



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 60

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

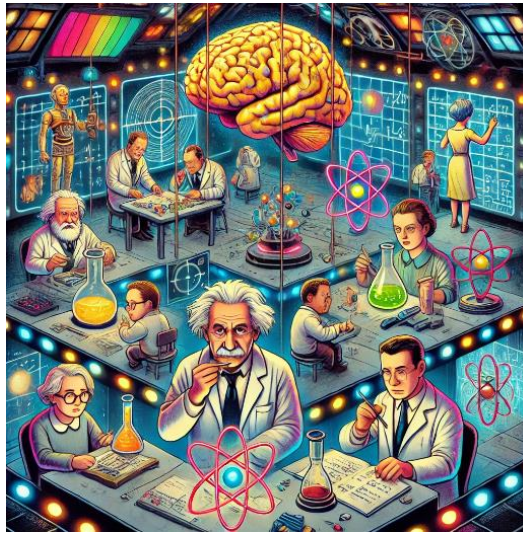
TUTORIAL DE CONFECÇÃO DE VIDEOCAST PARA  
ENSINO DA INTERAÇÃO NUCLEAR FRACA  
UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

**AUTORES:** Jorge Lucio Rodrigues das Dores; Jader Cristiano Magalhães de Albuquerque

Salvador  
2025

Jorge Lucio Rodrigues das Dores

## APRESENTAÇÃO



Caros professores,

É com grande entusiasmo que apresento a proposta “Tutorial de confecção de Videocasts para ensino da Interação Nuclear Fraca utilizando Inteligência Artificial.

Este material foi desenvolvido pensando em vocês, que diariamente enfrentam o desafio de tornar temas complexos, como o Modelo Padrão de Partículas, acessíveis e relevantes para seus alunos.

Este produto educacional foi desenvolvido no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 60 – UNEB / BA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O produto é composto de um tutorial para confecção de videocasts se o professor preferir criar seu material baseado em seus arquivos e um repositório de arquivos, caso o professor deseje utilizar o material disponibilizado.

O objetivo é produzir um tutorial para professores utilizando Inteligência Artificial juntamente com a Aprendizagem Baseada em Equipe (ABE). Esta integração de ferramentas como o ChatGPT, NOTEBOOKLM para produção de vídeos curtos são elementos centrais desta proposta, que busca engajar os estudantes e desenvolver competências cognitivas e socioemocionais essenciais para o século XXI.

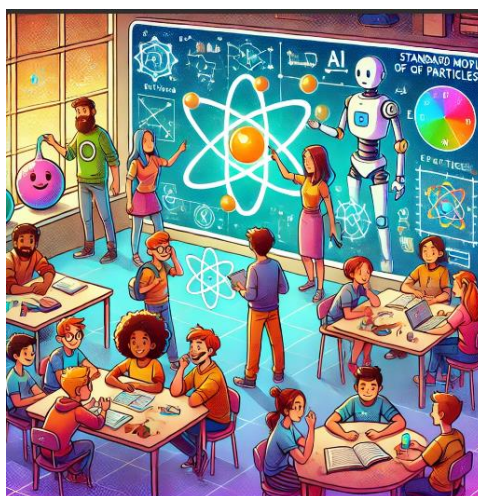
Vocês são os protagonistas dessa jornada. Seu papel como mediadores é fundamental para o sucesso desta iniciativa. Acolham as possibilidades que este material oferece, adaptando-o às especificidades de suas turmas e à realidade de suas escolas.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	6
1.1. A IMPORTÂNCIA DA ABE NO ENSINO DE FÍSICA .....	7
1.2. A UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA AUXILIAR..	7
1.3. POR QUE INTEGRAR ABE E IA NO ENSINO DE FÍSICA? .....	7
2. TUTORIAIS CHATGPT, NOTEBOOKLM E SPOTIFY CREATOR .....	9
2.1 CHATGPT .....	9
2.1.1. Como criar a conta no chatgpt.....	9
2.2 NOTEBOOKLM® .....	11
2.2.1 Como criar uma conta no Notebooklm .....	11
2.3 CRIANDO UMA CONTA NO SPOTIFY CREATOR (SPOTIFY FOR PODCASTERS) .....	12
2.3.1 Como criar uma conta no Spotify for Podcasters .....	12
3. CONFECÇÃO DE VÍDEOS E PODCASTS .....	13
3.1. PREPARAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO .....	13
4. CRIAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO .....	18
4.1 CRIAÇÃO DE VÍDEOS E ÁUDIOS NO NOTEBOOKLM .....	18
4.2 CRIAÇÃO E POSTAGEM DO CONTEÚDO .....	22
5. EXEMPLO DE APLICAÇÃO.....	30
5.1 PARTE 1: INTRODUÇÃO AO PROJETO "EM BUSCA DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES" .....	30
5.2 PARTE 2: APLICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS ACERCA DA INTERAÇÃO FRACA E DECAIMENTO .....	34
5.3 Parte 3: Apresentação dos resultados e discussão.....	36
REFERÊNCIAS.....	38

