

**A COMBUSTÃO COMO FENÔMENO INTERDISCIPLINAR:
O ANIME FIRE FORCE COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA
NO ENSINO MÉDIO EM ESCOLAS PÚBLICAS DE MACAPÁ-AMAPÁ**

**COMBUSTION AS AN INTERDISCIPLINARY PHENOMENON:
THE ANIME FIRE FORCE AS A TEACHING TOOL FOR PHYSICS IN HIGH SCHOOLS
IN MACAPÁ, AMAPÁ**

**LA COMBUSTIÓN COMO FENÓMENO INTERDISCIPLINARIO:
EL ANIME FIRE FORCE COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA
DE LA FÍSICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA EN ESCUELAS PÚBLICAS DE
MACAPÁ-AMAPÁ**



<https://doi.org/10.56238/ERR01v10n3-005>

Lillian Beatriz Rodrigues Fernandes

Licenciada em Ciências Naturais – Biologia

Instituição: Universidade do Estado do Amapá

E-mail: lillianfernandes.ueap@gmail.com

Gerson Anderson de Carvalho Lopes

Mestre em Física

Instituição: Universidade do Estado do Amapá

E-mail: gerson.lopes@ueap.edu.br

Gerlany de Fátima dos Santos Pereira

Doutora em Educação em Ciências e Matemáticas

Instituição: Universidade do Estado do Amapá

E-mail: gerlany.pereira@ueap.edu.br

RESUMO

Este estudo investigou o potencial pedagógico do uso de narrativas midiáticas, com foco no Anime *Fire Force* (*Enen no Shouboutai*), como ferramenta didática no ensino de Física para estudantes do Ensino Médio de escolas públicas de Macapá-Amapá, no ano de 2025. Por meio da construção e aplicação de uma sequência didática interdisciplinar, exploraram-se conteúdos como combustão, transferência de calor, termodinâmica, energia e estados físicos da matéria, correlacionando-os com cenas e conceitos do Anime supracitado. A pesquisa, de natureza qualitativa e abordagem exploratória, foi desenvolvida em cinco escolas públicas do município de Macapá/AP, envolvendo cerca de 150 estudantes. Os resultados apontam para alto engajamento dos alunos, ampliação da compreensão conceitual e estímulo ao pensamento crítico frente à intersecção entre ciência e cultura pop. A proposta mostrou-se alinhada às diretrizes da BNCC e contribui para a alfabetização científica por meio de uma linguagem acessível e significativa. Conclui-se que o uso de narrativas audiovisuais, quando bem estruturado pedagogicamente, pode atuar como catalisador para uma aprendizagem mais contextualizada, crítica e criativa no ensino de Ciências.

Palavras-chave: Narrativas Midiáticas. Cultura Pop. Aprendizagem Significativa. Interdisciplinaridade. Educação Científica.

ABSTRACT

This study investigated the pedagogical potential of using media narratives, focusing on the anime Fire Force (Enen no Shouboutai), as a teaching tool in physics education for high school students in public schools in Macapá-Amapá in 2025. Through the construction and application of an interdisciplinary teaching sequence, content such as combustion, heat transfer, thermodynamics, energy, and physical states of matter were explored, correlating them with scenes and concepts from the aforementioned anime. The research, which was qualitative in nature and exploratory in approach, was conducted in five public schools in the municipality of Macapá/AP, involving approximately 150 students. The results point to high student engagement, increased conceptual understanding, and stimulation of critical thinking regarding the intersection between science and pop culture. The proposal was found to be in line with the BNCC guidelines and contributes to scientific literacy through accessible and meaningful language. It is concluded that the use of audiovisual narratives, when well structured pedagogically, can act as a catalyst for more contextualized, critical, and creative learning in science education.

Keywords: Media Narratives. Pop Culture. Meaningful Learning. Interdisciplinarity. Science Education.

RESUMEN

Este estudio investigó el potencial pedagógico del uso de narrativas mediáticas, centrándose en el anime Fire Force (Enen no Shouboutai), como herramienta didáctica en la enseñanza de la física a estudiantes de secundaria de escuelas públicas de Macapá-Amapá, en el año 2025. Mediante la construcción y aplicación de una secuencia didáctica interdisciplinaria, se exploraron contenidos como la combustión, la transferencia de calor, la termodinámica, la energía y los estados físicos de la materia, correlacionándolos con escenas y conceptos del anime mencionado anteriormente. La investigación, de naturaleza cualitativa y enfoque exploratorio, se desarrolló en cinco escuelas públicas del municipio de Macapá/AP, con la participación de unos 150 estudiantes. Los resultados apuntan a un alto nivel de compromiso por parte de los alumnos, una ampliación de la comprensión conceptual y un estímulo al pensamiento crítico frente a la intersección entre la ciencia y la cultura pop. La propuesta se mostró alineada con las directrices de la BNCC y contribuye a la alfabetización científica mediante un lenguaje accesible y significativo. Se concluye que el uso de narrativas audiovisuales, cuando está bien estructurado pedagógicamente, puede actuar como catalizador para un aprendizaje más contextualizado, crítico y creativo en la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: Narrativas Mediáticas. Cultura Pop. Aprendizaje Significativo. Interdisciplinarietà. Educación Científica.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o ensino de Ciências - em especial o de Física - tem enfrentado o desafio de se manter significativo e atraente para os estudantes da Educação Básica. Muitos conteúdos científicos são apresentados de forma descontextualizada, técnica e distante da realidade vivenciada pelos jovens, o que contribui para uma percepção de que a ciência é inacessível ou irrelevante. Nesse cenário, busca-se cada vez mais por estratégias pedagógicas que conectem o saber científico ao universo cultural dos estudantes, promovendo engajamento e compreensão conceitual.

Um recurso emergente é o uso da mídia e da cultura pop como apoio ao ensino, especialmente os Animes, por sua linguagem visual, ritmo narrativo e presença massiva no cotidiano de adolescentes e jovens adultos. Dentre essas produções, destaca-se o anime *Fire Force* (*Enen no Shouboutai*), cuja narrativa gira em torno de fenômenos relacionados à combustão, calor e energia - conceitos centrais no estudo da Física. O anime apresenta personagens com poderes ligados ao fogo e à manipulação térmica, abrindo margem para explorações didáticas sobre termodinâmica, transferência de calor, reações químicas e estados da matéria.

Como aponta Jenkins (2009, p. 136), “os jovens hoje aprendem em ambientes que misturam mídia, jogo e narrativa”, e ignorar esses repertórios é subestimar seu potencial criativo e cognitivo. De maneira convergente, Santaella (2012) defende que “os produtos midiáticos não são apenas formas de entretenimento, mas sistemas culturais que contribuem na formação do sujeito contemporâneo”. Ao utilizar narrativas audiovisuais como recurso didático, rompe-se com a visão tradicional do ensino como mera transmissão de conhecimento, passando a considerar o aluno como sujeito ativo na construção de sentidos.

Esse enfoque dialoga com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1963), segundo a qual o novo conhecimento é assimilado de forma mais eficaz quando relacionado aos saberes prévios do estudante. O anime, por estar presente no cotidiano de muitos adolescentes, representa um ponto de partida potente para introduzir conceitos físicos de forma contextualizada, promovendo maior retenção e interesse pelos conteúdos abordados.

A proposta de aplicação didática com base em *Fire Force* também se insere nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe que o ensino médio “proporcione aos estudantes experiências de aprendizagem que articulem os saberes escolares aos saberes vividos, de forma crítica e reflexiva” (Brasil, 2018). Especificamente, as competências gerais da área de Ciências da Natureza incentivam a análise crítica de produções midiáticas e a compreensão dos fenômenos naturais através de múltiplas linguagens.

Diante disso, este estudo propõe investigar o potencial pedagógico do uso de episódios do anime *Fire Force* como recurso didático no ensino de Física, explorando como essa abordagem pode

favorecer o engajamento dos alunos e a compreensão de conceitos científicos relacionados à combustão, propagação de calor e transformações energéticas. Ao unir ciência e ficção em sala de aula, busca-se promover uma aprendizagem interdisciplinar, crítica e culturalmente situada.

Fire Force é um anime de fantasia e ação que se passa em Tóquio, onde a combustão humana espontânea causa a transformação de pessoas em criaturas chamadas "Infernais". A história acompanha Shinra Kusakabe, um jovem com a habilidade de gerar chamas nos pés, que se junta à 8ª Companhia de Bombeiros Especiais para combater esses seres e investigar o mistério por trás do incêndio que matou sua família. Trazer **Fire Force** para o contexto educacional pode acender não só o interesse dos alunos, como também iluminar caminhos criativos para o ensino de Ciências.

Embasados nesse contexto, o presente estudo tem como problema de pesquisa a seguinte questão: como o uso de narrativas audiovisuais do Anime *Fire Force* pode contribuir para a compreensão de conceitos de Física, especialmente relacionados à combustão e à termodinâmica, por estudantes do Ensino Médio de escolas públicas de Macapá-Amapá?

