



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ

CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM FÍSICA

ADRIANE DE JESUS GUIMARÃES

**FILME OPPENHEIMER COMO UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA AO
APRENDIZADO DE TÓPICOS DE FÍSICA NUCLEAR:** Uma experiência com alunos do
3º ano do ensino médio do Instituto Federal do Amapá – Campus Macapá

MACAPÁ
2025

ADRIANE DE JESUS GUIMARÃES

**FILME OPPENHEIMER COMO UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA AO
APRENDIZADO DE TÓPICOS DE FÍSICA NUCLEAR:** Uma experiência com alunos do
3º ano do ensino médio do Instituto Federal do Amapá – Campus Macapá

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
coordenação do curso de Licenciatura em Física como
requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciado
em Física.

Orientador: Prof. Dr. Argemiro Midonês Bastos

MACAPÁ
2025

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

-
- G963f Guimaraes, Adriane de Jesus
Filme oppenheimer como uma ferramenta pedagógica ao
aprendizado de tópicos de física nuclear: uma experiência com alunos
do 3º ano do ensino médio do Instituto Federal do Amapá - Campus
Macapá. / Adriane de Jesus Guimaraes - Macapá, 2025.
46 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus
Macapá, Licenciatura em Física, 2025.
- Orientador: Dr. Argemiro Midonês Bastos.
1. Física nuclear. 2. Multimídias em sala de aula. 3. Aprendizagem
de Física. I. Bastos, Dr. Argemiro Midonês, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica
do IFAP com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ADRIANE DE JESUS GUIMARÃES

FILME OPPENHEIMER COMO UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA AO APRENDIZADO DE TÓPICOS DE FÍSICA NUCLEAR: Uma experiência com alunos do 3º ano do ensino médio do Instituto Federal do Amapá – Campus Macapá

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso de Licenciatura em Física como requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciado em Física.

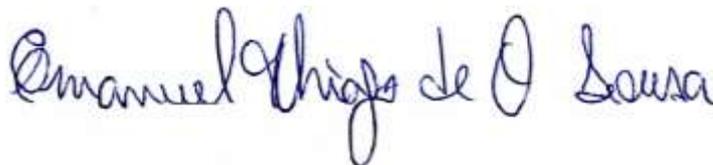
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Argemiro Midonês Bastos (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amapá



Prof. Me. Astrogecildo Ubaiara Brito
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amapá



Prof. Me. Emanuel Thiago de Oliveira Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amapá

Apresentado em: 13 / 03 / 2025

Conceito/Nota: 10,00 (DEZ)

Dedico este trabalho a Deus por ser minha força, à minha família pelo amor incondicional e minhas amigas por compartilharem essa jornada comigo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, sabedoria e graça concedidas ao longo dessa jornada acadêmica permitindo-me superar as dificuldades e alcançar este momento.

Ao meu esposo Ilton de Freitas Barbosa pela força, paciência, amor e incentivo durante todo o período do curso.

A minha mãe Elcilene Guimarães, meu maior exemplo de força coragem e determinação.

As minhas amigas Samya Fernanda e Jéssica Gonçalves, sou profundamente grata por ter sido presenteada com amizades preciosas, que me apoiaram nos momentos em que achei que não chegaria até aqui.

Ao prof. Dr. Argemiro Midonês Bastos pela orientação ao longo do processo de construção do meu trabalho de conclusão de curso desde a disciplina TCC I.

Ao professor Emanuel Thiago que também contribuiu com o seu tempo e disposição durante a parte aplicada da construção desse TCC.

A todos os professores que contribuíram para o meu crescimento acadêmico, em especial aos do colegiado de física vocês foram fundamentais em meu processo de formação.

Sou também profundamente grata por ter sido presenteada com amizades preciosas

RESUMO

Analisar ferramentas que facilitam a introdução e compreensão de conteúdos relacionados à Física Nuclear no ensino médio, com ênfase nos processos de fissão e fusão nuclear, justificase pela relevância dessas características para a explicação de diversos processos naturais e tecnológicos. Essa abordagem contribui para a compreensão das leis físicas que regem o funcionamento do universo e suas aplicações em contextos científicos. A pesquisa tem seu foco no uso e análise da obra cinematográfica “Oppenheimer” como ferramenta pedagógica ao aprendizado de tópicos fundamentais de Física Nuclear. Uma experiência com alunos do 3º ano do ensino médio do Instituto Federal do Amapá – Campus Macapá. Para tanto foi definido como objetivo: Analisar e utilizar o filme Oppenheimer como uma ferramenta pedagógica para o desenvolvimento do aprendizado de tópicos específicos da Física Nuclear a fissão e fusão nuclear no ensino médio. O trabalho consiste em pesquisa aplicada, de caráter exploratório e descritivo, com resultados tratados de maneira qualitativa, a coleta de informações foi feita através de questionários impressos. Com o levantamento de informações ao longo da pesquisa e da análise das informações, foi possível concluir que a conexão entre o conteúdo histórico e científico proporcionada pelo filme foi capaz de consolidar o aprendizado dos conteúdos abordados de forma eficaz e o uso do filme Oppenheimer desempenhou um papel importante no desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos participantes da pesquisa.

Palavra-chave: física nuclear; multimídias em sala de aula; aprendizagem de física.

ABSTRACT

Analyzing tools that facilitate the introduction and understanding of contents related to Nuclear Physics in high school, with emphasis on the processes of nuclear fission and fusion, is justified by the relevance of these characteristics for the explanation of various natural and technological processes. This approach contributes to the understanding of the physical laws that govern the functioning of the universe and their applications in scientific contexts. The research focuses on the use and analysis of the cinematographic work "Oppenheimer" as a pedagogical tool for learning fundamental topics of Nuclear Physics. An experience with students from the 3rd year of high school at the Federal Institute of Amapá – Macapá Campus. To this end, the objective was defined: To analyze and use the film Oppenheimer as a pedagogical tool for the development of learning specific topics of Nuclear Physics, nuclear fission and fusion in high school. The work consists of applied research, of exploratory and descriptive character, with results treated in a qualitative way, the collection of information was done through printed questionnaires. With the collection of information throughout the research and the analysis of the information, it was possible to conclude that the connection between the historical and scientific content provided by the film was able to consolidate the learning of the contents addressed effectively and the use of the film Oppenheimer played an important role in the development of the critical thinking of the students participating in the research.

Keywords: nuclear physics; multimedia in the classroom; physics learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem ilustrativa do filme Oppenheimer.	20
Figura 2 - Estrutura do átomo.....	24
Figura 3 - Local de aplicação da pesquisa.....	28
Figura 4 - Exibição do filme Oppenheimer.	30
Figura 5 - Aplicação do questionário pós-filme.	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Habilidades do itinerário formativo III em Física.....	22
Quadro 2 - Análise dos resultados pré-filme.....	32
Quadro 3 - Análise dos resultados pós-filme.....	33
Quadro 4 - Feedbacks dos alunos sobre a metodologia utilizada para o ensino da Física Nuclear.	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1	Os desafios no ensino da física no ensino médio.....	13
2.2	O uso de filmes como ferramenta de ensino da física nuclear.....	16
2.3	Física nuclear no ensino médio.....	18
2.4	O filme oppenheimer e a física nuclear: contexto histórico e físico.....	20
2.5	Tópicos de física nuclear	21
2.5.1	Radioatividade	22
2.5.2	Estrutura do núcleo.....	23
2.5.3	Forças do núcleo.....	24
2.5.4	Reações nucleares.....	25
3	METODOLOGIA.....	27
3.1	Natureza da pesquisa	27
3.2	Caracterização da pesquisa	27
3.2.1	Classificação quanto aos fins da pesquisa	27
3.2.2	Classificação quanto aos meios da pesquisa.....	28
3.2.3	Lócus e sujeito da pesquisa	28
3.3	Técnicas e instrumentos de pesquisa	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PRÉ-FILME	40
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PÓS-FILME	41
	APÊNDICE C - IMAGENS DA APLICAÇÃO DO FILME OPPENHEIMER	43

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como foco utilizar e analisar a obra cinematográfica *Oppenheimer*¹ como ferramenta de auxílio para melhorar a aprendizagem dos conteúdos específicos de Física Nuclear no ensino médio, sendo: a fissão e fusão nuclear. Segundo Bueno e Silva (2018, p. 155): “é notória a presença das novas tecnologias em todas as esferas da sociedade. Deste modo, algo que é tão inseparável do mundo moderno - como é o caso das tecnologias midiáticas – pode e deve ser utilizado como um recurso didático para o ensino de ciências.” De acordo com os autores, por essa ferramenta fazer parte do dia a dia dos alunos, ela pode e deve ser utilizada para o ensino e aprendizado de ciências dentro do contexto escolar.

O uso de filmes como ferramenta para a aprendizagem dos alunos, principalmente quando se trata da Física contemporânea, se torna uma alternativa eficaz à compreensão e contextualização desses assuntos mais complexos e abstratos, facilitando assim a inserção desses assuntos e evitando lacunas na aprendizagem desses discentes que na visão dos autores Moura e Pedro (2019, p.2): “causa prejuízos na formação dos estudantes, pois dificulta a compreensão de muitos dos aspectos tecnológicos do mundo contemporâneo”.