## 1. INTRODUÇÃO



O tutorial de confecção de videocast para Ensino da Interação Nuclear Fraca utilizando Inteligência Artificial é uma proposta didática que utiliza métodos inovadores para tornar o aprendizado mais alinhado às necessidades do século XXI.

Para Moran (2015), se desejamos formar estudantes proativos, precisamos adotar metodologias em que estes se envolvam em atividades cada vez mais complexas, onde tenham que tomar decisões e avaliar os resultados com apoio de materiais relevantes.

A pesquisa se ampara no tripé Ensino-Tecnologia-Comunicação: a fina relação entre esses três campos de estudo vem sendo desenvolvida na literatura desde que os artefatos tecnológicos começaram a figurar em dispositivos curriculares nacionais como potenciais recursos pedagógicos.

O diferencial desta proposta está na confecção de vídeos (videocasts) a partir de uma base de dados confiáveis (artigos científicos, livros paradidáticos, notas de aulas e capítulos de livros didáticos) e Inteligência Artificial como ferramenta auxiliar na produção, outro diferencial é a postagem em plataforma gratuita para atingir um público mais amplo.

Considerando que a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) incorpora as metodologias ativas no processo de aprendizagem, este trabalho se propõe a aprofundar a exploração dos recursos audiovisuais no ensino, especificamente buscando novas possibilidades de aplicação desse recurso no ensino de Física.

### **1.1. A IMPORTÂNCIA DA ABE NO ENSINO DE FÍSICA**

O trabalho em pequenos grupos na sala de aula, ao incentivar a argumentação e o contato com percepções diversas, pode potencializar a compreensão dos conteúdos. O Aprendizado Baseado em Equipes (ABE), conforme proposto por (Michaelsen, 2004), concentra-se em aprimorar a aprendizagem de conteúdos e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo por meio de uma estrutura específica. Essa abordagem envolve várias etapas: os alunos realizam uma preparação individual e em equipe (estudo prévio extraclasse); resolvem questões conceituais em sala de aula; e, por fim, realizam tarefas de aplicação dos conceitos através da resolução de problemas em equipe.

A Aprendizagem Baseada em Equipe é uma metodologia ativa que coloca os estudantes no centro do processo educacional. Por meio de atividades colaborativas e interativas, a ABE promove o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipe. Essa abordagem é particularmente eficaz no ensino de conceitos abstratos, como os da Física Moderna e Contemporânea, pois permite aos alunos aprender conceitos de forma conjunta, a partir de discussões e retorno imediato.

### **1.2. A UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA AUXILIAR**

Com a crescente inserção das tecnologias digitais no ambiente escolar, a Inteligência Artificial desponta como um recurso poderoso para apoiar professores e alunos. Ferramentas como o ChatGPT® possibilitam acesso a explicações dinâmicas, simulações e resolução de dúvidas em tempo real. No contexto desta sequência didática, a IA é utilizada como suporte tanto na mediação dos conteúdos quanto na personalização do aprendizado, permitindo que cada estudante explore os conceitos de maneira adaptada às suas necessidades.

### **1.3. POR QUE INTEGRAR ABE E IA NO ENSINO DE FÍSICA?**

A combinação dessas duas abordagens oferece uma experiência rica e multidimensional. Enquanto a ABE foca no engajamento social e na construção coletiva do conhecimento, a IA amplia as possibilidades de exploração autônoma e oferece recursos inovadores que tornam os conceitos científicos mais acessíveis. Esta integração

não apenas facilita a compreensão de temas complexos, mas também prepara os estudantes para os desafios tecnológicos e científicos do futuro.

