemunho continue. O Juiz nega. Shcherbina então se levanta e ordena que o tribunal permita que Legasov finalize seu testemunho. Com a ordem do ministro, o procurador e o Juiz acatam a decisão e Legasov continua.

Legasov: “Dyatlov quebrou todas as regras que tínhamos. Levou o reator à beira da destruição. Fez isto acreditando que havia um dispositivo de segurança. AZ-5. Um mero botão para desligar, mas, nas circunstâncias que ele criou, não havia. O sistema de desativação tinha um defeito fatal. Às 01h23 e 40 segundos, Akimov aciona o AZ-5. As hastes de controle removidas começam a reentrar no reator. As hastes são de boro, o que reduz a reatividade, mas as pontas não. As pontas são feitas de grafite, que acelera a reatividade.”

Juiz Milan: “Por quê?”

Legasov: “Por quê? Pelo mesmo motivo por que os reatores não têm redomas de contenção, como os do ocidente. Pelo motivo por que não usamos combustível enriquecido nos núcleos. Pelo motivo por que somos a única nação que constrói reatores moderados por grafite e refrigerados por água com um coeficiente de vazão positivo. É mais barato. A primeira parte das hastes que entra no núcleo são as pontas de grafite. Quando entram, a reação no núcleo, que tem vindo aumentando, dispara. Cada molécula de água líquida é logo convertida em vapor, que expande e rompe vários canais de hastes de combustível. As hastes de controle nesses canais não se podem mover mais. As pontas de grafite estão presas e aceleram a reação infinitamente. O Reator 4 de Chernobyl é agora uma bomba nuclear. 01h23 e 42 segundos. Perevozchenko olha para a tampa de aço do reator e vê o impossível. As tampas dos canais de combustível, de 350 kg cada, estão aos saltos. Ele corre a avisar a sala de controle, mas nada mais pode fazer para parar isto. 01h23 e 44 segundos. O vapor destrói mais canais de combustível. Não sabemos o valor máximo atingido. Apenas o último registro. O Reator 4, concebido para operar a 3200 mW, ultrapassou os 33.000. A pressão dentro do núcleo já não pode ser contida. Finalmente chegamos às 01h23 e 45 segundos. A explosão. No instante em que a tampa é atirada do reator, entra oxigênio. Este junta-se ao hidrogênio e ao grafite sobreaquecido. A cadeia do desastre está completa. Ninguém ali sabia que o botão, que a desativação poderia ser um detonador. Não sabiam por que não lhes foi dito.”

Juiz Milan: “Camarada Legasov, está contradizendo o seu depoimento de Viena.”

Legasov: “O meu depoimento em Viena foi mentira. Eu menti. Ao mundo. Não fui o único a guardar segredos. Há muitos. Eram ordens. Da KGB, do Comitê Central. E neste momento há 16 reatores na União Soviética com o mesmo defeito. Três deles ainda estão funcionando, a menos de 20 km de Chernobyl.”

Juiz Milan: *“Professor Legasov, se está sugerindo que o Estado Soviético é responsável pelo que aconteceu, aviso, está entrando em território perigoso.”*

Legasov: *“Já entrei. Estamos em território perigoso neste momento, devido aos nossos segredos e às nossas mentiras. São praticamente o que nos define. Quando a verdade ofende, mentimos até não nos lembrarmos mais dela. Mas ela continua lá. Cada mentira que dizemos incorre uma dívida à verdade. Mais cedo ou mais tarde, essa dívida é paga. É assim que o núcleo de um reator RBMK explode. Mentiras.”*

Detalhamento: o julgamento se encerra, Legasov é levado em custódia pela KGB.

Episódio 5: Unidade de análise nº 66

Tempo da Cena: 56min34s

Indicador de ACT: poder e influência pública no meio científico; noções sobre ciência e cientista.

Descrição da cena: após o julgamento, Legasov é levado pela KGB.