Portanto, discutir sobre ferramentas que ajudam na aprendizagem dos conteúdos da Física contemporânea justifica-se, pois ela está diretamente relacionada a diversos fenômenos e aplicações modernas, auxiliando, assim na compreensão da natureza física do mundo. Segundo Rosa et al. (2021, p.516), sobre a Física Nuclear no ensino médio: “a importância de se estudar Física Nuclear no ensino médio reside no fato de sua contribuição para a alfabetização científica dos jovens, fornecendo elementos para que compreendam e dialoguem com o mundo em que vivem”.

O projeto estabeleceu como problema de pesquisa a seguinte indagação: quais os principais impactos da utilização do filme *Oppenheimer* em sala de aula para a compreensão de tópicos de Física Nuclear, fissão nuclear e fusão nuclear no ensino médio, servindo como uma ferramenta de apoio para o aprendizado desses tópicos?

Este trabalho tem como objetivo geral analisar os principais impactos do uso filme *Oppenheimer* sendo uma ferramenta de suporte para a aprendizagem de tópicos de Física Nuclear fissão fusão nuclear no ensino médio. Para isso é necessário traçar os seguintes

¹ OPPENHEIMER (2023). Direção: Christopher Nolan. Produção: Emma Thomas, Charles Roven, Christopher Nolan. Roteiro: Christopher Nolan, baseado no livro *American Prometheus*, de Kai Bird e Martin J. Sherwin. Elenco: Cillian Murphy, Emily Blunt, Robert Downey Jr., Matt Damon, Florence Pugh, entre outros. País: Estados Unidos. Gênero: Drama, Biografia, Histórico. Duração: 180 min. Distribuição: Universal Pictures.

objetivos específicos: conceituar a Física Nuclear e a importância de ser apresentada para alunos ainda no ensino médio e discorrer sobre o filme Oppenheimer; apresentar tópicos de Física Nuclear a fissão e fusão nuclear para alunos do 3ºano do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP , através do uso do filme Oppenheimer como uma ferramenta de apoio para um melhor aprendizado desses tópicos; avaliar a eficácia dessa ferramenta, utilizando métricas qualitativas, como questionário de percepção, para analisar o impacto no desenvolvimento do entendimento dos conceitos apresentados para os alunos do 3º ano do ensino médio do IFAP campus Macapá-AP.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado os seguintes tópicos para embasamento teórico: Os desafios da física no ensino médio; o uso de filmes como ferramenta de ensino da Física Nuclear; Física Nuclear no ensino médio; o filme Oppenheimer e a Física Nuclear: contexto histórico e físico; tópicos de Física Nuclear; radioatividade; estrutura do núcleo; forças do núcleo; reações nucleares.

2.1 Os desafios no ensino da física no ensino médio

O ensino da Física no ensino médio enfrenta uma série de desafios que comprometem a eficácia da aprendizagem e o interesse dos estudantes pela disciplina. Entre os principais obstáculos, destacam-se a complexidade dos conceitos, a falta de recursos didáticos adequados e a necessidade de formação continuada dos professores.

Quanto à complexidade dos conceitos, a Física é uma ciência que requer uma compreensão sólida de matemática e um pensamento abstrato apurado. Muitos alunos encontram dificuldade em assimilar conceitos como cinemática, termodinâmica e eletromagnetismo, que exigem não apenas memorização, mas também a aplicação prática e a resolução de problemas complexos. A abstração necessária para entender fenômenos que não são visíveis a olho nu pode desmotivar os estudantes, tornando o aprendizado superficial e mecânico. Segundo Araújo *et al.* (2023):

Um dos desafios reportados trata sobre a adequação da estrutura da aula e sua abordagem focada para necessidades específicas exigidas em vestibulares. As aulas são de fato conduzidas para que os estudantes desenvolvam habilidades somente para resolução de cálculos e despreocupada com uma contextualização mais ampla e que faça mais sentido à vida do aluno. Ainda é comum que os diferentes assuntos abordados durante as aulas de Física sejam ensinados de maneira mecânica e desatualizada (Araújo *et al.*, 2023, p.162)

Araújo (2023) aponta para um problema recorrente no sistema educacional, especialmente em disciplinas como Física. A ênfase excessiva em preparar os alunos para exames vestibulares resulta em aulas focadas apenas em habilidades técnicas, como a resolução de cálculos, sem oferecer uma compreensão mais ampla e contextualizada dos conceitos. Esse enfoque pode limitar a capacidade dos alunos de aplicar o conhecimento em situações práticas da vida cotidiana e reduzir seu interesse e motivação para aprender. Além disso, o ensino

mecânico dos temas de Física impede que os alunos desenvolvam um pensamento crítico e criativo, necessário para enfrentar desafios reais e complexos.

Outro desafio observado é a escassez de recursos didáticos adequados. Laboratórios mal equipados, falta de materiais experimentais e ausência de tecnologia nas salas de aula dificultam a concretização dos conceitos teóricos. A Física experimental é necessária para a compreensão da Física teórica, pois permite aos alunos observarem e experimentarem os fenômenos estudados. Sem esses recursos, o ensino torna-se excessivamente teórico, o que pode afastar os estudantes do interesse pela disciplina. Afirma Moreira (2021) sobre a física teórica e experimental:

No ensino da Física essa complementaridade é essencial para uma aprendizagem significativa dos conteúdos físicos. Mas, na prática, esse ensino é conduzido sem atividades experimentais, segue o modelo expositivo no qual o professor “dá a matéria” para os alunos anotarem em seus cadernos ou fotografarem com seus celulares. Um grande erro um ensino de Física sem atividades experimentais. A “justificativa” é que a escola não tem laboratório. Mas nem sempre é assim, é comum que laboratórios existam nas escolas e permaneçam fechados, não sejam usados (Moreira, 2021, p.3).

A citação de Moreira ressalta a importância da complementaridade entre teoria e prática no ensino de Física, destacando que a aprendizagem significativa dos conteúdos físicos depende de atividades experimentais. No entanto, observa que, na prática, o ensino muitas vezes segue um modelo expositivo, no qual os professores apresentam o conteúdo para que os alunos anotem ou fotografem, sem a inclusão de experimentos práticos. Outro fator limitante é que as aulas de física têm uma carga horária limitada nas escolas, causando assim uma certa dificuldade dos alunos em relacionar o conteúdo ministrado com situações do mundo real.

De acordo com Moura e Pedro (2019, p.2) “o fato de as escolas públicas terem uma reduzida carga horária para a física, os conteúdos programáticos de física moderna, quântica e nuclear geralmente não são ensinados de forma satisfatória e, em alguns casos, esses conteúdos nem sequer são ministrados pelos professores”. Isso revela uma lacuna importante na formação científica dos estudantes, limitando seu entendimento de conceitos essenciais que são fundamentais para a compreensão dos avanços tecnológicos e científicos contemporâneos.

A formação continuada dos professores é outro ponto crucial para o ensino de qualidade, especialmente em uma área tão dinâmica e em constante evolução como a Física. Muitos docentes não têm acesso a programas de atualização ou especialização, o que limita suas capacidades de inovar nas metodologias de ensino e de integrar novas tecnologias ao currículo. Investir na formação continuada é essencial para que os professores possam motivar os alunos

e tornar o ensino da Física mais atraente e eficaz. Destacam Nesi *et al.* (2021) sobre a importância da formação continuada dos professores:

O fato é que, para proporcionar um novo direcionamento das ações curriculares, de modo que os conhecimentos científicos possam acompanhar a evolução da sociedade, além das mudanças apontadas pelos documentos oficiais, diga-se atualmente, como descreve a BNCC, torna-se preciso inúmeras mudanças desde a formação inicial estabelecida pelas Universidades como a formação continuada dos profissionais que se encontram em exercício. Compreende-se um cenário no Ensino de Física que perpassa a Educação Básica, atinge o Ensino Superior e a Pós-Graduação, em seus diferentes níveis (Nesi *et al.*, 2021, p.17289).

Nesi *et al.* (2021) abordam a necessidade de um novo direcionamento nas ações curriculares para que o ensino de Física acompanhe a evolução da sociedade. Ela enfatiza que, além das mudanças recomendadas por documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é essencial promover transformações significativas na formação inicial dos professores nas universidades, bem como na formação continuada dos profissionais já em exercício. O texto sugere que essas mudanças devem abranger desde a Educação Básica até o Ensino Superior e a Pós-Graduação, em seus diferentes níveis, para garantir um ensino de Física mais atualizado e relevante.

Para enfrentar esses desafios, é fundamental adotar uma abordagem multifacetada. A implementação de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos e a utilização de tecnologias educacionais, pode tornar o aprendizado mais interativo e relevante. Investir em infraestrutura e recursos didáticos também é importante. Laboratórios bem equipados e acesso a materiais experimentais de qualidade podem transformar a experiência dos alunos, tornando o aprendizado mais palpável e interessante.