Convido os professores a explorarem este tutorial, que alia teoria e prática de forma criativa e transformadora, reafirmando o compromisso com um ensino que seja, ao mesmo tempo, rigoroso e inspirador.

## 2. TUTORIAIS CHATGPT, NOTEBOOKLM E SPOTIFY CREATOR

Este guia foi elaborado para professores da Educação Básica, com foco em aplicações práticas nas áreas de Física Moderna, Modelo Padrão de Partículas elementares e Interações Nucleares. O documento apresenta três tutoriais detalhados, desde a criação de conta até o uso pedagógico.

### 2.1 CHATGPT

Objetivo: Ensinar professores a criar uma conta, usar e aplicar o Chatgpt® como ferramenta de apoio pedagógico na elaboração de planos de aula, roteiros de vídeo, podcasts e sequências didáticas.

#### 2.1.1. Como criar a conta no chatgpt®

- Acesse <https://auth.openai.com/log-in-or-create-account>
- Clique em uma das opções que aparecem na figura 1;
- Se escolher a opção de endereço de e-mail, confirme o e-mail e acesse o painel principal.

**Preencha seus dados:** será solicitado que você forneça informações básicas, como nome completo, data de nascimento, e-mail e senha. Certifique-se de usar um e-mail válido, pois você receberá um link de confirmação.

**Confirmação de e-mail:** verifique sua caixa de entrada (e a pasta de spam, só por precaução) para o e-mail de confirmação. Clique no link fornecido para ativar a sua conta.

Após todas as confirmações, deverá aparecer uma tela semelhante à figura 2.

Figura 1- página de cadastro e login do ChatGPT

## Entrar ou cadastrar

Você vai poder aproveitar respostas inteligentes e, além disso, carregar imagens, arquivos e muito mais.

 Continuar com o Google

 Continuar com a Apple

 Continuar com a Microsoft

 Continuar com o telefone

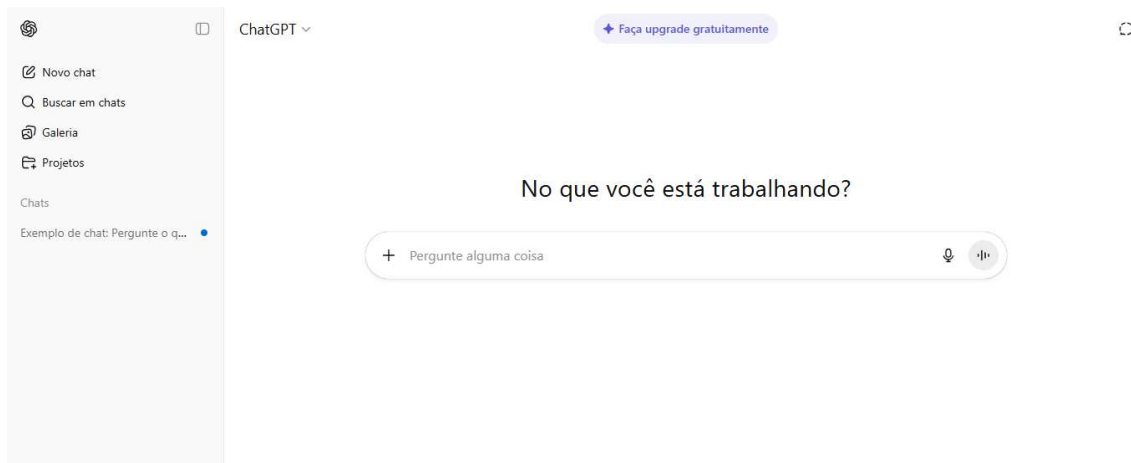
OU

Endereço de e-mail

**Continuar**

Fonte: Openai (2025).

Figura 2 - Tela inicial do ChatGPT



Fonte: Chatgpt (2025).