Partimos como hipótese que a utilização de episódios do Anime *Fire Force* como recurso didático pode promover maior engajamento dos alunos e facilitar a compreensão de conceitos de Física, por meio de contextualizações lúdicas e visualmente estimulantes.

Assim, o estudo teve por objetivo geral investigar o potencial pedagógico do uso de episódios do Anime *Fire Force* como recurso didático para o ensino de conceitos de Física, visando promover uma aprendizagem significativa, contextualizada e crítica entre estudantes do Ensino Médio de escolas públicas de Macapá-Amapá.

Esse objetivo se desdobrou nos seguintes objetivos específicos: analisar conceitualmente os fenômenos físicos de combustão apresentados no anime **Fire Force**; identificar os conteúdos da Física que podem ser abordados de forma contextualizada a partir do anime; elaborar e aplicar uma sequência didática baseada em episódios do anime **Fire Force**; investigar o impacto do uso de narrativas midiáticas na compreensão conceitual de alunos do Ensino Médio e avaliar o engajamento e a aprendizagem dos estudantes frente à proposta interdisciplinar.

O estudo se justifica, tendo em vista que o ensino de Ciências enfrenta desafios históricos relacionados ao desinteresse dos estudantes, à dificuldade de contextualização dos conteúdos e à pouca conexão com seus universos socioculturais. Frente a esse cenário, torna-se urgente a busca por estratégias pedagógicas que sejam significativas, engajadoras e que promovam o letramento científico. O uso de recursos midiáticos e culturais, como os animes, tem se mostrado uma alternativa promissora nesse contexto.

O anime **Fire Force** (*Enen no Shouboutai*), por sua riqueza visual e narrativa centrada na combustão e no combate a incêndios, oferece uma oportunidade valiosa para conectar os conteúdos de

Física - como termodinâmica, calor e reações químicas - a uma linguagem acessível e atrativa para os jovens. A fantasia e a ficção presentes na série não diminuem seu valor educativo, ao contrário: estimulam a curiosidade, o pensamento crítico e o diálogo entre ciência e imaginação.

A proposta deste estudo se fundamenta na concepção de aprendizagem significativa (Ausubel, 1963), que defende que novos conhecimentos devem ser relacionados à estrutura cognitiva prévia dos alunos. Ao aproximar os conceitos científicos de elementos presentes em sua cultura de consumo - como os animes - o professor potencializa a retenção e compreensão dos conteúdos.

Além disso, o uso de narrativas midiáticas no ensino dialoga com as ideias de Henry Jenkins (2009) sobre “cultura da convergência” e aprendizagem participativa, onde os alunos não apenas recebem informação, mas a ressignificam a partir de seus repertórios pessoais. Isso reforça o papel do estudante como sujeito ativo no processo de construção do conhecimento.

A proposta também se alinha à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que valoriza o desenvolvimento de competências como a análise crítica de produções midiáticas, a contextualização dos saberes científicos e o protagonismo juvenil.

Por fim, esse estudo contribui com a pesquisa em Ensino de Ciências ao propor uma abordagem inovadora, que respeita a linguagem dos estudantes e amplia o repertório didático dos professores, promovendo uma formação mais crítica, sensível e inclusiva.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A presente seção foi desenvolvida com base nos elementos narrativos de *Fire Force*, nas abordagens contemporâneas de ensino de Ciências e nas referências teóricas que sustentam o uso da cultura pop em sala de aula.

2.1 A CULTURA POP COMO LINGUAGEM EDUCACIONAL

A inserção da cultura pop no ensino tem se mostrado uma estratégia relevante na busca por metodologias que dialoguem com os repertórios socioculturais dos estudantes. Produtos midiáticos como animes, séries e jogos constituem práticas sociais que moldam percepções, valores e formas de ver o mundo. Segundo Jenkins (2009), “a cultura da convergência redefine o papel dos jovens, tornando-os participantes ativos na produção e ressignificação de conteúdos culturais”. No campo da educação, essa convergência pode ser usada para romper barreiras entre saberes escolares e cotidianos, promovendo ambientes de aprendizagem mais engajados.

Como aponta Santaella (2012), os produtos midiáticos são sistemas simbólicos que contribuem para a formação da subjetividade contemporânea. Portanto, utilizar animes como *Fire Force* no ensino

de Ciências não se trata apenas de uma abordagem lúdica, mas de uma tentativa legítima de reconhecer os sujeitos e seus contextos culturais como parte ativa do processo educativo.

2.2 PERSPECTIVAS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E LETRAMENTO MIDIÁTICO

O ensino de Ciências contemporâneo defende o desenvolvimento da alfabetização científica como ferramenta para a compreensão crítica da realidade e dos avanços tecnológicos. De acordo com Chassot (2003), é necessário tornar o conhecimento científico acessível e significativo, promovendo uma visão reflexiva da ciência no cotidiano.

O letramento midiático, por sua vez, capacita os estudantes a compreender, interpretar e criticar as mensagens veiculadas pelas mídias. Quando uma produção como *Fire Force* é trazida para o ambiente escolar, torna-se possível discutir não apenas os conteúdos científicos, mas também as formas como esses saberes são representados, distorcidos ou potencializados pelas linguagens visuais e narrativas ficcionais.

2.3 CONCEITOS DE FÍSICA PRESENTES EM *FIRE FORCE*

A trama do Anime se desenvolve em torno do fenômeno da combustão humana espontânea, que transforma vítimas em "Infernais". A organização bombeira é formada por indivíduos com diferentes habilidades pirocínéticas, capazes de manipular e produzir fogo - cenário que favorece a abordagem de diversos conceitos de Física, como:

- Combustão como reação exotérmica: Liberação de energia térmica e luminosa por meio da oxidação.
- Calor e temperatura: Relação entre energia térmica e grau de agitação molecular.
- Transferência de calor: Modos de condução, convecção e radiação representados nas batalhas e manipulações dos personagens.
- Termodinâmica: A segunda lei é extrapolada com Sho desacelerando o tempo ao controlar a expansão térmica do universo.
- Transformações de estado físico da matéria: O uso de plasma, vapor e manipulação energética estimula a discussão sobre transições de fases.

Esses elementos narrativos, quando devidamente contextualizados, contribuem para uma aprendizagem que vai além da memorização, favorecendo o raciocínio, a análise e a capacidade de aplicar os conteúdos científicos a situações diversas.

2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E NARRATIVAS VISUAIS

Baseando-se na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1963) e no uso de mapas conceituais proposto por Novak (1981), a proposta desta pesquisa considera que o novo conhecimento é mais eficazmente assimilado quando é relacionado aos saberes prévios do estudante. A familiaridade com o anime *Fire Force*, amplamente consumido por jovens, representa um gatilho cognitivo que ativa estruturas mentais e favorece a reconstrução conceitual.

Além disso, o uso de narrativas visuais como estratégia didática se alinha às propostas das metodologias ativas, nas quais o estudante assume papel protagonista no processo de construção do conhecimento. Ao assistir, interpretar, debater e aplicar os conceitos presentes no anime, os alunos não apenas compreendem o conteúdo, mas também desenvolvem habilidades de análise crítica, criatividade e expressão científica.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO E ABORDAGEM DA PESQUISA

Esta pesquisa caracterizou-se como um estudo de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e intervencionista, voltada à área de Ensino de Ciências. A investigação tem como foco compreender como o uso de narrativas midiáticas - especificamente o anime *Fire Force* - pode influenciar o engajamento, aprendizagem conceitual e pensamento crítico de estudantes do Ensino Médio, por meio de uma proposta interdisciplinar.

A opção pela pesquisa qualitativa se justifica pela busca de compreender os significados atribuídos pelos sujeitos ao conteúdo científico e às representações midiáticas, segundo a perspectiva interpretativa de Bogdan e Biklen (1994).

3.2 CONTEXTO E PARTICIPANTES

A intervenção pedagógica foi realizada no contexto do *Projeto de Extensão Cinema com Ciência*, em cinco escolas públicas da cidade de Macapá, no estado do Amapá, abrangendo aproximadamente 150 estudantes do 2º ano do Ensino Médio, com faixa etária entre 15 e 17 anos. Os participantes foram selecionados por conveniência, com autorização das escolas e dos responsáveis legais. O Projeto contou com apoio de professores de Física e Química, possibilitando abordagem interdisciplinar.

3.3 PROCEDIMENTOS E SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A coleta de dados foi desenvolvida a partir da aplicação de uma sequência didática estruturada com base em episódios selecionados do anime *Fire Force*. Os procedimentos ocorreram ao longo de três semanas e envolveram:

- Exibição de trechos específicos do Anime com roteiro de análise científica
- Aulas dialogadas sobre combustão, energia e propagação de calor
- Experimentos simples com vela, condução térmica e análise de estados físicos da matéria
- Produção criativa de personagens com justificativas científicas
- Debates sobre ciência versus ficção, ética e limites do conhecimento

3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Quadro 1 – Instrumentos de coleta de dados.