Programas de formação continuada para professores devem ser incentivados, oferecendo oportunidades de atualização e especialização que permitam a inovação constante no ensino. Moreira (2021, p.7) destaca: “o ensino da Física precisa ser repensado. A Física é uma herança humana. Aprender física é um direito da cidadania e pode ser interessante, cativante. Mas para isso o ensino tradicional, formalístico, baseado na narrativa do professor e listas de problemas, tem que mudar”.

Moreira (2021) enfatiza a necessidade de repensar o ensino da Física, sugere que o aprendizado da Física pode ser interessante e cativante, mas para alcançar esse objetivo, é crucial abandonar o método de ensino tradicional. Esse método tradicional, caracterizado por uma abordagem formalista, centrada na narrativa do professor e na resolução de listas de problemas, deve ser substituído por práticas pedagógicas mais envolventes e interativas.

Com investimentos adequados em recursos didáticos, formação de professores e metodologias de ensino inovadoras, é possível transformar o ensino da física em uma experiência enriquecedora e estimulante para os estudantes. A superação desses desafios não apenas beneficiará o aprendizado da física, mas também contribuirá para a formação de cidadãos mais críticos, criativos e preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

2.2 O uso de filmes como ferramenta de ensino da física nuclear

Ao incorporar filmes no currículo, os educadores podem explorar uma gama de temas, desde literatura e história até ciências e artes, de uma forma que ressoe com os estudantes de maneira mais profunda do que métodos tradicionais, tornando o aluno protagonista do seu aprendizado e o professor mediador deste conhecimento. Ressaltam Xavier *et al.* (2010), sobre o uso de filmes no ensino:

O uso de filmes como procedimento de ensino para se configurar como alternativa consistente de superação de uma pedagogia tradicional, centrada na exposição do professor e na assimilação passiva do aluno, deve se constituir como elemento mediador de uma proposta pedagógica pautada em princípios como: relação professor-aluno dialógica; criação de espaço para a pergunta e a problematização; aluno como sujeito ativo de sua aprendizagem; relação teoria-prática; contextualização do objeto ou assunto em estudo. Assim, embora tratemos aqui especificamente de um procedimento de ensino, não o fazemos de um ponto de vista isolado ou fragmentado, mas entendendo-o como integrante de uma proposta pedagógica fundada nos citados princípios (Xavier *et al.* 2010, p.95).

Xavier *et al.* (2010) destacam a importância do uso de filmes e enfatizam que os alunos devem ser vistos como sujeitos ativos em seu processo de aprendizagem, com uma integração entre teoria e prática e uma contextualização dos temas treinados. Discutir sobre ferramentas que ajudam na introdução e compreensão de conteúdos, especialmente da Física Nuclear no ensino médio, justifica-se pelo fato dessa estar diretamente relacionada a diversos fenômenos e aplicações modernas, auxiliando na compreensão da natureza física do mundo. Considerando que os conteúdos de Física Nuclear estão presentes no cotidiano dos alunos, aprender sobre esses assuntos é fundamental para a formação dos estudantes do ensino médio.

Os filmes podem facilitar a compreensão de conceitos complexos, como no caso da Física Nuclear, oferecendo representações visuais que simplificam a assimilação de informações. Eles também permitem que os alunos se conectem emocionalmente com o material, promovendo uma maior empatia e entendimento de diferentes perspectivas e culturas.

Essa conexão emocional pode ser particularmente poderosa no ensino de temas sociais e históricos, ajudando os alunos a desenvolver uma compreensão mais crítica e reflexiva do mundo ao seu redor. Ressalta Santos (2019):

Outro aspecto importante é que os filmes são uma fonte de informação, como outras mídias, influenciando diretamente as percepções e concepções dos alunos. Dessa forma, eles ajudam na aquisição do processo de informação, contribuindo para o desenvolvimento do senso crítico dos alunos (Santos, 2019, p.55).

Assim como outras mídias, os filmes desempenham um papel significativo na formação das percepções e concepções dos alunos. Ao apresentar informações de maneira visual e narrativa, eles podem facilitar a compreensão e a absorção de conteúdos complexos. Além disso, ao expor os alunos a diferentes perspectivas e situações, os filmes podem contribuir para o desenvolvimento do senso crítico, incentivando os alunos a questionarem e refletirem sobre o que veem e ouvem. Em suma, os filmes não são apenas uma forma de entretenimento, mas também um recurso valioso para a educação e o desenvolvimento intelectual.

Outra vantagem significativa do uso de filmes na educação é a possibilidade de incentivar o pensamento crítico e a discussão em sala de aula. Filmes frequentemente apresentam dilemas éticos, questões sociais e narrativas multifacetadas que podem ser debatidas e analisadas, estimulando os alunos a desenvolverem suas habilidades de argumentação e análise crítica. Isso contribui para um ambiente de aprendizagem mais interativo e participativo, onde os alunos são encorajados a expressar suas opiniões e a pensar de maneira independente. Segundo Santos (2019), sobre cinema e ciência:

O cinema foi um grande veículo de divulgação dos avanços da ciência e de formação de uma audiência que previa nas telas o uso ilimitado de suas possibilidades. A sétima arte tem cumprido com afinco uma vertente além do entretenimento, e pode ser usada como uma ferramenta que instiga a compreensão de fatos entrelaçados ao mundo científico e tecnológico (Santos, 2019, p.58).

Através de suas narrativas e representações visuais, o cinema tem sido uma poderosa ferramenta para educar o público sobre o potencial ilimitado da ciência e da tecnologia. Além de entreter, os filmes frequentemente abordam temas científicos e tecnológicos, despertando o interesse e a curiosidade dos espectadores. Essa abordagem didática do cinema contribui para uma melhor compreensão e valorização dos avanços científicos, mostrando como a sétima arte vai além do mero entretenimento e se torna um veículo importante de disseminação de conhecimento e inspiração.

Além disso, a utilização de filmes pode atender a diferentes estilos de aprendizagem. Enquanto alguns alunos se beneficiam mais de abordagens visuais e auditivas, outros podem achar que a narrativa cinematográfica ajuda a contextualizar e internalizar melhor o conteúdo. Assim, os filmes podem servir como um complemento valioso aos métodos de ensino tradicionais, oferecendo uma experiência de aprendizagem mais holística e inclusiva.

A integração de filmes como ferramenta de ensino apresenta inúmeras vantagens, incluindo o aumento do engajamento estudantil, a facilitação da compreensão de conceitos complexos, o estímulo ao pensamento crítico e a discussão, e a adaptação a diferentes estilos de aprendizagem. Ao reconhecer e explorar essas vantagens, os educadores podem enriquecer o processo educacional e proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem mais rica e envolvente.

No caso do filme *Oppenheimer*, ele retrata a história do físico Robert Oppenheimer e sua contribuição para o desenvolvimento da bomba atômica durante o período da segunda guerra mundial. Ao assistir ao filme, os alunos têm a oportunidade de conhecer os aspectos históricos e científicos desse período importante da história, e de ver os princípios fundamentais da Física Nuclear que estão por trás desses eventos a fissão e a fusão nuclear.

2.3 Física nuclear no ensino médio

O estudo da Física Nuclear vem contribuindo para o entendimento da estrutura da matéria e o desenvolvimento de aplicações como a medicina nuclear, energia nuclear e a agricultura. Diante disso, de acordo com Rosa *et al.* (2021, p. 516), sobre a importância de estudar Física Nuclear no ensino médio, “sua importância está associada ao fato de que ela se revela presente em diversas áreas que fazem parte do cotidiano dos alunos, como a medicina, indústria, agricultura e produção de energia”.

Rosa *et al.* (2021) sublinham a relevância da Física Nuclear no ensino médio, destacando sua aplicação prática em várias áreas do cotidiano. Ao mostrar que a Física Nuclear é fundamental em campos como a medicina, indústria, agricultura e produção de energia a qual será destacada nessa pesquisa.

Essa abordagem além de tornar o aprendizado mais tangível e relevante para os alunos, desenvolve uma compreensão mais profunda dos fenômenos que influenciam o mundo moderno. Estudar Física Nuclear, portanto, amplia o conhecimento científico dos estudantes, e os prepara para enfrentar desafios reais e participar ativamente em setores cruciais da sociedade.

Neste contexto é válido o estudo desses conteúdos durante a passagem dos estudantes pelo ensino médio, ainda segundo, Rosa et al. (2021), sobre a relevância desses conteúdos:

Além disso, os conhecimentos nesse campo se mostram essenciais quando se trata dos perigos que a manipulação de equipamentos e dispositivos atrelados a eles podem ocasionar quando não se tem conhecimentos mínimos na área, situação evidenciada em acidentes nucleares como o de Chernobyl, em 1986, e o de Goiânia, em 1987, assim como podemos mencionar as corridas armamentistas em busca do aperfeiçoamento da bomba atômica após o término da Segunda Guerra Mundial, em 1945 (Rose; et al, 2021, p.516).