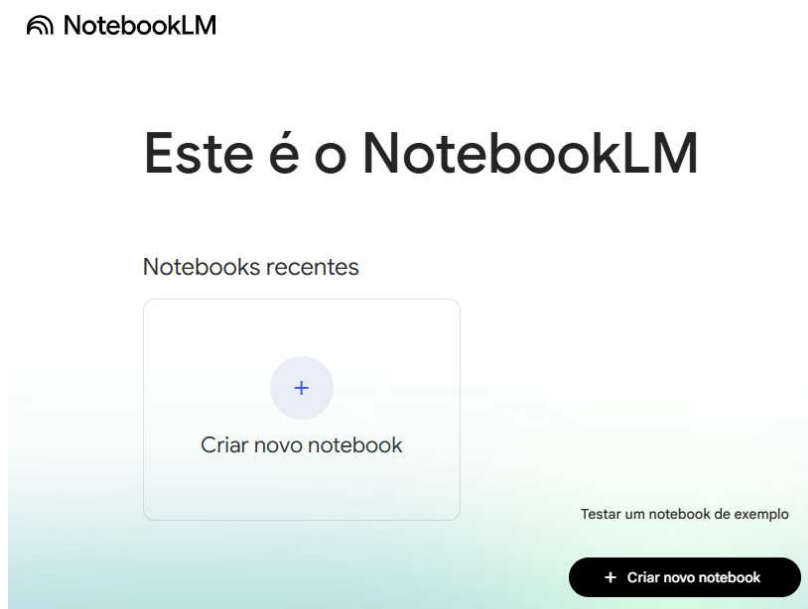
## 2.2 NOTEBOOKLM

O Notebooklm é uma ferramenta de inteligência artificial desenvolvida pelo Google, seu principal objetivo é transformar textos, artigos, apostilas e documentos em uma base de conhecimento interativa, permitindo ao usuário uma interação com seus próprios materiais, sempre com base nas fontes que foram adicionadas. Diferente de um assistente genérico, o Notebooklm® trabalha de forma contextualizada, garantindo respostas precisas e coerentes com o conteúdo original fornecido pelo usuário. No campo educacional, essa tecnologia se destaca por apoiar professores e estudantes na organização do conhecimento, na criação de roteiros, resumos e planos de aula, além de possibilitar o desenvolvimento de podcasts e vídeos educativos.

### 2.2.1 Como criar uma conta no Notebooklm®

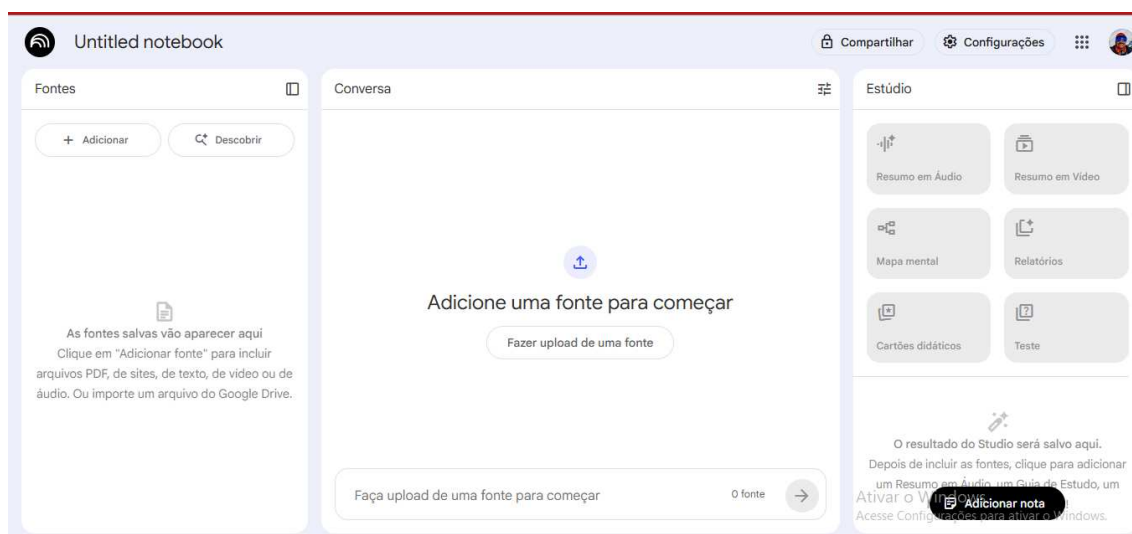
1. Acesse <https://notebooklm.google>
2. Faça login com sua conta Google.
3. Clique em “Criar um novo notebook”.