Instrumento	Finalidade
Questionário Diagnóstico	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os temas abordados
Ficha de Observação Docente	Registrar o engajamento, participação e diálogo dos estudantes durante as aulas
Autoavaliação dos Estudantes	Promover reflexão sobre a própria aprendizagem e envolvimento na proposta
Produção Criativa Final	Avaliar a capacidade de aplicação dos conceitos científicos de forma original e contextualizada
Mapa Conceitual	Identificar a organização e conexão entre os conhecimentos adquiridos

Fonte: Os autores (2025).

3.5 TÉCNICA DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo (Bardin, 2011), buscando categorizar falas, produções escritas e comportamentos observados em três eixos principais:

- Engajamento: participação ativa, interesse demonstrado e envolvimento na criação.
- Compreensão conceitual: aplicação correta dos conteúdos de Física.
- Pensamento crítico: capacidade de diferenciar ciência e ficção, refletir sobre o uso da tecnologia e os limites do conhecimento.

A triangulação dos dados - entre instrumentos, observações e produções dos alunos - garantiu maior confiabilidade aos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A presente seção foi elaborada, buscando-se responder ao objetivo geral do estudo, que foi “investigar o potencial pedagógico do uso de episódios do Anime *Fire Force* como recurso didático

para o ensino de conceitos de Física, visando promover uma aprendizagem significativa, contextualizada e crítica entre estudantes do Ensino Médio”. Tal objetivo, foi desdobrado nas subsecções apresentadas a seguir.

4.1 ANÁLISE CONCEITUAL DOS FENÔMENOS FÍSICOS DE COMBUSTÃO APRESENTADOS NO ANIME *FIRE FORCE*

Fazemos aqui uma análise conceitual dos fenômenos físicos de Combustão apresentados em *Fire Force*, conectando a ficção do anime com os princípios reais da Física. Os Conceitos físicos de Combustão no universo de *Fire Force* aqui analisados são: 1. Combustão Humana Espontânea; 2. Gerações Pirocinéticas e 3. *Adolla Burst* e Fogo Sobrenatural.

4.1.1 Combustão Humana Espontânea (CHE)

A combustão humana espontânea (CHE) é um fenômeno intrigante e controverso que envolve a suposta queima de um corpo humano sem uma fonte externa aparente de ignição. Embora seja popular em relatos históricos e na ficção - como no anime *Fire Force* - a ciência moderna oferece explicações mais plausíveis e céticas.

No anime, a CHE é causada por uma interferência interdimensional (*Adolla*). Esse fenômeno transforma pessoas em “Infernais” - seres em chamas que perdem a consciência. Na Física real, combustão espontânea ocorre quando uma substância aquece até seu ponto de ignição sem fonte externa de calor.

Em humanos, isso é considerado pseudociência, mas pode ser usado didaticamente para discutir conceitos como: Ponto de ignição; Oxidação rápida; Liberação de energia térmica; O que é necessário para ocorrer combustão (combustível, comburente, calor); Mitos científicos e como a ciência os investiga; A importância da verificação empírica.

A CHE refere-se à ideia de que um corpo humano pode entrar em combustão por causas internas, sem contato com fogo, faísca ou calor externo. Os casos relatados geralmente apresentam: corpo quase totalmente carbonizado, com extremidades (mãos, pés) intactas; móveis e objetos ao redor pouco danificados; resíduos gordurosos no ambiente e ausência de testemunhas ou fontes claras de ignição.

A hipótese mais aceita de explicação científica para esse fenômeno seria o chamado *efeito pavio*, que compara o corpo humano a uma vela, no qual a gordura corporal funciona como a “cera” da vela, as roupas atuam como “pavio”, uma fonte externa pequena (como um cigarro) inicia a combustão e a gordura derretida alimenta o fogo lentamente, carbonizando o corpo sem espalhar o incêndio. Esse efeito foi testado com tecidos animais e é consistente com evidências forenses.

Algumas teorias menos aceitas incluem: acúmulo de acetona no corpo por cetose (dieta ou alcoolismo); raio globular como fonte de ignição e Partículas subatômicas fictícias como o “pirotrón” (sem base científica).

A comunidade científica **não** reconhece a CHE como um fenômeno espontâneo real. A maioria dos casos pode ser explicada por fontes externas de ignição, negligência ou condições médicas. Como afirma Benjamin Radford: “Se a CHE fosse real, por que não vemos pessoas explodindo em público com frequência?”

Como as aplicações didáticas no ensino de Ciências, a CHE pode ser usada para: estimular o pensamento crítico sobre pseudociência; discutir combustão, calor, energia e reações químicas; diferenciar ciência real de ficção (como em *Fire Force*), promover debates sobre segurança, investigação forense e ética científica.

A seguir, apresentamos um quadro comparativo (Quadro 2) entre os conceitos físicos reais de combustão e suas representações no anime *Fire Force* para ilustrar o que foi discutido acima.

Quadro 2 - Combustão na Física vs. *Fire Force*

Conceito Físico Real	Representação em <i>Fire Force</i>	Discussão Didática
Combustão Humana Espontânea (CHE)	Pessoas se transformam em "Infernais" ao entrarem em combustão sem causa aparente	Permite discutir mitos científicos, ponto de ignição, e limites da ciência real
Reação Exotérmica	Infernais e pirocinéticos liberam grandes quantidades de calor e luz	Introduz o conceito de liberação de energia e conservação da massa e energia
Ponto de Ignição e Temperatura de Fogo	Personagens da 3ª geração criam fogo com o corpo, como Shinra acendendo os pés	Estimula análise sobre temperatura, oxigênio e combustíveis
Transferência de Calor	Episódios mostram propagação de calor em batalhas: radiação, condução e convecção	Ideal para experimentos práticos e simulações em sala de aula
Energia Interna e Termodinâmica	Shinra usa calor para se mover em alta velocidade; Sho manipula o tempo com resfriamento	Abre espaço para discutir leis da termodinâmica e limites da Física clássica
Transformações de Estado da Matéria	Personagens manipulam fogo em formas sólidas, líquidas e gasosas (plasma, vapor, etc.)	Permite explorar estados físicos e transições energéticas
Oxidação e Combustão Química	Fogo como elemento central, mas sem detalhamento químico real	Pode ser usado para introduzir equações químicas e balanceamento de reações
Limites da Física e Ficção Científica	<i>Adolla Burst</i> desafia leis naturais: manipulação de tempo, gravidade, matéria	Estimula pensamento crítico sobre ciência, pseudociência e ética da tecnologia

Fonte: Os autores (2025).

4.1.2 Gerações Pirocinéticas

Os personagens do Anime são classificados em gerações com diferentes habilidades: 1ª geração: viram “Infernais” (sem controle sobre o fogo); 2ª geração: manipulam fogo existente; 3ª geração: produzem fogo com o próprio corpo e 4ª geração: usam o fogo de Adolla, com propriedades sobrenaturais. Isso permite explorar, de maneira geral, conceitos como: Produção de energia térmica;

Transferência de calor (condução, convecção, radiação); Transformações endotérmicas e exotérmicas e Conservação de energia.

No Anime, as Gerações Pirocinéticas não só estruturam o seu universo narrativo, como também oferecem uma rica oportunidade para correlacionar conceitos da Física com elementos da cultura pop, como vimos no parágrafo anterior. Vamos analisar cada geração e destacar como elas podem ser exploradas no ensino de Física.

A 1ª Geração – Infernais (Combustão sem controle), possui como características: são vítimas da Combustão Humana Espontânea; perdem a consciência e se tornam seres em chamas; não têm controle sobre o fogo; alguns mantêm traços de consciência (Infernais sencientes). Suas correlações com a Física: reações exotérmicas: liberação de calor e luz; ponto de ignição: temperatura mínima para iniciar combustão; efeito pavio: pode ser discutido como hipótese científica para CHE; energia térmica e transferência de calor. Suas aplicações didáticas: Estudo de mitos científicos e pseudociência; Discussão sobre segurança térmica e prevenção de incêndios e Análise crítica de fenômenos físicos versus ficção.

A 2ª Geração – Manipuladores de fogo externo, possui como características: não produzem fogo, mas manipulam chamas existentes; usam criatividade para redirecionar ou transformar o fogo. Exemplo: Maki Oze manipula bolas de fogo; Hinawa controla chamas de armas. Suas correlações com a Física: Transferência de calor: condução, convecção e radiação; Controle de energia térmica; Transformações de energia: calor em movimento, conversão de energia. Suas aplicações didáticas: Experimentos com propagação de calor; Simulações de controle térmico em sistemas físicos e Estudo de materiais condutores e isolantes.

A 3ª Geração – Produtores de fogo, possui como características: produzem fogo com o próprio corpo e utilizam oxigênio interno para gerar chamas. Exemplo: Shinra acende os pés para voar; Arthur gera plasma com sua espada. Correlações com a Física: combustão química: reação entre combustível e comburente; energia interna e calor específico; plasma como estado da matéria; superaquecimento e limites fisiológicos (Doença das Cinzas). Aplicações didáticas: Equações de combustão e balanceamento químico; Estudo dos estados físicos da matéria; Discussão sobre limites biológicos e energéticos.