Em adicional, a Base Nacional Curricular Comum BNCC (Brasil, 2018), orienta a necessidade de que os alunos, ao concluírem o ensino médio, adquiram competências e habilidades que estão relacionadas aos conteúdos abordados na Física Nuclear, portanto (Brasil, 2018, p. 540) diz que o aluno ao finalizar o ensino médio deve saber “analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições”.

Diante do exposto, conteúdos da Física moderna/contemporânea, como a Física Nuclear, são na maioria das vezes deixados de lado nas escolas, como já dito antes, seja por conta do tempo ou pela complexidade dos assuntos. De acordo com Neves (2019, p. 3): “atualmente a física moderna é pouquíssima utilizada no ensino médio, sendo utilizada apenas em um número seletivo de escolas particulares, isso se deve ao fato de acredita-se que a física atual é muito complexa para os alunos do ensino médio”.

Tal ponto se dá pelo de que, embora fascinante, a Física Nuclear pode ser complexa e abstrata. Por isso, é importante que os professores utilizem recursos didáticos variados, como simulações, filmes, vídeos e experimentos, para tornar os conceitos mais compreensíveis e atrativo para os alunos.

A Física Nuclear é uma área rica e dinâmica que oferece uma janela para o entendimento dos processos fundamentais da natureza. Essa apresentada no ensino médio, pode inspirar e motivar os alunos a explorar mais profundamente o mundo da ciência, além de fornecer conhecimentos valiosos para suas futuras trajetórias acadêmicas e profissionais. O tópico a seguir irá discorrer sobre o filme *Oppenheimer* e a Física Nuclear presente na obra cinematográfica trazendo o contexto histórico e físico apresentados no filme.

2.4 O filme oppenheimer e a física nuclear: contexto histórico e físico

O filme Oppenheimer (Figura 1) explora tanto o contexto histórico quanto os aspectos científicos da Física Nuclear, centrando-se na figura de J. Robert Oppenheimer, o físico teórico conhecido como o “pai da bomba atômica”. O filme retrata a intensa e controversa época da Segunda Guerra Mundial, quando Oppenheimer liderou o Projeto Manhattan, a iniciativa secreta dos Estados Unidos para desenvolver a primeira bomba atômica. Este projeto marcou um ponto de inflexão na história, por suas implicações militares e políticas, e pelo impacto profundo na ciência e na ética.

Figura 1 - Imagem ilustrativa do filme Oppenheimer.



Fonte: Vozpopuli, 2022.

Historicamente, o filme contextualiza o ambiente de tensão global e a corrida armamentista que dominou o período. A narrativa mostra como a descoberta da fissão nuclear em 1938 pelos cientistas alemães Otto Hahn e Fritz Strassmann alarmou a comunidade científica internacional, especialmente porque temia-se que a Alemanha nazista estivesse desenvolvendo uma arma de destruição em massa. Este temor, levou os Estados Unidos a reunirem alguns dos maiores cientistas da época, incluindo Oppenheimer, em um esforço frenético para criar uma bomba antes dos alemães.

No âmbito científico, o filme destaca os princípios fundamentais da Física Nuclear, como a fissão de urânio-235 e plutônio-239, elementos essenciais para a construção de uma bomba atômica. Oppenheimer e sua equipe, composta por nomes ilustres como Enrico Fermi, Niels Bohr e Richard Feynman, enfrentaram desafios monumentais tanto teóricos quanto práticos. Eles tiveram que resolver problemas complexos relacionados à reação em cadeia, ao controle da energia liberada e à engenharia dos dispositivos detonadores.

Além dos aspectos técnicos, Oppenheimer aborda as questões éticas e morais que emergiram com o desenvolvimento da bomba atômica. A dualidade entre o avanço científico e as consequências devastadoras de seu uso é um tema central. Oppenheimer, em particular, é mostrado como uma figura atormentada pela responsabilidade de suas descobertas e pelo impacto catastrófico das bombas lançadas sobre Hiroshima e Nagasaki. Essa reflexão profunda sobre o papel dos cientistas na sociedade e as implicações de suas inovações tecnológicas continua a ressoar nos debates contemporâneos sobre armas nucleares e ética científica.

O filme Oppenheimer oferece uma visão abrangente do desenvolvimento da Física Nuclear no contexto da Segunda Guerra Mundial, ao mesmo tempo em que provoca uma reflexão sobre as complexidades éticas envolvidas na aplicação do conhecimento científico. Ele destaca a interseção entre História, ciência e moralidade, proporcionando um relato introspectivo de um dos períodos mais críticos da história moderna. Pela sua narrativa envolvente e bem apresentada dos conceitos científicos de fissão e fusão nuclear, o uso do filme Oppenheimer como ferramenta para uma melhor aprendizagem de física moderna torna-se uma opção viável para uma possível melhoria e fixação desse conteúdo específico.

2.5 Tópicos de física nuclear

A Física Nuclear é uma área que estuda os núcleos atômicos, suas propriedades e as forças que os mantêm coesos (Smirnov, 2012). A estrutura do ensino médio nacional é composta por uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e por cinco itinerários formativos, sendo:

- I. Linguagens e suas tecnologias;
- II. Matemática e suas tecnologias;
- III. Ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV. Ciências humanas e sociais aplicadas;
- V. Formação técnica e profissional.

A matriz curricular de Física, apresentado no itinerário formativo III, engloba, entre outros aspectos, habilidades essenciais que envolvem radiações ionizantes, como apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 - Habilidades do itinerário formativo III em Física.

Sigla	Conteúdos e objetivos
EF09CI18	Radiações e suas aplicações na saúde
EF09CI01	Estrutura da matéria, aspectos quantitativos das transformações químicas, radiações e suas aplicações na saúde
EM13CNT103	Quantização de energia (modelo de Bohr; dualidade onda partícula). Radioatividade (estrutura da matéria; fissão e fusão nuclear; radiação ionizante).
EM13CNT104	Ondas eletromagnéticas (espectro eletromagnético; ondas de rádio; micro-ondas; radiações infravermelhas; radiações visíveis; radiações ultravioletas, raios x; raios gama). Quantização de energia (núcleo atômico; radioatividade). Radioatividade (fissão e fusão nuclear; decaimento radioativo; radiação ionizante).
EM13CNT209	Radiação (partículas elementares; força nuclear forte; força nuclear fraca; fissão nuclear; modelo padrão)
EM13CNT304	Energia nuclear. Decaimento radioativo.
EM13CNT306	Radioatividade (Acidentes nucleares)

Fonte: Da autora, 2025.

Para este trabalho, são necessários alguns conhecimentos prévios, sendo: estrutura do núcleo atômico; forças do núcleo; radioatividade; reações nucleares. Nessa pesquisa serão abordados, principalmente, o tópico de reações nucleares, na qual será a base deste projeto, mas para a compreensão deste tópico faz-se necessário um breve conceito de ambos os tópicos citados acima.

2.5.1 Radioatividade

A radioatividade é um fenômeno natural descoberto no final do século XIX, quando cientistas começaram a estudar a emissão espontânea de radiação por certos elementos químicos. Essa descoberta revolucionou a ciência e possibilitou avanços em diversas áreas, como a medicina, a energia nuclear e a física de partículas.

O processo da radioatividade ocorre espontaneamente e é resultado da tentativa dos núcleos em alcançar uma configuração mais estável. Tipos de radiação: radiação Alfa (α), emissão de partículas alfa (2 prótons e 2 nêutrons); radiação Beta (β), emissão de partículas

beta (elétron ou pósitron); radiação Gama (γ), emissão de radiação gama (fótons de alta energia).

Dentre as contribuições na área, temos Marie Curie, uma física polonesa e pioneira nos estudos da radioatividade. Marie Curie descobriu e isolou dois novos elementos radioativos, o polônio e o rádio, recebendo o Prêmio Nobel de Física em 1903 (junto com Pierre e Becquerel) e o Prêmio Nobel de Química em 1911 por suas contribuições ao estudo da radioatividade. Suas pesquisas foram fundamentais para o desenvolvimento da Física Nuclear e da radioterapia (Lopes e Silva, 2019).

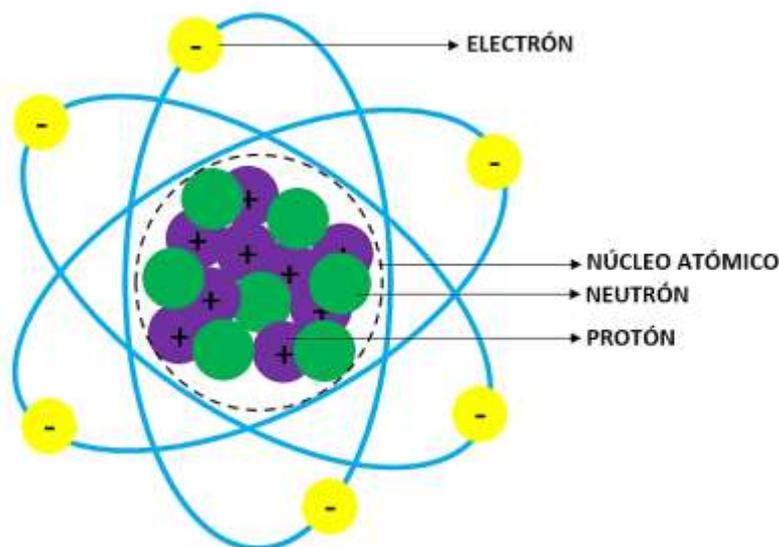
Ainda voltado para as contribuições, no início do século XX, Ernest Rutherford demonstrou que a radiação emitida por elementos radioativos poderia ser classificada em partículas alfa, beta e raios gama, contribuindo para a compreensão da estrutura atômica. Posteriormente, Enrico Fermi desenvolveu estudos sobre a fissão nuclear, abrindo caminho para o uso da radioatividade na produção de energia e na criação das bombas atômicas durante a Segunda Guerra Mundial (Carvalho, 2020).