Figura 3- Página de cadastro do NotebookLM



Fonte: Notebooklm (2025).

Figura 4 - Página inicial Notebooklm



Fonte: Notebooklm (2025).

## 2.3 CRIANDO UMA CONTA NO SPOTIFY CREATOR® (SPOTIFY FOR PODCASTERS)

O Spotify for Podcasters, também conhecido como Spotify Creator, é a plataforma oficial para criação, hospedagem e publicação de podcasts no Spotify. A seguir, um passo a passo simples e didático para que professores e estudantes possam criar suas contas e começar a produzir conteúdos de cunho científico baseado em fontes confiáveis (livros em pdf, artigos científicos, vídeos institucionais, dissertações e teses).

### 2.3.1 Como criar uma conta no Spotify for Podcasters

Entre no endereço <https://podcasters.spotify.com> e clique no botão “Começar” ou “Entrar” (no canto superior direito da tela).

Faça login ou crie sua conta:

Você pode entrar de três maneiras:

- Com sua conta do Spotify (caso já tenha uma);
- Com o Google;
- Ou com um e-mail novo, clicando em “Inscrever-se”.

**Dica:** se você já usa o Spotify® como ouvinte, use a mesma conta, pois isso facilita a integração.

### 3. CONFECÇÃO DE VÍDEOS E PODCASTS

Neste tutorial, voltado para professores da Educação Básica que lecionam Física na 3ª série do Ensino Médio, você aprenderá a criar roteiros, vídeos e podcasts educativos sobre o tema Interação Nuclear Fraca, utilizando a plataforma Notebooklm.

O Notebooklm é uma ferramenta desenvolvida pelo Google que permite, gerar vídeos-aula, resumos, testes interativos, mapas conceituais e podcasts a partir de textos, artigos e materiais didáticos.

#### 3.1. PREPARAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

Antes de iniciar no Notebooklm:

1. Reúna textos base: livro didático e paradidático, artigos, vídeos, dissertações ou textos de divulgação científica. No quadro 1 seguem alguns exemplos utilizados neste produto educacional:

Quadro 1- Síntese das obras para gerar os vídeos e podcasts.

Título do Livro	Autor(es)	Resumo (ênfase no MPPE e Interações Nucleares)
<b>Alice no País do Quantum</b>	Robert Gilmore	Obra alegórica que apresenta conceitos da mecânica quântica por meio da jornada de Alice em um mundo subatômico. Introduz a ideia de elétrons, spins, princípios de incerteza e exclusão de Pauli, servindo como uma metáfora para o comportamento das partículas no Modelo Padrão. Destaca como a teoria quântica explica as interações fundamentais, inclusive as nucleares.
<b>Explorando o Universo Invisível</b>	Regivan Silva Ramalho e Farinaldo da Silva Queiroz	Ebook introdutório da UFRN que guia o leitor pelas bases da física de partículas e astropartículas. Explica o Modelo Padrão como o arcabouço teórico que descreve férmions, bósons e as forças fundamentais, incluindo a interação nuclear fraca, responsável por processos como o decaimento beta e reações de fusão no Sol.
<b>Física de Partículas – Um Ebook para Curiosos</b>	Gabriel Henrick B. F. Costa e Letícia Guedes	Apresenta uma introdução simples e didática sobre a física moderna. Explica o papel do Modelo Padrão na organização das partículas fundamentais em quarks, léptons e bósons mediadores (fóton, glúon, $W^+$ , $W^-$ , $Z^0$ ). Mostra como as interações nucleares forte e fraca mantêm a coesão do núcleo e promovem transformações atômicas.
<b>Introdução à Física de Astropartículas</b>	Francisco Emanuel de Souza e Farinaldo Queiroz	Relaciona a física de partículas ao contexto cosmológico. Explica como o Modelo Padrão descreve a formação das primeiras partículas após o Big Bang e como as interações nucleares explicam a nucleossíntese primordial e o equilíbrio energético das estrelas.
<b>Física de Partículas –</b>	João Heitor e	Apresenta o Modelo Padrão como uma “tabela periódica da