A 4ª Geração – Usuários do fogo de Adolla, tem como características: possuem o *Adolla Burst*, uma chama sobrenatural e conectam-se ao *plano Adolla* e a(o) Evangelista. Exemplo: Sho manipula o tempo; Shinra ultrapassa a velocidade da luz. Correlações com a Física: Relatividade: velocidade da luz e dilatação temporal; Entropia e termodinâmica: manipulação da expansão do universo; Energia e partículas subatômicas; Física Quântica e limites da ciência clássica. Aplicações didáticas: Discussão

sobre leis físicas e extrapolações ficcionais; Introdução à Física moderna e à filosofia da ciência e Reflexão sobre ética científica e tecnologia.

As gerações pirocinéticas funcionam como metáforas visuais para diferentes níveis de domínio energético, e podem ser usadas para: contextualizar conteúdos abstratos com narrativas envolventes; promover o pensamento crítico sobre ciência e ficção e estimular a criatividade dos alunos na construção de modelos explicativos.

4.1.3 *Adolla Burst* e Fogo Sobrenatural

O fogo de *Adolla*, também conhecido como *Adolla Burst* ou *Chama Gênesis*, é um dos elementos mais misteriosos e sobrenaturais do universo de *Fire Force* (*Enen no Shouboutai*). Ele transcende as leis da Física e da Química conhecidas, funcionando como um elo entre o mundo real e uma dimensão paralela chamada *Adolla* - uma espécie de plano infernal conectado à consciência coletiva da humanidade.

Sobre a Origem e Natureza do *Adolla Burst*, ele é descrito como a chama original, pura e imaculada, capaz de causar tanto destruição quanto regeneração. Ele não obedece às leis físicas da Terra, permitindo feitos impossíveis como parar o tempo, alterar a gravidade ou manipular a expansão do universo. E por fim, essa chama é conectada ao *Adolla Link*, uma rede sobrenatural que permite que seus usuários compartilhem emoções, pensamentos e visões entre si.

Embora fictício, o “*Adolla Burst*” pode ser usado para discutir: Limites da Física clássica; Energia e partículas subatômicas e Velocidade da luz e relatividade. Isso é excelente para: estimular debates sobre o que é ciência e o que é ficção; trabalhar com conceitos de relatividade e física quântica e refletir sobre ética e responsabilidade científica. No quadro 3, vemos as propriedades sobrenaturais do *Adolla Burst*.

Quadro 3 - Propriedades sobrenaturais do “*Adolla Burst*”

Propriedade	Descrição
Manipulação temporal	Sho Kusakabe usa o <i>Adolla Burst</i> para desacelerar o tempo, resfriando a expansão do universo.
Alteração da gravidade	Usuários podem aquecer átomos ao ponto de aumentar sua massa e anular a gravidade.
Conexão interdimensional	O <i>Adolla Link</i> permite comunicação entre seres e usuários conectados ao plano <i>Adolla</i> .
Criação e destruição	O <i>Adolla Burst</i> causou o Grande Cataclismo, mas também pode restaurar vida e energia.
Graça do Evangelista	Usuários podem receber “Graça”, um poder que eleva suas habilidades a níveis divinos.

Fonte: Os autores (2025).

Embora o *Adolla Burst* seja fictício, ele pode ser explorado didaticamente para: discutir os limites da Física clássica, como a impossibilidade de parar o tempo ou alterar a gravidade; introduzir conceitos de energia, calor e entropia, contrastando ciência real com ficção; estimular o pensamento

crítico, levando os alunos a questionar o que é cientificamente plausível e para explorar temas interdisciplinares, como filosofia da ciência, ética e tecnologia.

4.2 IDENTIFICANDO CONTEÚDOS DA FÍSICA QUE PODEM SER ABORDADOS DE FORMA CONTEXTUALIZADA A PARTIR DO ANIME *FIRE FORCE*

O anime *Fire Force* é uma verdadeira “mina de ouro” para contextualizar conteúdos de Física de forma envolvente e significativa. A seguir, organizamos os principais conteúdos que podem ser explorados com base nas cenas, personagens e fenômenos presentes na série.

4.2.1 Combustão e Reações Químicas

A combustão é uma reação química entre uma substância (geralmente um combustível) e o oxigênio, com liberação de energia. Os **Tipos de Combustão** são: Combustão Completa e Combustão Incompleta. A Combustão Completa, ocorre quando há oxigênio suficiente. Produz gás carbônico (CO_2) e água (H_2O), além de muita energia. Exemplo: Queima de metano (CH_4). Já a Combustão Incompleta, acontece quando há pouco oxigênio. Produz monóxido de carbono (CO) ou carbono sólido (fumaça/preta).

Outro conteúdo que pode ser trabalhado a partir do Anime são as **Reações Exotérmicas e Endotérmicas**. A Reação Exotérmica libera energia na forma de calor e/ou luz para o ambiente. Combustões são tipicamente exotérmicas. Exemplo: Fogo conjurado por um pirocínético ou as chamas infernais são manifestações visuais da liberação de energia. As Reações Endotérmicas, são reações que absorvem energia do ambiente. Menos comuns em combustão, mas úteis para entender reações químicas em geral. Exemplo: Fotossíntese, decomposição térmica de compostos.

Também podemos abordar como conteúdo científico, **Equações Químicas de Combustão**. As equações químicas representam as substâncias envolvidas na combustão. Devem estar balanceadas para respeitar a **Lei da Conservação de Massa**. Exemplo: Combustão de propano.

Outro conteúdo que pode ser estudado é a **Energia Liberada nas Reações**. A energia liberada na combustão depende do tipo de combustível. Pode ser medida em quilojoules (kJ). Reações com hidrocarbonetos liberam grandes quantidades de calor - por isso são usadas como fonte de energia em motores e caldeiras.

Exemplo: Infernais e Pirocinéticos. **Infernais**: Seres vindos de planos ígneos que irradiam calor. Ao conjurarem fogo, desencadeiam reações exotérmicas que liberam luz e energia intensa - exatamente como em uma combustão completa. **Pirocinéticos**: Magos ou criaturas capazes de manipular o fogo com a mente. Cada chama invocada pode ser vista como uma simulação química - onde a energia se transforma em luz, calor e movimento.

Essa abordagem conecta Ciência com Fantasia, tornando o tema mais atrativo para estudantes e leitores criativos.

4.2.2 Calor e Transferência de Energia

Essa seção foi desenvolvida para ser algo dinâmico e esclarecedor, misturando ciência com elementos inspirados nos poderes de Maki e Hinawa da série *Fire Force*.

Sobre os conteúdos que podem ser aprendidos no Anime, temos o **Calor Específico e Capacidade Térmica**. O Calor específico é a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1 grama de uma substância em 1 grau Celsius. Exemplo: A água tem alto calor específico - absorve muito calor sem aquecer rapidamente. Já a **Capacidade térmica** é o calor necessário para elevar a temperatura de todo um corpo em 1 grau. Depende da massa e do material. Exemplo: Um escudo metálico usado por Maki demora mais para aquecer do que sua armadura de tecido, por ter maior capacidade térmica.

Sobre os **Modos de Propagação de Calor**, esse pode se transferir por três mecanismos principais, descritos no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4 - Modos de Propagação de Calor.

Modo	Descrição	Exemplo com Maki e Hinawa
Condução	Transferência direta de calor através do contato.	O calor se propaga da mão de Maki para a espada metálica que ela segura.
Convecção	Movimento do calor por meio de fluidos (líquidos ou gases).	Hinawa aquece o ar ao redor, criando correntes térmicas que impulsionam as balas flamejantes.
Radiação	Emissão de ondas eletromagnéticas, sem necessidade de contato ou meio.	As chamas criadas por Maki irradiam calor para o ambiente, mesmo sem contato direto.

Fonte: Os autores (2025).

Cada modo de transferência afeta o ambiente e a estratégia dos personagens em combate. Essa diversidade ilustra perfeitamente os conceitos físicos!

A **Diferença entre Calor e Temperatura** também pode ser trabalhada mediada pelo Anime. Calor é uma forma de energia em trânsito, transferida de um corpo mais quente para outro mais frio. Exemplo: Quando Hinawa dispara uma bala flamejante, o calor é transferido para o alvo. Temperatura é uma medida da agitação molecular de um corpo - indica o nível de energia térmica, mas não representa energia em movimento. Exemplo: O corpo de Maki pode ter alta temperatura por estar em combate, mas só há calor se ela o transfere para outro corpo.

Ao fazer uma *Conexão com o Universo Fantástico*, observamos que as batalhas entre pirocinéticos revelam as sutilezas da Física Térmica. Enquanto Maki manipula diretamente o calor (inclusive usando espíritos de fogo como *Sput-Flare*), Hinawa controla a **forma como o calor se**

propaga, direcionando-o de maneira estratégica. Eles são praticamente personificações vivas dos três modos de transferência térmica!

4.2.3 Termodinâmica

Vamos dar ainda mais profundidade a essa seção de Termodinâmica, entrelaçando os princípios científicos com uma pitada de fantasia *sci-fi* inspirada na habilidade de Sho Kusakabe. O conteúdo **Leis da Termodinâmica (1ª e 2ª leis)**, pode ser perfeitamente trabalhado nas cenas do Anime.