A descoberta da radioatividade representou um marco na ciência, proporcionando avanços significativos em diversas áreas. O trabalho e contribuição de cientistas como Marie Curie e Ernest Rutherford permitiu o desenvolvimento de aplicações médicas e ajudaram a aprofundar o conhecimento sobre a Física Nuclear. O estudo da radioatividade segue sendo essencial para o progresso científico.

2.5.2 Estrutura do núcleo

O núcleo do átomo (Figura 2) é composto por prótons e nêutrons; os prótons são partículas carregadas positivamente; os nêutrons são partículas sem carga (neutras). Conceitua Smirnov (2012, p.11) sobre o núcleo atômico: “Cada núcleo atômico é caracterizado por números de prótons e nêutrons”.

Figura 2 - Estrutura do átomo.



Fonte: Unibetas, 2021.

Esses núcleos são mantidos coesos pela força nuclear forte, uma das quatro forças fundamentais da natureza, sendo responsável por vencer a repulsão eletrostática entre os prótons e garantir a estabilidade nuclear (Yamazaki, 2014).

Diferentes modelos tentam explicar a estrutura e o comportamento do núcleo. O Modelo da Gota Líquida, proposto por Bohr e refinado ao longo dos anos, considera o núcleo como um fluido de núcleos interagindo. Já o Modelo em Camadas, baseado na mecânica quântica, descreve os núcleos ocupando níveis de energia específicos dentro do núcleo, semelhante aos elétrons na eletrosfera (Carvalho e Silva, 2020).

2.5.3 Forças do núcleo

Existem duas forças do núcleo, a força nuclear forte e a força eletromagnética: a força nuclear forte mantém os prótons e nêutrons unidos no núcleo, é a mais forte das quatro forças fundamentais, mas atua apenas em distâncias muito curtas dentro do núcleo, (Pinheiro; Costa; Moreira, 2011). A força eletromagnética faz com que prótons, que têm carga positiva, se repilam, a força nuclear forte supera essa repulsão dentro do núcleo.

A força nuclear forte é uma das quatro forças fundamentais da natureza, juntamente com a gravitacional, eletromagnética e nuclear fraca. Ela age entre os núcleos e tem características específicas:

- Curto alcance: atua em distâncias da ordem de 10^{-15} metros (1 femtômetro), tornando-se insignificante em escalas maiores.
- Intensidade elevada: é cerca de 100 vezes mais forte que a força eletromagnética, garantindo a estabilidade do núcleo mesmo com a repulsão entre os prótons.
- Atração e saturação: sua intensidade se mantém praticamente constante para núcleons próximos, mas diminui rapidamente fora dessa faixa.

No contexto teórico, essa força é mediada por partículas chamadas glúons, que mantêm os quarks unidos dentro dos prótons e nêutrons, e pelos mésons pi, responsáveis pela interação entre núcleos (Yamazaki, 2014).

Na força eletromagnética no núcleo os prótons possuem carga positiva e, portanto, sofrem repulsão eletrostática devido à força de Coulomb. Sem a força nuclear forte para contrabalançar essa repulsão, os núcleos não poderiam existir, pois os prótons se afastariam. Esse equilíbrio delicado explica por que núcleos muito grandes, como o do urânio, são instáveis e podem sofrer fissão nuclear (Oliveira e Lopes, 2018).

2.5.4 Reações nucleares

As reações nucleares, são: fissão nuclear, onde ocorre a divisão de um núcleo pesado em dois ou mais núcleos menores, liberando uma grande quantidade de energia. Exemplo: usado em reatores nucleares e bombas atômicas; fusão nuclear, união de dois núcleos leves para formar um núcleo mais pesado, liberando uma enorme quantidade de energia. Exemplo: processos que ocorrem no Sol e em outras estrelas. As características de cada, são:

A fissão nuclear ocorre quando o núcleo de um átomo pesado, como o Urânio-235 ou o Plutônio-239, se divide em núcleos menores após ser bombardeado por um nêutron. Esse processo libera uma grande quantidade de energia e novos nêutrons, que podem provocar reações em cadeia (Oliveira e Souza, 2018).

A fissão foi descoberta em 1938 pelos cientistas Otto Hahn e Fritz Strassmann, e posteriormente explicada por Lise Meitner e Otto Frisch. Esse fenômeno foi a base para o

desenvolvimento das primeiras bombas atômicas e também para os reatores nucleares, utilizados na produção de eletricidade (Carvalho, 2020).

A fusão nuclear ocorre quando dois núcleos leves, como os de hidrogênio (deutério e trítio), se combinam para formar um núcleo mais pesado, liberando uma quantidade ainda maior de energia do que a fissão. Esse é o processo que alimenta o Sol e outras estrelas, onde núcleos de hidrogênio se fundem formando hélio e emitindo luz e calor (Silva, 2019).

A fusão foi estudada a partir dos trabalhos de Hans Bethe, que explicou os mecanismos das reações nucleares no interior das estrelas. No entanto, a fusão controlada para geração de energia ainda é um desafio tecnológico. O projeto ITER, um reator experimental internacional, busca desenvolver essa tecnologia para produzir energia limpa e abundante (Yamazaki, 2014).

3 METODOLOGIA

O presente tópico diz respeito à natureza e caracterização da pesquisa. Descreve a classificação quanto aos fins, aos meios, o lócus, sujeitos, técnicas e instrumentos da pesquisa.

3.1 Natureza da pesquisa

A pesquisa é de natureza aplicada, tendo em vista seus objetivos investigativos e práticos relacionados ao uso do filme Oppenheimer como uma ferramenta de suporte para uma melhor aprendizagem da disciplina de física, no que diz respeito ao aprendizado de Física Nuclear em especial a fissão e a fusão nuclear nas salas de aulas do ensino médio. De acordo com Gil (2019) a pesquisa de natureza aplicada trata-se de uma pesquisa direcionada para aquisição de conhecimentos com aplicação numa situação específica. Portanto, a pesquisa proposta se alinha com a definição de pesquisa aplicada.

3.2 Caracterização da pesquisa

Tendo em vista que o objetivo aqui é analisar o impacto dessa abordagem, onde o pesquisador irá coletar os dados direto no ambiente de estudo, comparando os resultados obtidos antes e após a intervenção, a abordagem aqui se dará de forma qualitativa que segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 70), ressaltam: “na abordagem qualitativa, a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo”. Portanto, a abordagem adotada para a pesquisa é qualitativa.

3.2.1 Classificação quanto aos fins da pesquisa

Quanto aos fins da pesquisa ela é exploratória e descritiva uma vez que o assunto em questão já possui um embasamento teórico amplo no que diz respeito ao uso das multimídias no ensino. De acordo com Prodanov e Freitas (2013, p. 52), “nas pesquisas descritivas, os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira sobre eles”. Nesse viés, a pesquisa possui caráter descritivo, pois ela tem como objetivo

investigar a eficiência do uso do filme Oppenheimer sendo um instrumento de suporte para uma melhor aprendizagem de tópicos da Física Nuclear em sala de aula, visando alcançar um grupo específico de alunos, os do 3º ano ensino médio.

3.2.2 Classificação quanto aos meios da pesquisa

Quanto aos meios da pesquisa é bibliográfica e de campo. No que diz respeito a parte bibliográfica, foi feita uma busca por referências teóricas de materiais que já foram publicados tanto em livros, revistas e artigos para dar embasamento ao presente trabalho. De acordo com Gil (2002, p. 44) “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

Ainda quanto aos meios, e uma pesquisa de campo, feita com estudantes do 3º ano do ensino médio do Instituto Federal do Amapá IFAP campus Macapá e a coleta de dados ocorreu por meio de questionários aplicados antes e após a exibição do filme.

3.2.3 Lócus e sujeito da pesquisa

Para o andamento da pesquisa, o lócus escolhido foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Amapá (IFAP) - campus Macapá (Figura 3).

Figura 3 - Local de aplicação da pesquisa



Fonte: Da autora, 2025.

O IFAP está localizado na rodovia BR 210, KM 3, s/n - bairro Brasil Novo, tem como atual reitor Romaro Silva e como diretor geral do campus Macapá Marcus Vinicius da Silva Buraslan. É uma instituição de educação básica, profissional e superior. O instituto possui laboratórios de Informática, laboratório de Física, dispõe também de área de convivência, biblioteca e ginásio poliesportivo, com equipamentos que são utilizados pelos estudantes do Ensino Superior e Técnico Integrado.