Título do Livro	Autor(es)	Resumo (ênfase no MPPE e Interações Nucleares)
<b>Uma Breve Introdução ao Universo em suas menores escalas</b>	Letícia Guedes	Física”, explicando férmions (matéria) e bósons (mediadores). Detalha como os quarks formam prótons e nêutrons, e como os bósons W e Z explicam a força fraca e o decaimento beta, essenciais nas reações nucleares e astrofísicas.
<b>Física de Partículas e Astropartículas – Das Altas Energias até o Big Bang</b>	Mickael Vichor Santos de Farias e Ricardo C. S. Rêgo	Discute as bases teóricas da física de partículas, a Lagrangiana do Modelo Padrão e suas aplicações. Apresenta as interações fundamentais (forte, fraca, eletromagnética e gravitacional) e a busca por teorias além do Modelo Padrão. Explica a ligação entre partículas e energia.
<b>Introdução à Física de Partículas e um Prelúdio à Matéria Escura</b>	Yasmim Andrade Diniz e Letícia Guedes	Livro voltado a estudantes de graduação e ensino médio. Explica o Modelo Padrão, a simetria de gauge e a importância das interações nucleares para compreender fenômenos cosmológicos. Relaciona a física de partículas à matéria escura, indicando lacunas do modelo atual.
<b>Introdução à Física de Partículas para Alunos de Licenciatura</b>	Lídia Gabrielly Dutra de Meneses Santos e Farinaldo da Silva Queiroz	Material introdutório para licenciandos. Explica a construção matemática da Lagrangiana do Modelo Padrão, os conceitos de férmions e bósons, e a importância das interações nucleares na coesão da matéria. Apresenta uma abordagem pedagógica sobre a física subatômica.
<b>Partículas para Todos</b>	Alberto Reis	Livro de divulgação científica sobre o mundo microscópico. Apresenta de forma narrativa a evolução da física quântica e das partículas até o Modelo Padrão, incluindo quarks, léptons e bósons. Explica o papel das forças nucleares na estrutura da matéria e a importância dos experimentos de alta energia.

Fonte: Próprio autor (2025).

;

## Quadro 2 - Resumo da Série: O Discreto Charme das Partículas Elementares

Título	Resumo do Episódio
<b>Parte 1</b>	Introdução ao LHC (Grande Colisor de Hádrons) e à Teoria do Big Bang, a origem do tempo e do espaço. Apresenta a história do conceito de átomo, de Demócrito a Dalton, e a descoberta do elétron por Joseph Thompson. Define partículas elementares (indivisíveis, compostas por um único elemento). Apresenta o Modelo Padrão (classificando partículas em quarks, léptons e bósons mediadores). Foca na Primeira Família (Quark Up, Quark Down, Elétron) e como os quarks formam prótons e nêutrons. Introduce o Glúon (mediador da força forte) e o Fóton (mediador da força eletromagnética).
<b>Parte 2</b>	Detalha a função do Fóton como um <i>quantum</i> de luz e mediador da força eletromagnética, essencial para a visão. Explica a estrutura do Átomo de Hidrogênio e átomos mais complexos, abordando a competição entre a força eletromagnética (repulsão) e a força nuclear forte (atração, mediada por glúons). Completa a classificação dos Léptons (seis tipos em três famílias, insensíveis à força forte) e dos Quarks (seis tipos em três famílias), incluindo o quark Top, o mais massivo. Menciona o Princípio da Incerteza, que rege o mundo subatômico e impossibilita saber a posição e velocidade de uma partícula com precisão absoluta.
<b>Parte 3</b>	Revisa os quarks e léptons, confirmando que prótons e nêutrons são formados por quarks, mas não são elementares. Detalha os Bósons Mediadores que promovem a interação entre as partículas, como o Glúon e o Fóton. Discute a assimetria matéria/antimatéria e a supressão da antimatéria no início do universo. Cita o brasileiro César Lattes pela descoberta do méson pi (formado por quark e antiquark). Lista as quatro forças fundamentais (Forte, Fraca, Eletromagnética e Gravitacional) e os mediadores da força fraca ( $W^-$ , $W^+$ , $Z^0$ bosons). Apresenta o Bóson de Higgs, que é proposto para dar massa a todas as outras