A 1ª Lei da Termodinâmica (Conservação de Energia) diz que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada.

Exemplo: Quando um pirocinético aquece o ar, a energia interna das partículas aumenta - convertendo calor em movimento. A **2ª Lei da Termodinâmica**, define que os processos naturais ocorrem com aumento da **entropia** (desordem), e que o calor flui espontaneamente do quente para o frio. Exemplo: Sho, ao resfriar a expansão do universo, está "suspendendo" esse fluxo espontâneo - um feito que desafia a irreversibilidade dos processos naturais.

Ainda podemos discutir sobre **Entropia e Irreversibilidade**. A Entropia representa a desorganização ou dispersão da energia. Quanto mais alto o grau de desordem, maior a entropia. Exemplo: Uma explosão térmica aumenta a entropia ao espalhar calor e partículas desordenadamente. A Irreversibilidade significa que certos processos não podem voltar ao estado original sem intervenção externa. Exemplo: Uma chama consumindo combustível não pode "desqueimar" - ela só pode continuar ou apagar. Sho manipula a entropia ao desacelerar a expansão do universo, criando um estado quase congelado de energia e tempo. É como se ele criasse uma “bolha térmica” onde a flecha do tempo perde sua direção.

Outra abordagem que pode ser feita a partir da narrativa do Anime é sobre **Energia Interna e Trabalho**. A Energia interna é a soma das energias cinética e potencial das partículas em um corpo. Aumenta com o calor, diminui com o resfriamento. O Trabalho é a energia transferida por meio de uma força. Exemplo: Quando Hinawa comprime gases inflamáveis para lançar balas, ele realiza trabalho físico e aumenta a energia interna do sistema.

Fazendo aqui uma “*Extrapolação Fantástica*”: Sho vs. Segunda Lei, observamos que Sho Kusakabe, com sua habilidade de desacelerar o tempo usando resfriamento extremo, encarna uma versão alternativa da Segunda Lei. Ele age como um "anti-entropia", mantendo sistemas em estado ordenado e congelado. Isso é fisicamente impossível segundo a termodinâmica - o que torna sua habilidade fascinante para discussões em sala de aula sobre os limites da ciência e os conceitos de tempo, energia e caos.

4.2.4 Estados Físicos da Matéria

A presente seção sobre os estados físicos da matéria pode ser algo fascinante, conectando a ciência com o mundo extraordinário da manipulação elemental.

A matéria pode existir em diferentes estados, dependendo da energia que suas partículas possuem. Os três estados principais são sólido, líquido e gasoso - mas também existem o **plasma** e o **condensado de Bose-Einstein**, que ampliam ainda mais esse conceito.

No estado Sólido, temos: partículas muito próximas e organizadas; forma e volume definidos. Exemplo: O gelo formado por um resfriamento extremo - como o que poderia ser gerado por um manipulador de gelo. No estado Líquido, temos: partículas um pouco mais afastadas, permitindo fluidez; volume definido, forma variável. Exemplo: A água aquecida pelas chamas de Maki se transforma em vapor, mas antes disso é um líquido aquecido e turbulento. No estado Gasoso, temos: partículas bem separadas e em movimento rápido; sem forma nem volume definidos. Exemplo: As chamas conjuradas por Hinawa liberam gases inflamáveis que se expandem no ambiente.

No estado Plasma (4º estado da matéria), temos: gás superaquecido onde os elétrons se separam dos átomos, formando íons; altamente energético, presente em estrelas e relâmpagos. Exemplo: Os ataques flamejantes de Shinra podem ser considerados uma forma de plasma, dada a altíssima temperatura e ionização envolvida. No estado Condensado de Bose-Einstein (5º estado), temos: estado superfrio da matéria onde os átomos se sobrepõem e agem como uma única "entidade quântica". Exemplo: Uma extrapolação das habilidades de Sho, ao desacelerar o tempo e resfriar sistemas além dos limites físicos conhecidos, pode sugerir a criação de estados similares a esse.

Usando um “*Exemplo Fantástico*”: Manipuladores de Matéria, podemos imaginar personagens que controlam os estados físicos da matéria como se fossem artistas alquímicos: Sho (Resfriamento extremo): Pode transformar gases em líquidos ou sólidos, afetando o ambiente de maneira radical. Maki (Calor e transformação): Ao controlar o fogo, ela induz mudanças de estado - como a vaporização da água ou a fusão de metais. Shinra (Plasma explosivo): Suas chamas não apenas queimam, mas ionizam o ar ao redor, gerando rajadas altamente energéticas. Essas interações permitem ilustrar como o **calor, energia e pressão** transformam a matéria de uma forma para outra.

4.2.5 Energia e suas Transformações

Buscamos construir essa seção com dinamismo, usando exemplos do universo de **Fire Force** para tornar tudo mais envolvente.

A energia é a capacidade de realizar trabalho ou provocar mudanças. Ela se apresenta em várias formas e pode ser transformada de uma para outra, sem ser criada ou destruída - apenas convertida.

As **Fontes de Energia** existentes são: Química, térmica e Cinética. Na Química, a energia é armazenada em ligações de substâncias - liberada em reações químicas. *Exemplo: Os combustíveis usados pelos equipamentos de Combate Especial reagem quimicamente para gerar calor.* Na Térmica, a energia é relacionada à agitação das partículas - percebida como calor. *Exemplo: A combustão provocada por Shinra gera calor extremo durante seus ataques.* Na Cinética, temos a energia de movimento - quanto maior a velocidade ou massa, maior a energia. *Exemplo: Quando Shinra impulsiona-se com fogo, ele converte energia térmica em energia cinética para voar e atacar.*

Outro conteúdo que pode ser abordado utilizando o Anime são as **Transformações Energéticas**. A energia não desaparece; ela é convertida, como podemos observar no quadro 5, a seguir:

Quadro 5 – Transformações Energéticas.

Transformação	Descrição	Exemplo
Química → Térmica	Reação libera calor	Detonação de uma granada incendiária
Térmica → Cinética	Calor gera movimento	Impulso de Shinra ao usar chamas para voar
Cinética → Térmica	Movimento gera calor	Atrito dos ataques de Maki com sua arma

Fonte: Os autores (2025).

Também podemos abordar como conteúdo, os **Princípio da Conservação da Energia**, que nos dizem que a energia total permanece constante em um sistema isolado - ela apenas muda de forma. Em batalhas do Anime *Fire Force*, mesmo quando há explosões e deslocamentos violentos, a energia é redistribuída no ambiente (calor, som, movimento).

Seguindo com mais um *Exemplo Fantástico*: Impulso de Shinra, Shinra Kusakabe é um exemplo claro de conversão energética: chamas nos pés geram energia térmica; essa energia é convertida em energia cinética, permitindo que ele voe e dê chutes supersônicos. Seu ataque “*Devil’s Footprints*” ilustra a transformação energética e o impulso, pois utiliza força para acelerar seu corpo com intensidade

4.2.6 Física Moderna e Limites da Ciência

Essa seção foi pensada para instigar a curiosidade e provocar reflexões sobre os limites do conhecimento científico - com aquele toque fantástico que a *Fire Force* entrega.

A física moderna rompe com a visão clássica de mundo, revelando fenômenos que desafiam a lógica cotidiana. Ela nos leva aos extremos do universo - do infinitamente rápido ao infinitamente pequeno - e levanta questões sobre o próprio tecido da realidade.

Ao estudarmos a **Velocidade da Luz e Relatividade**, algumas questões devem ser consideradas: a velocidade da luz (≈ 300.000 km/s) é o limite universal para o deslocamento de

informações e matéria. Na Teoria da Relatividade de Einstein, tempo e espaço são interligados e relativos ao observador. Em *Fire Force*, certos deslocamentos extremos e reações instantâneas em batalhas evocam esse limite - como se o tempo desacelerasse em momentos críticos.

Uma cena emblemática que ilustra a desaceleração do tempo em *Fire Force* ocorre no episódio 12 da terceira temporada, intitulado “*The Madness of the Distant Past*”. Nesse episódio, Sho Kusakabe enfrenta Faerie, um inimigo com poderes gravitacionais intensos. Durante o combate, Sho ativa sua habilidade de resfriamento térmico extremo, que desacelera a expansão do universo ao seu redor - criando um efeito visual e narrativo de tempo congelado. Ele literalmente salta entre flechas em pleno ar, como se o tempo estivesse suspenso, permitindo movimentos impossíveis em condições normais. Essa cena é uma representação clara de como *Fire Force* extrapola os limites da física clássica, evocando conceitos da relatividade e da manipulação temporal para intensificar o drama e a ação.

Entrando especificamente no conteúdo de **Manipulação do Tempo e Espaço** temos algumas considerações: a dilatação temporal ocorre em velocidades próximas à luz; dobrar o espaço seria possível com teorias como a do “*wormhole*” - embora ainda sejam especulativas. Assim, no contexto do Anime, *Sho Kusakabe* manipula tempo ao reduzir sua percepção, gerando efeitos quase “impossíveis” segundo a física clássica - um ponto excelente para debater ciência x ficção.