Dessa forma, a pesquisa foi desenvolvida com os alunos do 3º ano do ensino técnico integrado, ao todo participaram 143 alunos, divididos em seis turmas, sendo: Técnicos em Estradas, Edificações, Mineração, Química e Redes de Computadores.

3.3 Técnicas e instrumentos de pesquisa

Para cumprir os objetivos do projeto, a metodologia adotada foi uma abordagem qualitativa, focando na aplicação prática e na avaliação do impacto da ferramenta cinematográfica no aprendizado dos alunos.

O andamento da pesquisa se deu em três etapas, na primeira etapa foi realizado a sondagem, onde foi aplicado um questionário de conhecimentos prévios (Apêndice A), as aplicações ocorreram no mês de novembro nas turmas de técnicos em mineração, técnico em alimentos e técnico em química. E no mês de dezembro nas turmas de técnico em estradas, técnico em edificações e rede de computadores.

A segunda etapa ocorreu no dia 20 de dezembro, na qual foi exibido o filme Oppenheimer (Figura 4) em uma sessão organizada no auditório do IFAP, nesta etapa participaram 5 turmas de 3º ano do ensino médio, sendo reunidas em um único dia para a exposição do filme, durante a exibição (Apêndice C), foi incentivada a observação crítica por parte dos alunos pois assim a atividade permitirá que os estudantes visualizem a aplicação prática do uso da energia nuclear no desenvolvimento da bomba atômica durante o período da segunda guerra mundial ao qual é retratado no filme, assim transformando o conteúdo abstrato em algo mais tangível e compreensível.

Figura 4 - Exibição do filme Oppenheimer.



Fonte: Da autora, 2025.

Na terceira etapa ocorreu a avaliação pós-filme (Figura 5), foi aplicado o segundo questionário pós-filme (Apêndice B) com perguntas similares ao do primeiro questionário, mudando apenas as perguntas de percepções individuais, sendo perguntas sobre o uso do filme para fins de aprendizado e engajamento, a partir desse questionário foi possível analisar se houve aprendizagem e ou fixação do conteúdo de fissão e fusão nuclear por parte dos alunos, e se a imersão proporcionada pelo cinema ajuda a fixar o conhecimento e estimular o interesse dos alunos pelo tema.

Esses questionários incluíram questões abertas e fechadas, permitindo a coleta de dados qualitativos sobre a experiência dos alunos e sobre o avanço no entendimento dos conceitos.

Figura 5 - Aplicação do questionário pós-filme.



Fonte: Da autora, 2025.

A análise comparativa dos resultados pré e pós-intervenção permitiu identificar possíveis melhorias na compreensão dos tópicos abordados no filme, a energia nuclear e suas aplicações, além de medir o impacto do uso do filme como ferramenta pedagógica. Finalmente, os dados coletados foram analisados utilizando técnicas de análise de conteúdo, buscando identificar padrões de aprendizado e percepção. Os dados coletados serão apresentados na seção a seguir com os resultados e discussões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, são apresentados os resultados das análises das respostas obtidas por meio dos questionários aplicados aos alunos do 3º ano do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP) campus Macapá, na qual participaram 143 alunos. Segundo Gil (2002, p. 114) sobre questionários “entende-se um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado.”

Para a coleta inicial de dados, utilizou-se um questionário pré-filme (Apêndice A), composto por seis perguntas, com o objetivo de avaliar os conhecimentos dos estudantes sobre os conceitos de fissão e fusão nuclear, bem como suas aplicações práticas. Os questionários pré-teste foram aplicados aos discentes das turmas dos cursos técnicos em Estradas, técnico em Edificações, técnico em Mineração, técnico em Química e Redes de Computadores.

Em seguida, foi feita a exibição do filme com duração de 3 horas no dia 20 de dezembro de 2024 no auditório do IFAP, após a finalização do filme, foi aplicado para os alunos o questionário pós-filme, composto por sete perguntas (Apendice B), com o objetivo de verificar os conhecimentos que foram adquiridos e aprimorados após a utilização do filme como ferramenta de ensino e aprendizagem. A seguir a análise dos resultados obtidos através do questionário pré-filme apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Análise dos resultados pré-filme.

Critério Avaliado	Questionário pré-filme
Compreensão dos conceitos de fissão e fusão nuclear	A maioria (90%) dos alunos desconhecia os conceitos de fissão e fusão nuclear ou não sabiam diferenciá-los, gerando resposta confusas e definições contrárias. Apontando para a necessidade de mais clareza no ensino sobre os fundamentos e as aplicações de Física Nuclear.
Conhecimento sobre aplicações da Física Nuclear	Poucos alunos sabiam onde a fissão e fusão nuclear são aplicadas. Apenas 10% responderam corretamente, que os conceitos são aplicados a usinas nucleares, bombas atômicas.
Entendimento sobre os impactos ambientais e sociais	Os alunos não sabiam ou possuíam uma visão superficial sobre os impactos da energia nuclear no meio ambiente ou na sociedade.
Interesse pelo tema	Devido à falta de conhecimento sobre o assunto inicialmente houve um baixo interesse por parte dos estudantes.
Feedback	Sem feedbacks inicialmente, mas os alunos ficaram empolgados com a ideia da exposição do filme Oppenheimer.

Fonte: Da autora, 2025.

Os dados sugerem que o tema da Física Nuclear é pouco explorado ou memorizado no ambiente escolar, o que limita a compreensão dos alunos sobre conceitos fundamentais, como

reações nucleares. Segundo Neves (2019, p. 3): “atualmente a física moderna é pouquíssima utilizada no ensino médio, sendo utilizada apenas em um número seletivo de escolas particulares, isso se deve ao fato de acredita-se que a física atual é muito complexa para os alunos do ensino médio”.

Ao questionar sobre a definição de fissão e fusão nuclear, grande parte dos estudantes erraram, não sabiam responder ou diferenciar os conceitos. A quantidade expressiva de erros aponta para a necessidade de estratégias complementares, como o uso de recursos cinematográficos, pois o apelo visual e narrativo do filme pode engajar tantos os alunos que já possuem algum conhecimento quanto aqueles que desconhecem o tema.

Nas demais perguntas, que foram abertas, relacionados ao conhecimento sobre os impactos da energia nuclear no meio ambiente e o interesse deles por filmes. Muitos não responderam por não ter conhecimento suficiente sobre o tema, outros relataram que tinha impactos negativos, mas não descreveram. A maioria disse que gosta de assistir filmes e séries sobre ficção científica e citaram alguns filmes como Oppenheimer e Big Bang Theory.

Os resultados apontam para uma lacuna significativa no conhecimento dos alunos sobre conceitos fundamentais de Física Nuclear. A baixa taxa de acertos, especialmente nas perguntas relacionadas à fusão e fissão nuclear, sugere que a forma como o tema é abordado atualmente, tanto dentro quanto fora do ambiente escolar, não é suficientemente

eficaz, por isso o ensino tradicional formalístico tem que mudar (Moreira, 2021).

A análise aponta para a importância de introduzir métodos mais dinâmicos e interdisciplinares para abordar temas complexos, como a utilização de filmes. O uso do filme Oppenheimer pode ser uma ferramenta eficaz para contextualizar e despertar o interesse dos alunos sobre o tema, uma vez que combina aspectos históricos e científicos, tornando o conteúdo mais acessível e dinâmico. Após a aplicação do filme e do pós-questionário, foi possível notar um avanço significativo (Quadro 3), baseando-se apenas nos alunos que responderam o pré-questionário e pós questionário.

Quadro 3 - Análise dos resultados pós-filme.

Critério Avaliado	Questionário pós-filme
Compreensão dos conceitos de fissão e fusão nuclear	No questionário pós-filme 100% dos alunos conseguiram definir corretamente os conceitos de fissão e fusão nuclear. Demonstrando a eficácia do recurso audiovisual para ensinar temas complexos como Física Nuclear.
Conhecimento sobre aplicações da Física Nuclear	Todos os alunos responderam sobre a aplicação da Física Nuclear, como na produção de energia (usinas nucleares), na medicina, na fabricação de bombas atômicas.

Entendimento sobre os impactos ambientais e sociais	A maioria (86%) dos alunos conseguiram identificar e argumentar sobre os impactos tanto positivos quanto negativos, indicando um avanço no pensamento crítico sobre o uso da energia nuclear.
Interesse pelo tema	Com o uso do filme foi possível mudar a perspectiva inicial dos alunos, tornando o aprendizado mais envolvente.
Feedback	Os alunos deram feedbacks positivos, pontuaram que gostaram e que a metodologia utilizado é eficaz para o aprendizado da Física Nuclear.

Fonte: Da autora, 2025.

Na compreensão dos conceitos de fissão e fusão nuclear houve 100% de acertos, mostrando que o conteúdo foi assimilado de forma clara e direta após a exibição do filme, algo que não ocorreu no questionário inicial. A segunda pergunta evidenciou que 86% dos alunos desenvolveram argumentos equilibrados, abordando tanto os benefícios (ex: energia limpa) quanto os riscos (ex: devastação ambiental e societal) da energia nuclear, o que demonstra uma compreensão mais ampla e crítica do tema abordado.