	partículas. Aborda o Modelo Atômico de Bohr e o papel do fóton na emissão de energia (espectro de emissão), que permite identificar elementos químicos em estrelas (como Hélio e Hidrogênio no Sol).
<b>Parte 4</b>	Entrevista com os Professores Ela e Caruso. Define um acelerador de partículas como um aparelho científico que acelera partículas carregadas eletricamente (como um tubo de TV antigo) para produzir as que existiam no início do universo. Explica que LHC significa <i>Large Hadron Collider</i> (Grande Colisor de Hádrons) e que um Hádron é uma partícula mantida por interações fortes. Informa que o LHC está localizado no CERN (Suíça/França), no subsolo, para blindagem de radiação e por causa de seus 27 km de circunferência. Descreve o funcionamento: feixes de partículas em sentidos opostos colidem, gerando energia que se transforma em novas partículas detectadas por sofisticados instrumentos eletrônicos. Aborda o risco dos mini buracos negros: eles podem se formar, mas duram apenas $\sim 10^{-43}$ segundos (escala de Planck) e não têm densidade suficiente para devorar a Terra.
<b>Parte 5</b>	Retoma a Teoria do Big Bang como o melhor modelo para explicar a evolução do universo a partir de um ponto ínfimo e quente. Descreve o estado inicial como uma "sopa cósmica quente" e o subsequente período de inflação (expansão mais rápida que a luz). Explica a origem da misteriosa assimetria entre matéria e antimatéria, onde o universo privilegiou a matéria durante a inflação, permitindo nossa existência. Estima a idade do universo em cerca de 13,7 bilhões de anos. Conclui destacando o grande impacto da pesquisa científica na sociedade, citando tecnologias como a internet (WWW), satélites, laser, GPS, tomas (ressonância magnética) e a base de estudos para celulares e iPods.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Abaixo está o quadro que resume o título, o autor (baseado na autoria das figuras históricas ou no tema central) e o resumo de cada episódio, conforme os excertos fornecidos.

Quadro 3- Resumo dos Episódios da Série: A Busca pelo Constituinte Fundamental

<b>Título do Episódio</b>	<b>Resumo do Conteúdo</b>
<b>A busca pelo Constituinte Fundamental (T1E1)</b>	Aborda a pergunta primordial ("Do que somos feitos?") e a origem da filosofia pré-socrática (quatro elementos). Detalha a evolução histórica do modelo atômico: Atomismo de Leucipo e Demócrito, Dalton (bola de bilhar), Thompson (descoberta do Elétron, pudim de passas), Rutherford (modelo planetário) e a correção de Bor (níveis quantizados para estabilidade). Questiona a estabilidade do núcleo, introduzindo a ideia de que prótons e nêutrons são compostos por quarks e glúons.
<b>Quem disse que o átomo é elementar? (T1E2)</b>	Concentra-se na perda do status de "elementar" do átomo. Revisa a descoberta do elétron por Thomson (raios catódicos) e o modelo pudim de passas. Descreve o experimento de Rutherford com a folha de ouro, que levou à descoberta do núcleo atômico e ao modelo planetário. Explica o problema de instabilidade do modelo planetário resolvido por Bor com a postulação de níveis de energia quantizados. Finaliza com a observação do Nêutron por Chadwick em 1932, completando o modelo atômico da primeira metade do século XX, e antecipa que o átomo se revelaria ainda menos fundamental.
<b>Um Zoológico... de partículas elementares (T1E3)</b>	Contrapõe a física tradicional (Newton) com a Mecânica Quântica (partículas) e a Relatividade (altas velocidades). Detalha a ascensão da pesquisa em Aceleradores de Partículas (colisões de alta energia) e Raios Cósmicos. Menciona Hess (1912) e a descoberta de que a radiação vinha do espaço (raios cósmicos). Explica que os raios cósmicos produzem chuvas de partículas de altíssima energia. A pesquisa resultou na descoberta de centenas de partículas elementares e suas antipartículas no início dos anos 60, levando a uma crise na classificação, pois a ideia de muitos blocos fundamentais era contrária à expectativa de poucos constituintes básicos da matéria.