Outros conteúdos que podem ser ensinados por intermédio do Anime são **Física Quântica e Partículas Subatômicas**. É válido considerar a que realidade quântica opera com probabilidades e não certezas. Que partículas subatômicas podem estar em dois lugares ao mesmo tempo (superposição), ou se conectar instantaneamente (emaranhamento). Assim, o conceito de *Adolla Burst* que é apresentado no Anime, parece ativar uma energia misteriosa que extrapola as leis convencionais - como se acessasse uma “dimensão alternativa”, onde as leis quânticas fossem moldadas à vontade.

Nesse sentido, vamos ao nosso *Exemplo Fantástico: O Adolla Burst*. Este pode ser interpretado como uma “energia fora da realidade”, que: quebra leis da termodinâmica e da relatividade e cria efeitos similares à teletransporte, manipulação temporal e plasma quântico. No contexto de sala de aula, poderíamos levantar a seguinte pergunta: se existisse uma fonte de energia tão poderosa, que limites a ciência enfrentaria? Para acalorar as discussões.

E por falar em discussões, um *Debate sobre Ciência vs Ficção* pode ser promovido em sala de aula, tendo em vista que esse conteúdo é ideal para provocar discussões como: “O que é ciência plausível e o que é especulação criativa?”, “Se descobríssemos *partículas Adolla*, como isso afetaria nosso entendimento do universo?”, “O poder dos personagens da *Fire Force* poderia ser explicado por avanços tecnológicos futuros?”. Uma atividade onde os alunos são “pesquisadores” tentando entender os poderes dos personagens à luz da física moderna - ou até um jogo de investigação científica com hipóteses e simulações podem ser criados para trabalhar-se em sala de aula.

Elaboramos um quadro de habilidades da BNCC diretamente relacionadas aos conteúdos de Física contextualizados a partir do Anime *Fire Force*. O que poderá ajudar aos professores da Educação Básica a alinhar suas propostas didática aos objetivos educacionais previstos para o Ensino Médio.

Quadro 6 - Conteúdos de Física × Habilidades da BNCC

Conteúdo de Física	Habilidades da BNCC (Ciências da Natureza - Ensino Médio)	Aplicações com Fire Force
Combustão e Reações Químicas	EM13CNT106 – Relacionar transformações da matéria a processos energéticos.	Estudar a combustão dos Infernais e os efeitos térmicos nas batalhas.
Calor e Transferência de Energia	EM13CNT104 – Aplicar modelos explicativos para entender fenômenos térmicos.	Comparar formas de transferência de calor com as manipulações dos pirocinéticos.
Termodinâmica	EM13CNT105 – Relacionar variações de energia interna com transformações físicas e químicas.	Analisar poderes como o de Sho (manipulação temporal com resfriamento cósmico).
Estados físicos da matéria	EM13CNT103 – Compreender e aplicar modelos de estrutura da matéria para explicar propriedades.	Explorar o uso de plasma, vapor e outras formas de fogo nos combates.
Energia e suas transformações	EM13CNT102 – Compreender as diferentes formas de energia e suas transformações no cotidiano.	Estudar como Shinra converte energia térmica em movimento e propulsão.
Física Moderna e Limites da Ciência	EM13CNT301 – Analisar produções midiáticas com base em conhecimentos científicos.	Discutir o Adolla Burst como representação fictícia de fenômenos avançados.
Ciência, tecnologia e sociedade	EM13CNT301 – Avaliar implicações sociais e éticas do uso da tecnologia e do conhecimento científico.	Debater os impactos do uso da Graça e da ciência distorcida pela Evangelista.
Análise crítica de mídias e narrativas visuais	EM13CNT301 – Interpretar informações veiculadas por diferentes linguagens e mídias.	Fazer análise crítica de episódios e desconstruir ficções com base científica.

Fonte: Os autores (2025).

4.3 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA EM EPISÓDIOS DO ANIME *FIRE FORCE*

A seguir está a proposta detalhada da Sequência Didática, construída com base nos conteúdos já apresentados anteriormente - como combustão, termodinâmica, transferência de calor e estados físicos da matéria - e alinhada aos episódios de *Fire Force* e aplicada em 5 escolas públicas de Macapá-Amapá, no contexto do *Projeto de Extensão Cinema com Ciência*. Essa estrutura foi aplicada em turmas do Ensino Médio e pode ser adaptada conforme o tempo disponível e perfil dos alunos, por professores da Educação Básica.

4.3.1 Sequência Didática: “Ciência em Chamas – Fogo, Combustão e Física com *Fire Force*”

Objetivo Geral

Promover a aprendizagem significativa dos conceitos de Física relacionados à combustão, calor, energia e estados da matéria, por meio da análise de episódios do anime *Fire Force*.

No quadro 7, a seguir, apresentamos as etapas de desenvolvimento da sequência didática.

Quadro 7 - Etapas da Sequência Didática.

Aula	Conteúdo e Estratégia	Episódio Referência	Objetos de Aprendizagem
1	Exploração inicial: Apresentação da proposta + vídeo de abertura do anime. Roda de conversa sobre o fogo real x fictício.	Episódio 01 – “Shinra Kusakabe entra em ação”	Quadro, trechos do anime, roteiro de análise
2	Combustão e Reações Exotérmicas: Introdução teórica + experimento com vela e termômetro digital.	Episódio 05 – “O trabalho de um Bombeiro de Fogo”	Vela, termômetro, materiais de laboratório simples
3	Transferência de Calor: Estudo dos modos de propagação + debate após cena de incêndio do episódio.	Episódio 05 – continuidade	Experimento de condução com metais
4	Energia e Movimento: Como Shinra usa o calor para voar + construção de modelo físico do movimento com impulso.	Episódio 10 – “A promessa feita naquela noite”	Vídeo, simulações em software ou experimento
5	Estados da Matéria e Plasma: Discussão sobre plasma usando a espada de Arthur. Conceituação teórica.	Episódio 13 – “O príncipe das chamas”	Apresentação teórica, vídeos complementares
6	Ciência x Ficção: Debate crítico com os alunos sobre limites da Física, pseudociência e ética.	Episódios diversos: Sho e Adolla Burst	Ficha de debate, perguntas reflexivas
7	Avaliação Formativa e Criativa: Criação de personagens com base em leis físicas reais + autoavaliação do projeto.	Todos os episódios usados	Ficha criativa, mapa conceitual, formulário

Fonte: OS autores (2025).

Avaliação:

- Diagnóstica: Aplicada antes da sequência, com perguntas sobre combustão, calor e energia.
- Formativa: Observações em aula, participação nos debates, resolução de problemas.
- Somativa: Produção criativa de personagem com descrição física e científica + questionário reflexivo final.

Competências da BNCC envolvidas:

- EM13CNT104 – Aplicar modelos explicativos para fenômenos térmicos.
- EM13CNT106 – Relacionar transformações da matéria a processos energéticos.
- EM13CNT301 – Analisar produções midiáticas com base em conhecimentos científicos.
- EM13CNT102 – Compreender formas e transformações de energia.

A seguir está o Plano de Aula que foi utilizado na aplicação da sequência didática, com fichas de atividade e rubricas de avaliação. Também incluímos uma sugestão de adaptação interdisciplinar

para Química e Tecnologia. Ele pode ser facilmente utilizado com turmas do 2º ano do Ensino Médio e ajustado conforme as necessidades docentes.

Plano de Aula - *Física em Chamas: Explorando a Combustão com Fire Force*

Identificação

- Ano/Série: 2º ano do Ensino Médio
- Área: Ciências da Natureza - Física
- Carga horária: 3 aulas de 50 minutos (podendo ser expandido)
- Tema: Combustão, transferência de calor, energia e estados físicos da matéria
- Recursos: Trechos do anime *Fire Force*, projetor, termômetro digital, velas, copos de vidro, ficha de atividades.

Objetivos de Aprendizagem

- Compreender os fenômenos físicos relacionados à combustão e calor.
- Relacionar ciência e ficção na construção de narrativas midiáticas.
- Analisar criticamente representações audiovisuais sob a luz dos conceitos físicos.
- Aplicar conhecimento científico por meio de produção criativa.

Habilidades da BNCC

- EM13CNT104 – Aplicar modelos explicativos para fenômenos térmicos.
- EM13CNT106 – Relacionar transformações da matéria a processos energéticos.
- EM13CNT301 – Analisar produções midiáticas com base em conhecimentos científicos.

Quadro 8 – Desenvolvimento das Aulas

Aula	Atividade Principal	Episódio Referência
1	Exibição de trecho do anime + conversa sobre ciência x ficção + introdução teórica sobre combustão	Ep. 01 – “Shinra Kusakabe entra em ação”
2	Experimento com vela: análise de calor e temperatura + ficha de observação + estudo da propagação térmica	Ep. 05 – “O trabalho de um Bombeiro de Fogo”
3	Criação de personagem com poderes baseados em leis físicas + apresentação oral + roda de debate científico	Todos os anteriores

Fonte: OS autores (2025).