Os dados do questionário pós-filme evidenciam que a abordagem interdisciplinar, utilizando o filme *Oppenheimer* como recurso pedagógico, foi eficaz para ampliar a compreensão dos alunos sobre Física Nuclear. O filme proporcionou uma narrativa envolvente, que explicou os conceitos científicos, e contextualizou suas aplicações e implicações históricas. A melhora no índice de acertos, especialmente nas questões sobre fissão e fusão nuclear, demonstra que a combinação de imagens visuais, diálogos explicativos e exemplos históricos pode facilitar a retenção de informações complexas.

O filme *Oppenheimer* proporcionou aos alunos um melhor entendimento sobre os conceitos de fissão e fusão nuclear, além de estimular reflexões críticas sobre os impactos da energia nuclear. Portanto o filme também contribuiu para o desenvolvimento do senso crítico dos alunos (Santos, 2019). Santos afirma que os filmes não só ajudam no processo de aquisição de conhecimentos como também contribui para o desenvolvimento do senso crítico dos alunos. É importante ressaltar que realmente o filme estimulou reflexões críticas nos alunos sobre a energia nuclear e seus impactos.

O uso do filme *Oppenheimer* como ferramenta didática mostrou-se eficaz ao permitir que os alunos relacionassem conceitos científicos complexos a eventos históricos e contextos reais, promovendo maior engajamento e retenção do conteúdo. A melhora nos índices de acerto reflete o impacto positivo de estratégias educacionais que combinam entretenimento e aprendizagem. Ressalta Santos (2019, p.58) “A sétima arte tem cumprido com afinco uma vertente além do entretenimento, e pode ser usada como uma ferramenta que instiga a compreensão de fatos entrelaçados ao mundo científico e tecnológico”.

Após a exibição do filme *Oppenheimer*, os resultados do questionário mostram uma significativa melhora na compreensão dos conceitos de Física Nuclear. Antes do filme, a maioria dos alunos apresentava dificuldades em identificar e explicar os conceitos de fissão e fusão nuclear, com altos índices de erro. Após a intervenção didática proporcionada pelo filme. Todos os alunos relataram maior familiaridade com o assunto, o filme não só despertou interesse, mas também conectou o tema à história e aos impactos sociopolíticos da Física Nuclear. Houve um aumento considerável nos acertos, de apenas 17,6% para 97,1%, indicando que o filme ajudou os alunos a compreenderem o conceito e suas aplicações. Esses resultados reforçam o potencial de filmes históricos e científicos como ferramentas pedagógicas que podem ser eficazes para o ensino de conteúdos complexos. Os feedbacks dos alunos se gostaram da atividade realizada e sobre o uso do filme *Oppenheimer* para o ensino da Física Nuclear foram altamente positivos, mostrando a eficácia da metodologia proposta (Quadro 4).

Quadro 4 - Feedbacks dos alunos sobre a metodologia utilizada para o ensino da Física Nuclear.

Aluno (A)	Feedbacks
A1	Sim, gostei muito, pois lembrou um filme que gostei de ver, e também foi um ótimo recurso para ensinar sobre Física Nuclear.
A2	Sim, pois ainda não tinha assistido o filme e ainda aprendi sobre Física Nuclear de uma forma diferente.
A3	Sim, gostei muito do filme e da forma que foi ensinado Física Nuclear por meio dele, achei um recurso bem interessante.
A4	Sim, pois com uma atividade mais dinâmica o assunto se torna mais interessante para o aprendizado.
A5	Sim, porque através do filme como uma metodologia de ensino, aprendemos melhor e mais a fundo o assunto.
A6	Sim, porque assim podemos aprender sobre Física Nuclear de uma forma mais interessante e fixar o assunto através do filme.
A7	Achei muito interessante, pois a gente aprendeu de uma forma que na minha opinião é diferente, o que chama atenção dos alunos também.
A8	Sim, eu gostei, achei uma forma inovadora, pois contextualizou com algo do nosso dia, gerando mais interesse pelo assunto.
A9	Sim, pois foi algo diferenciado, capaz de atrair a atenção.
A10	Sim, uma atividade ótima para aprender mais sobre o assunto.
A11	Sim, pois o filme ajuda muita nas percepções de conceitos.
A12	Sim, ajuda a aprender de uma forma dinâmica.
A13	Sim, gostei, porque é uma forma diferente de ensinar e pra aprender também.
A14	Eu gostei, principalmente porque foi por meio de filmes, que é algo que eu gosto, ter a possibilidade de aprender através de filmes, é extremamente legal.
A15	Gostei sim, achei bem diferente.
A16	Sim, a metodologia é interessante para sair um pouco da rotina comum em sala de aula.
A17	Sim, foi interessante e dinâmico aprender física através do filme, saindo um pouco da metodologia tradicional de ensino.
A18	Sim, pois eu aprendi sobre algo difícil de uma forma descontraída e divertida.
A19	Sim, pois contribui para o aprendizado de conceitos como fissão e fusão nuclear de uma forma diferente do que a gente está acostumado.

A20	Gostei, o uso do filme Oppenheimer ajudou a compreender conceitos químicos-físicos que foram e são usados até hoje.
A21	Sim, porque ajuda a gente compreender os assuntos teóricos de uma forma mais dinâmica.
A22	Sim, com essa metodologia de passar um assunto relacionado ao filme, deixa a aula muito mais dinâmica, divertida e que não fica algo cansativo.
A23	Sim, porque dessa forma podemos aprender de uma forma interessante.
A24	Sim, é uma forma descontraída da rotina acadêmica.
A25	Sim, foge do ensino tradicional, tornando o processo mais lúdico.
A26	Sim, pois além de aprender sobre Física Nuclear, a gente também se diverte aprendendo.
A27	Sim, a utilização do filme para o ensino é bastante didático.
A28	Sim, me ajudou a compreender conceitos com mais clareza.
A29	Sim, foi interessante por conectar física com filme.

Fonte: Da autora, 2025.

Podemos analisar que houve um aumento quanto ao nível de conhecimento dos alunos. Esse resultado reforça a importância de metodologias diversificadas no processo de ensino-aprendizagem, e o uso de filmes é uma opção viável e consistente para superar essa pedagogia tradicional (Xavier et al., 2010).

Os *feedbacks* positivos dos alunos sobre o uso do filme Oppenheimer para o ensino da Física Nuclear destacam a eficácia de recursos cinematográficos para engajar e contextualizar conteúdos complexos. O filme oferece uma visão dramatizada, mas historicamente rica, do desenvolvimento da bomba atômica e do impacto da física quântica na história. Muitos estudantes relatam que a abordagem visual e narrativa ajuda na compreensão de conceitos como fissão nuclear e fusão nuclear.

Além disso, a conexão entre ciência e ética, amplamente explorada no filme, desperta reflexões sobre as responsabilidades dos cientistas e sobre os impactos gerados no meio ambiente e na sociedade, tornando as aulas mais dinâmicas e interdisciplinares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, os dados coletados por meio do questionário pré-filme revelaram que a maioria dos alunos, não tinha contato prévio com o tema ou não se lembrava de discussões anteriores relacionadas à Física Nuclear. Além disso, os resultados mostraram uma compreensão limitada dos conceitos de fissão e fusão nuclear. Esses índices demonstraram a dificuldade em associar conceitos teóricos a suas aplicações práticas, sugerindo a necessidade de estratégias mais interativas e contextualizadas no ensino de física.

Após a exibição do filme, foi possível observar uma melhora na compreensão e no interesse dos alunos pelo tema. O questionário aplicado posteriormente evidenciou um crescimento no número de acertos, a maioria dos alunos identificaram corretamente o conceito de fissão nuclear e de fusão nuclear. Além disso, os alunos relataram ter estabelecido algum tipo de conexão com o tema, ampliando seu entendimento não apenas dos conceitos científicos, mas também do impacto histórico, ético e social da Física Nuclear.

O filme *Oppenheimer* desempenhou um papel importante nesse processo, ao oferecer uma abordagem visual e narrativa que contextualizou a ciência de maneira envolvente e acessível. Ele não apenas elucidou conceitos teóricos, como apresentou a relevância prática e as implicações éticas associadas à energia nuclear, estimulando reflexões críticas e promovendo o interesse pela ciência. A conexão entre o conteúdo histórico e científico proporcionada pelo filme foi capaz de impactar positivamente e consolidar o aprendizado de forma eficaz.