Falas e detalhamento da cena:

Charkov: *“Valery Alexeyevich Legasov, filho de Alexei Legasov, Diretor de Cumprimento Ideológico do Comitê. Sabe o que seu pai lá fazia?”*

Legasov: *“Sim.”*

Charkov: *“Quando estudante teve uma posição de liderança em Komsomol. Juventude Comunista, certo?”*

Legasov: *“Já sabe.” ... “Sim.”*

Charkov: *“No Instituto Kurchatov, você era o secretário do Partido Comunista. Nessa posição, limitou a promoção de cientistas judeus.” ... “Para lamber as botas ao Kremlin. Você é um dos nossos, Legasov. Posso fazer o que quiser com você, mas o que quero principalmente é que você saiba que eu sei, você não é corajoso. Você não é heroico. É apenas um homem morrendo, que se esqueceu de si próprio.”*

Legasov: *“Eu sei quem sou e sei o que fiz. Num mundo justo, eu seria morto pelas mentiras, mas pela verdade, não.”*

Charkov: *“Cientistas e a sua obsessão absurda pelos motivos. Quando a bala entrar no seu crânio, o que é que importa?! Por quê?! Ninguém vai morrer, Legasov. O mundo inteiro te viu em Viena. Seria vergonhoso matá-lo agora. E para quê? O seu depoimento de hoje não será aceito pelo Estado. Não vai ser espalhado na imprensa. Nunca aconteceu. Você viverá o tempo que lhe resta, mas não como cientista. Nunca mais. Manterá o seu título e o seu escritório, mas nenhum dever, nenhuma autoridade, nenhum amigo. Ninguém vai falar com você. Ninguém irá escutá-lo. Outros homens, inferiores a você, receberão o mérito do que você fez. O seu legado agora é deles. Viverá tempo suficiente para ver isso. Qual foi o papel de Shcherbina nisto?”*

Legasov: *“Nenhum. Ele não sabia o que eu ia dizer.”*

Charkov: *“Qual foi o papel de Khomyuk nisto?”*

Legasov: *“Nenhum. Ela também não sabia.”*

Charkov: *“Após tudo o que disse e fez hoje, seria curioso se escolhesse este momento para mentir.”*

Legasov: *“Acho que um homem da sua experiência reconheceria uma mentira.”*

Charkov: *“Jamais se encontrará ou comunicará com nenhum deles. Jamais comunicará sobre Chernobyl com ninguém. Permanecerá tão imaterial para o mundo que, quando finalmente morrer, será extremamente difícil saber que alguma vez viveu.”*

Legasov: *“E se eu recusar?”*

Charkov: “*Para que preocupar-se com algo que não vai acontecer?*”

Legasov: “*Para que preocupar-se com algo que não vai acontecer? É perfeito. Deviam escrever isso no nosso dinheiro.*”

Detalhamento: Legasov é levado pela KGB enquanto Khomyuk e Shcherbina assistem na distância.

Episódio 5: Unidade de análise nº 67

Tempo da Cena: 01h02min03s

Indicador de ACT: noções sobre ciência e cientista; poder no meio da ciência e tecnologia.

Descrição da cena: fala de encerramento da série na qual Legasov relata sobre a natureza investigativa de se praticar a ciência e a busca por fatos.

Falas e detalhamento da cena:

Legasov: “*Ser cientista é ser ingênuo. Focamos tanto na procura pela verdade que não consideramos que poucos querem que a encontremos. Mas ela está sempre lá, quer a vejamos ou não, escolhamos ou não. A verdade não se importa com o que queremos. Não se importa com os nossos governos, ideologias, religiões. Ela ficará à espera para sempre. E isto, por fim, é a dádiva de Chernobyl. Já temi o preço da verdade, mas agora apenas pergunto, qual é o preço das mentiras?*”

Episódio 5: Unidade de análise nº 67

Tempo da Cena: 01h02min50s

Indicador de ACT: conhecimentos específicos das ciências da natureza; relações políticas e de poder na ciência e tecnologia.

Descrição da cena: cena de encerramento da série que mostra algumas informações do que foi abordado na série e de algumas referências da história sobre o acontecido.

Falas e detalhamento da cena:

Detalhamento: a cena mostra sobre o suicídio de Legasov, as prisões e o retorno ao trabalho em usinas nucleares dos envolvidos no acidente, o fato de que diversos cientistas auxiliaram Legasov durante a crise, dentre outras informações. A série se encerra indicando que o número oficial de mortos pelo acidente até hoje é de 31 fatalidades, enquanto as estimativas falam em dezenas de milhares. Uma dedicatória aos que estiveram envolvidos na luta para solucionar a crise e a memória dos que caíram no processo e no acidente fecha a produção.