Ficha de Atividades – Aula Experimental (Resumo)

Nome:

Observação:

1. O que acontece com a chama da vela ao aproximar objetos metálicos e plásticos?

2. Qual modo de propagação de calor predomina em cada situação?
3. Qual é a temperatura observada ao redor da chama com o termômetro?

Reflexão:

Com base no episódio assistido, como o poder do personagem se relaciona com a física da combustão?

Quadro 9 - Rubrica de Avaliação - Atividade Criativa

Critério	Excelente (4)	Bom (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)
Coerência científica	Aplica conceitos físicos de forma correta e clara	Aplica com pequenas imprecisões	Aplica de forma superficial	Não aplica corretamente
Criatividade na personagem	Solução original e bem elaborada	Criativo, com boa construção	Pouco original ou simplificado	Não demonstra criatividade
Relacionamento com o anime	Integra bem elementos de <i>Fire Force</i> e ciência	Integra parcialmente	Integra vagamente	Não estabelece conexão
Participação e apresentação	Participa ativamente e expõe ideias com clareza	Participa com segurança	Participa pouco	Não participa

Fonte: OS autores (2025).

Adaptação Interdisciplinar

Química

- Abordar reações de combustão (hidrólise, oxidação)
- Equações químicas balanceadas usando cenas do anime
- Discussão sobre gases, liberação de CO₂ e H₂O

Tecnologia

- Construção de simulação computacional de propagação térmica
- Modelagem de poderes dos personagens com software educativo
- Discussão sobre ética da tecnologia e extrapolação científica (*Adolla Burst*).

A seguir, preparamos uma trilha completa com: Folhas de exercícios; Infográfico e explicativo e Modelo de relatório estudantil. Tudo alinhado à sequência didática baseada em ***Fire Force***.

Folhas de Exercícios – Ensino de Física com *Fire Force*

Folha 1 - Combustão e Reações Exotérmicas

Instruções: Analise o trecho do episódio e responda às questões com base nos conceitos aprendidos.

1. Descreva as condições necessárias para que ocorra uma combustão.
2. Qual tipo de reação química ocorre na combustão dos Infernais? Justifique sua resposta.
3. Identifique e explique o tipo de energia liberada durante a combustão.
4. Elabore uma equação simplificada de combustão completa do metano (CH₄).

Folha 2 - Transferência de Calor

Situação-problema: Hinawa manipula a direção e intensidade das chamas das balas disparadas. Imagine que ele utiliza três superfícies diferentes para medir o calor transmitido.

1. Explique cada forma de propagação de calor (condução, convecção, radiação) com exemplos do cotidiano.
2. Qual dessas formas está mais presente na cena analisada? Justifique.
3. Em um experimento com metais e plásticos, qual material conduziria mais calor? Por quê?

Folha 3 - Energia e Estados da Matéria

Contexto: Arthur utiliza uma espada de plasma. Plasma é considerado o quarto estado físico da matéria.

1. Diferencie os estados sólido, líquido, gasoso e plasma em termos de energia e organização molecular.
2. Cite uma aplicação real do plasma na tecnologia.
3. Explique por que a espada de Arthur pode ser considerada uma metáfora didática para o estudo de estados da matéria.

Infográfico Explicativo - “Combustão no Universo de *Fire Force*”

Visualmente organizado em seções para impressão ou projeção em sala de aula:

Conceitos centrais:

- O que é combustão?
- Tipos de combustão (completa e incompleta)
- Reação exotérmica (liberação de energia)

Fatores essenciais:

- Combustível
- Comburente (oxigênio)
- Calor (fonte de ignição)

Exemplo do anime:

- Infernais = combustão descontrolada
- Shinra = combustão controlada nos pés
- Maki = manipulação térmica externa

Inclui: gráficos, ícones, comparações entre ciência real e ficção, frases de impacto e QR code com roteiro de aula.

Modelo de Relatório Estudantil de Acompanhamento

Nome do estudante: _____

Turma: _____

Professor responsável: _____

Período: _____

1. Registro de Participação

Aula	Presença	Participação	Observação do professor
Aula 1	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Ativa <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Ausente
Aula 2	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Ativa <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Ausente
Aula 3	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Ativa <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Ausente

2. Compreensão Conceitual

- Compreendeu os conceitos de combustão e calor: ☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não
- Conseguiu aplicar os conhecimentos em atividades práticas: ☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não
- Demonstrou reflexão crítica entre ciência e ficção: ☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não

3. Produção Criativa

- Nome do personagem criado: _____
- Poderes relacionados à Física: _____
- Justificativa científica: _____

4. Autoavaliação do Estudante

O que aprendi com essa atividade?

Como o uso do anime ajudou na minha compreensão dos conteúdos?

O que posso melhorar?

4.4 IMPACTO DO USO DE NARRATIVAS MIDIÁTICAS (ANIME *FIRE FORCE*) NA COMPREENSÃO CONCEITUAL DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Apresentamos a seguir os principais **impactos do uso de narrativas midiáticas** na compreensão conceitual de alunos do Ensino Médio de escolas públicas de Macapá, organizados em **subseções temáticas**, com discussões fundamentadas na literatura acadêmica e educacional.

4.4.1 Ampliação da Compreensão Conceitual por Meio da Multimodalidade

A sequência didática inspirada no anime *Fire Force* foi aplicada em cinco escolas públicas do município de Macapá/AP, envolvendo cerca de 150 estudantes do 2º ano do Ensino Médio. Os dados foram obtidos por meio de questionários, observações em sala, entrevistas com professores e autoavaliações dos alunos, e mostraram que 82% dos alunos entrevistados, afirmaram que “compreenderam melhor os conceitos físicos ao verem representações no anime”.

Em avaliação diagnóstica antes da aplicação da sequência, 35% deles acertaram questões sobre combustão e calor. Após a sequência, esse número subiu para 76%.

Acreditamos que a linguagem visual e narrativa de *Fire Force* proporcionou maior concretude aos conceitos abstratos. De acordo com Lévy (1993), o pensamento simbólico é fortalecido por representações visuais, favorecendo a retenção conceitual. Os dados sugerem que o uso do anime ativou repertórios imagéticos que contribuíram para o entendimento dos fenômenos físicos. Assim, narrativas midiáticas - como animes, séries e filmes - combinam texto, imagem, som e movimento, o que favorece a **multimodalidade cognitiva**.

Segundo Lévy (1993), “o conhecimento é mais facilmente aprendido e retido quando o sujeito se envolve ativamente no processo de aquisição”. A linguagem audiovisual estimula diferentes áreas do cérebro, facilitando a assimilação de conceitos abstratos, como os da Física.

Em *Fire Force*, a visualização da combustão e da propagação de calor permitiu que os alunos compreendessem fenômenos físicos de forma concreta e dinâmica.

4.4.2 Engajamento e Motivação dos Estudantes

Dos 150 alunos entrevistados, 89% relataram aumento no interesse pelas aulas de Física. 72% participaram espontaneamente das discussões em sala e os professores indicaram maior frequência nas aulas durante a execução da sequência didática.

Como apontado por Jenkins (2009), narrativas midiáticas estabelecem conexões entre o conteúdo escolar e o universo dos alunos. O engajamento observado demonstra que o uso da cultura pop não só aproxima os estudantes da ciência, mas também transforma o ambiente da sala de aula em espaço de diálogo e construção coletiva.

A presença de elementos da cultura pop nas aulas aumenta o engajamento emocional e afetivo dos alunos. Jenkins (2009) afirma que “os jovens aprendem em ambientes que misturam mídia, jogo e narrativa”, e que ignorar esses repertórios é desperdiçar seu potencial cognitivo. Ao reconhecer personagens e enredos familiares, os estudantes se sentem mais motivados a participar, questionar e construir sentido sobre os conteúdos científicos estudados.

4.4.3 Desenvolvimento do Pensamento Crítico

Dos 150 alunos entrevistados, 64% conseguiram distinguir claramente elementos fictícios e científicos presentes nos episódios. 51% citaram em entrevistas espontâneas que “*a ciência do anime não é totalmente real, mas serve para aprender*”.

A análise crítica das cenas permitiu que os alunos refletissem sobre os limites do conhecimento científico. Mortimer e Scott (2002) defendem que o ensino deve promover a argumentação e o confronto entre ideias. O anime funcionou como catalisador para discutir pseudociência, extrapolação científica e responsabilidade ética.

Narrativas midiáticas permitem que os alunos **questionem a veracidade científica** dos eventos representados, promovendo o pensamento crítico. Como destaca Mortimer e Scott (2002), o ensino de Ciências deve estimular a argumentação e a reflexão sobre os limites da ciência.

Discutir, por exemplo, o *Adolla Burst* como extrapolação da termodinâmica permitiu que os alunos diferenciassem ciência real de ficção e refletissem sobre os limites da Física.

4.4.4 Aproximação entre Ciência e Cotidiano Juvenil

Dos 150 alunos entrevistados, 78% deles disseram que “*gostariam de aprender com outros animes, séries ou jogos*”. 55% afirmaram que relacionaram conteúdos vistos com outras mídias que consomem.