A utilização de recursos audiovisuais, como filmes, no ensino de Física é uma estratégia pedagógica eficaz, sobretudo em temas complexos como os abordados nessa pesquisa. Eles não apenas favorecem a assimilação de conceitos, mas também contribuem para o desenvolvimento de uma visão crítica nos alunos. Esses resultados reforçam a importância de metodologias inovadoras que integrem conteúdos teóricos, históricos e éticos, promovendo o aprendizado para a formação integral dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Bruna Lima; et al. **Desafios e estratégias transdisciplinares no ensino de Física**. Campina Grande: Licuri, 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BUENO, Alcione José Alves; SILVA, Silvio Luiz Rutz da. O cinema como linguagem no ensino de ciências. **Revista ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 154-172, 2018.
- CARVALHO, Marcos. Energia Nuclear e seus Impactos. [S.I.]: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2020.
- CARVALHO, Marcos. História da Física Nuclear e a Descoberta da Radioatividade. [S.I.]: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2020.
- CARVALHO, Marcos; SILVA, José da. Modelos Nucleares e sua Importância na Física. [S.I.]: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2020.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- LOPES, Arthur; SILVA, Jéssica Pereira da. **Marie Curie e a Evolução da Ciência Nuclear**. [S.I.]: Ciência Hoje, 2019.
- MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física, Porto Alegre**, v.43, 2021.
- MOURA, Fábio Andrade de; VIANNA, Pedro Oliveira. O ensino de Física Moderna baseado no filme Interestelar: Abordagem didática para a aprendizagem significativa. **Research, Society and Development**, v.8, n.3, 2019.
- NESI, Elisângela Rovaris; et al. Perspectivas e desafios atuais no ensino de física. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.2, p. 17285-17298, 2021.
- OLIVEIRA, Antonio Alberto de; LOPES, Geraldo R. **Introdução às Forças Nucleares e Aplicações**. [S.I.]: Sociedade Brasileira de Física, 2018.
- OLIVEIRA, Antonio Alberto de; SOUZA, Ricardo. **Física Nuclear e Aplicações**. [S.I.]: Sociedade Brasileira de Física, 2018.
- PINHEIRO, Lisiane Araujo; COSTA, Sayonara Salvador Cabral da; MOREIRA, Marco Antonio. Do átomo grego ao Modelo Padrão: os indivisíveis de hoje. **Instituto de Física – UFRGS**, Porto Alegre, v. 22, n. 6, 2011.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2.ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

ROSA, Clesi Teresinha Werner da Rosa; et al. Proposta para abordagem de tópicos de Física Nuclear no ensino médio: análise de atividades com professores de Física em formação inicial. v.38. n.1. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.38, n.1, p.513-537, 2021.

SANTOS, Lucio José Braga dos. **Ensino de física e cinema de ficção científica**: possibilidades didático-pedagógico de ensino e aprendizagens. 2019. 154 f. Tese (Doutorado em Educação) – Escola de formação de professores e humanidades, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2019.

SILVA, Jorge da. O Sol como laboratório natural para a fusão nuclear. **Revista Ciência e Cultura**, v.7, n.2, 2019.

SMIRNOV, Andrei. **Introdução à física nuclear e de partículas elementares**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2012.

XAVIER, Carlos Henrique Gurgel; et al. O uso do cinema para o ensino de física no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Fortaleza, v.5, n.2, p.93-106, 2010.

YAMAZAKI, Chén Hayao. **Avanços na Pesquisa sobre Fusão Nuclear**. [S.I.]: Ciência e Tecnologia, 2014.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉ-FILME

Objetivo: O questionário investigativo foi utilizado para obtenção de dados para projeto. O questionário foi aplicado de forma impressa com cinco turmas da 3ª série do ensino médio do Instituto Federal de educação ciência e tecnologia do Amapá- IFAP, e desenvolvido pela acadêmica Adriane de Jesus Guimarães.

- 1) Você já teve contato com o tema “reações nucleares”? Se sim, comente onde ou em qual contexto?

- 2) Marque a alternativa correta sobre a definição de fissão nuclear e onde ela é utilizada, respectivamente.
 - a) A divisão de átomos para liberar energia; a fissão é usada em bombas atômicas, como as lançadas sobre Hiroshima e Nagasaki.
 - b) A União de dois átomos para formar um átomo maior; a fissão nuclear é usada para resfriar motores a combustão.
 - c) Fissão nuclear é um método de transformar radiação em eletricidade diretamente; a fissão nuclear é usada na produção de painéis solares.

- 3) O que é fusão nuclear? Marque a alternativa correta.
 - a) Quando um átomo é dividido em partes menores.
 - b) Quando um átomo perde elétrons e fica eletricamente carregado.
 - c) Quando dois núcleos atômicos pequenos se unem para formar um núcleo maior, liberando energia.

- 4) Qual sua opinião e conhecimento sobre os impactos da energia nuclear no meio ambiente e na sociedade?

- 5) Você gosta de assistir filmes ou séries de ficção científica?

- 6) Cite algum filme, série ou livro que você já tenha visto ou lido que fale sobre energia nuclear ou bombas atômicas.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PÓS-FILME

Objetivo: O questionário pós filme tem seu foco em avaliar o desempenho dos participantes da pesquisa após a exibição do filme Oppenheimer analisando o impacto do filme na aprendizagem dos alunos.

1) Qual sua opinião sobre a metodologia usada para aprender os conceitos de fissão e fusão nuclear e suas aplicações?

- Muito interessante
- Interessante
- Neutra
- Pouco interessante

2) De alguma forma você se sentiu motivado(a) para aprender mais sobre Física Nuclear depois dessa atividade?

- Sim, muito motivado(a)
- Sim, motivado(a)
- Neutro(a)
- Pouco motivado(a)

3) Essa intervenção ajudou você a entender os conceitos de fissão e fusão nuclear e suas aplicações, ou se você já conhecia, de alguma forma você acha que o filme ajudou você a fixar o conteúdo?

- Sim
- Não
- Parcialmente

4) De um a três qual foi o seu nível de aprendizagem e participação a partir da aula fazendo o uso do filme Oppenheimer? (1 – nível mínimo de aprendizagem e participação; 2 – médio; 3 – nível máximo)

- 1
- 2
- 3

5) Agora com suas palavras explique os conceitos de fissão e fusão nuclear e onde elas podem ser aplicadas?

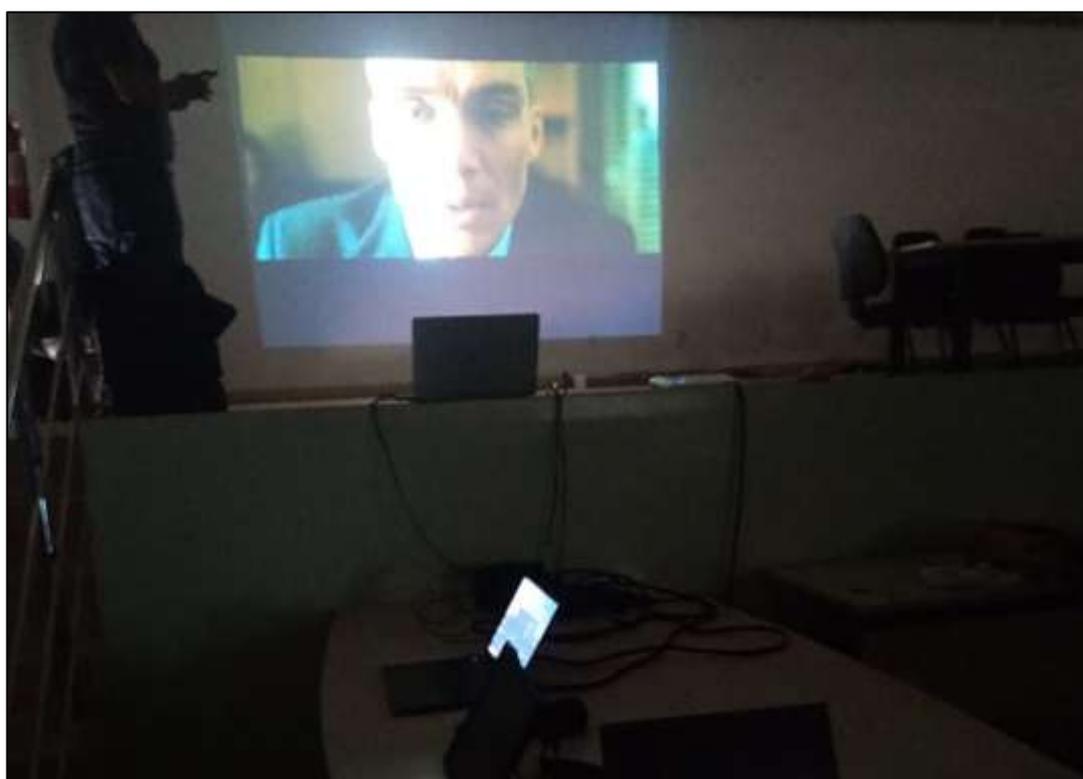
6) Qual a sua opinião e conhecimento sobre os impactos da energia nuclear no meio ambiente e na sociedade?

7) Você gostou da atividade realizada? Justifique

APÊNDICE C - IMAGENS DA APLICAÇÃO DO FILME OPPENHEIMER

Objetivo: Este apresentará alguns registros fotográficos referente à intervenção realizada no Instituto Federal do Amapá com alunos do 3º ano do ensino médio, esta etapa é recorrente a aplicação do filme Oppenheimer.

Organização dos materiais e filme



Durante a exposição do filme



Após aplicação do filme Oppenheimer e aplicação do questionário pós-filme