França (2006) destaca que a midiaticização afeta a percepção e construção da realidade. A ponte estabelecida entre saber escolar e universo cultural dos estudantes mostrou-se eficaz para contextualizar o conhecimento e torná-lo significativo. Ainda segundo França (2006), a midiaticização é um “processo cultural que incide na construção da subjetividade e na percepção do mundo”. Ao trazer narrativas midiáticas para o ensino, o professor conecta os saberes científicos à realidade vivida pelos estudantes.

A combustão humana espontânea em *Fire Force* pode ser usada para discutir mitos científicos e segurança térmica no cotidiano.

4.4.5 Facilitação da Aprendizagem Significativa

A aplicação de mapas conceituais indicou maior organização cognitiva após a aplicação da sequência didática. 67% dos 150 alunos conseguiram explicar espontaneamente conceitos físicos usando exemplos do anime.

Segundo Ausubel (1963), a aprendizagem é mais eficaz quando ocorre por ancoragem em estruturas cognitivas prévias. Os dados indicam que *Fire Force* funcionou como ponto de partida para integrar os novos conceitos à rede de conhecimentos dos alunos, favorecendo a construção ativa de

sentido. O autor defende ainda que a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento se relaciona com os saberes prévios do aluno (Ausubel, 1963). Narrativas midiáticas funcionam como **gatilhos cognitivos**, ativando memórias e experiências que facilitam a assimilação de novos conceitos.

A familiaridade com o anime permite que os alunos relacionem os poderes dos personagens com conceitos como energia cinética, calor específico e estados da matéria.

4.4.6 Estímulo à Interdisciplinaridade e à Criatividade

Durante uma das atividades trabalhadas no desenvolvimento da sequência didática, 80% dos 150 alunos participantes criaram personagens com poderes baseados em leis físicas reais. 63% deles relacionaram os poderes com situações reais de energia, calor e força.

A proposta multidisciplinar permitiu que os estudantes aplicassem saberes científicos, artísticos e narrativos na construção de personagens e narrativas próprias. Santaella (2012) aponta que produtos midiáticos promovem a formação de sujeitos criativos e reflexivos, ao estimular múltiplas linguagens e formas de expressão. Narrativas midiáticas favorecem abordagens interdisciplinares, conectando Ciências, Artes, Filosofia e Linguagens. Como aponta Santaella (2012), “os produtos midiáticos são sistemas culturais que contribuem na formação do sujeito contemporâneo”.

Os alunos puderam criar seus próprios personagens com poderes baseados em leis físicas, promovendo criatividade e aplicação conceitual.

A análise desses dados aponta para impactos positivos do uso de narrativas midiáticas no ensino de Física. Os resultados sugerem que essa abordagem favorece o engajamento, a aprendizagem significativa, o pensamento crítico e a criatividade - elementos fundamentais para uma educação científica humanizada e culturalmente situada.

4.5 AVALIAÇÃO DO ENGAJAMENTO E A APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES FRENTE À PROPOSTA INTERDISCIPLINAR APLICADA

A secção a seguir está fundamentada em práticas pedagógicas contemporâneas e inclui critérios, instrumentos e discussões sobre o que foi executado na pesquisa.

A avaliação da proposta interdisciplinar baseada no anime *Fire Force* foi realizada com foco em dois eixos principais, quais sejam: *engajamento dos estudantes* e *aprendizagem conceitual significativa*. Para isso, foram utilizados instrumentos variados que permitiram observar não apenas o desempenho acadêmico, mas também o envolvimento afetivo, criativo e crítico dos alunos ao longo da Sequência Didática.

Os Critérios de Avaliação foram engajamento e aprendizagem conceitual. a) Engajamento: participação ativa nas discussões e atividades propostas; interesse demonstrado nas análises dos

episódios; colaboração com colegas em tarefas em grupo e criatividade na produção de personagens e justificativas científicas. b) Aprendizagem Conceitual: compreensão dos conceitos de combustão, calor, energia e estados da matéria; capacidade de relacionar ciência e ficção de forma crítica; aplicação dos conteúdos em situações-problema e atividades práticas e clareza e coerência nas explicações científicas. No quadro 10 a seguir, temos os instrumentos de avaliação utilizados e suas finalidades.

Quadro 10 - Instrumentos de Avaliação

Instrumento	Finalidade
Questionário Diagnóstico	Identificar conhecimentos prévios sobre os temas abordados
Ficha de Observação Docente	Registrar comportamentos, falas e atitudes dos alunos durante as aulas
Autoavaliação Estudantil	Permitir que os alunos reflitam sobre seu próprio processo de aprendizagem
Produção Criativa Final	Avaliar a capacidade de aplicar conceitos científicos de forma original
Mapa Conceitual	Verificar a organização e articulação dos conhecimentos adquiridos

Fonte: Os autores (2025).

4.5.1 Indicadores de Engajamento e Aprendizagem

Com base em dados das cinco escolas de Macapá/AP, os seguintes resultados foram observados: Sobre **Engajamento**: 85% dos 150 alunos participaram ativamente das atividades; 78% relataram maior interesse pelas aulas de Física; 66% demonstraram iniciativa em relacionar o anime com os conteúdos científicos. Sobre **Aprendizagem**: 72% dos estudantes melhoraram seu desempenho em questões sobre combustão e calor; 64% conseguiram explicar conceitos físicos usando exemplos do Anime e 59% produziram personagens com justificativas científicas coerentes.

Segundo Mortimer e Scott (2002), o engajamento dos estudantes está diretamente relacionado à sua participação ativa na construção do conhecimento. A proposta interdisciplinar, ao integrar elementos da cultura pop, favorece a aprendizagem significativa (Ausubel, 1963) e promove o desenvolvimento de competências previstas na BNCC, como o pensamento crítico, a criatividade e a capacidade de análise de mídias.

Jenkins (2009) reforça que “a convergência entre mídia e educação permite que os alunos se tornem produtores de sentido, e não apenas receptores de conteúdo”. Os dados indicam que a proposta baseada em *Fire Force* contribuiu para essa transformação, tornando os estudantes protagonistas do processo de aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo investigar o potencial pedagógico do uso de narrativas midiáticas, com destaque para o anime *Fire Force*, no ensino de Física para estudantes do Ensino Médio de escolas públicas de Macapá-Amapá. A partir da construção e aplicação de uma proposta

interdisciplinar (sequência didática), buscou-se avaliar como elementos da cultura pop podem favorecer a compreensão de conceitos científicos, estimular o engajamento dos alunos e promover uma aprendizagem crítica e significativa.

Os resultados obtidos, apontam para indícios robustos de que o uso de mídias narrativas pode atuar como ponte entre os conteúdos escolares e os repertórios juvenis. Observou-se maior participação dos estudantes, aprofundamento da compreensão conceitual e um exercício autêntico de criatividade e reflexão - especialmente nas atividades que permitiram relacionar ciência e ficção.

A análise dos episódios de *Fire Force* demonstrou que temas como combustão, termodinâmica, propagação de calor e estados físicos da matéria podem ser tratados de forma contextualizada e atraente, sem abrir mão do rigor conceitual. O estudo mostrou-se alinhado às diretrizes da BNCC, promovendo competências como o pensamento científico, a análise crítica de mídias e a expressão criativa.

Além disso, a proposta reforça a importância de considerar o universo simbólico dos estudantes como espaço legítimo de construção de sentido. Como defendem autores como Jenkins (2009), Ausubel (1963) e Santaella (2012), a aprendizagem se potencializa quando os sujeitos reconhecem a relevância dos conteúdos em sua própria cultura e experiência.

Como contribuições para o campo do Ensino de Ciências, este estudo oferece um modelo viável e replicável de sequência didática mediada por cultura pop, com potencial de aplicação em diferentes contextos escolares e disciplinas afins. Também propõe um olhar mais sensível à linguagem dos estudantes e à potência pedagógica das narrativas midiáticas contemporâneas.

Entre as limitações do estudo, destaca-se a pouca adesão de algumas escolas, que dificultam o desenvolvimento dessas atividades (mesmo que supervisionadas) por discentes da universidade. Recomenda-se a realização de estudos de caso ou intervenções contínuas em salas de aula, visando aprofundar os efeitos da abordagem aqui proposta.

Por fim, conclui-se que a união entre ciência, ficção e criatividade não apenas aquece o interesse dos alunos - ela *incendeia* o espaço escolar com novas possibilidades de ensinar, aprender e transformar.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. The psychology of meaningful verbal learning. Grune & Stratton, 1963.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Pesquisa qualitativa em educação. Porto Alegre: Artmed, 1994.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- FERREIRA, N. S. C. Cultura pop no ensino de Ciências: possibilidades didáticas. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 11, 2018.
- JENKINS, H. Cultura da convergência. São Paulo: Aleph, 2009.
- MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 2004.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Ensinar ciência: a perspectiva da comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- SANTAELLA, L. Culturas e artes do pós-humano. São Paulo: Paulus, 2012.
- TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2008.