<p><b>Que as 4 forças fundamentais estejam com você! (T1E4)</b></p>	<p>Apresenta as Quatro Forças Fundamentais da natureza: Gravidade (extremamente fraca no microscópio, domina no macroscópico); Eletromagnetismo (responsável por eletricidade, magnetismo e luz, atua por causa da carga elétrica); Força Forte (supera a repulsão eletrostática e mantém prótons e nêutrons unidos no núcleo, atuando apenas em distâncias muito curtas, cerca de <math>\sim 10^{-15}</math> m); e Força Fraca (necessária para explicar fenômenos como o decaimento do nêutron, agindo em distâncias ainda menores, cerca de <math>\sim 10^{-18}</math> m). Compara a intensidade das forças e conclui que as interações de força são mediadas pela troca de partículas.</p>
<p><b>Partículas Elementares. Onde vivem? Quem são? (T1E5)</b></p>	<p>Classifica as partículas elementares do Modelo Padrão. Divide em Férmions (não podem compartilhar o mesmo estado quântico, obedecem o Princípio de Exclusão de Pauli) e Bósons (transmissores de interações, podem compartilhar o mesmo estado). Férmions incluem os Quarks (seis tipos, interagem fortemente, não existem livres, formam Hádrons e Mésons) e Léptons (seis tipos, não interagem fortemente, ex: elétron e neutrinos). Bósons mediam as forças: Fótons (eletromagnetismo), Glúons (interação forte) e Bósons W e Z (interação fraca). Introduz o Bóson de Higgs (partícula de Deus), responsável por fornecer massa.</p>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025).

O quadro 4 traz que alicerçaram este produto, elas representam o que há de mais atual no ensino do Modelo Padrão de Partículas Elementares (MPPE) e Física Moderna e Contemporânea, com diferentes propostas metodológicas e referenciais teóricos.

Quadro 4 - Dissertações utilizadas na produção dos vídeos

TÍTULO	AUTOR	RESUMO
<p>Vídeos Autorais Potencialmente Significativos Para Introdução Da Interação Nuclear Fraca: Uma Proposta de Sequência Didática a partir do Decaimento Beta</p>	<p>Nilson Silva de Andrade</p>	<p>Propõe uma sequência didática baseada na aprendizagem significativa de Ausubel, para abordar o decaimento beta e a interação nuclear fraca no ensino médio. Desenvolve vídeos educacionais com técnica whiteboard e avalia sua eficácia no aprendizado conceitual em física de partículas.</p>
<p>Utilização do Jogo "O Caçador de Partículas" Como Ferramenta Auxiliar no Ensino de Física de Partículas</p>	<p>Wanderson Rocha de Carvalho</p>	<p>O jogo, dividido em duas fases e baseado em aprendizagem significativa, visa introduzir conceitos como o Modelo Padrão, raios cósmicos e formação da matéria de forma lúdica e interativa. Aplicado a uma turma de 3º ano do ensino médio, demonstrou aumento no engajamento e melhora na compreensão dos alunos sobre tópicos de Física Moderna e Contemporânea.</p>
<p>A Abordagem de Tópicos de Física Moderna e Contemporânea na Primeira Série do Ensino Médio, mediada pelo uso de recursos de</p>	<p>Emerson Ferreira Fernandes</p>	<p>Investiga o uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs) e recursos de hiperfídia para introduzir a Relatividade</p>

hipermídias		Especial na 1ª série do ensino médio. Inclui o desenvolvimento do aplicativo Física Espaço e Tempo e uma sequência didática que torna as aulas mais atrativas e participativas.
Física De Partículas no Ensino Médio: Uma Proposta Experimental sobre Partículas Elementares e Radiação Cósmica	Francisco Flavio Ribeiro Viana	Apresenta uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) baseada na construção e uso de uma câmara de nuvens de baixo custo para observação de traços de radiação cósmica. Fundamentada em Paulo Freire e Ausubel, enfatiza a autonomia e a aprendizagem significativa.
Da Descoberta Do Núcleo Ao Bóson de Higgs: Uma Introdução Ao Modelo Padrão de Partículas Elementares com Atividades Virtuais	Ricardo Beal	Criação de uma sequência didática gamificada sobre o Modelo Padrão, com uso de simulações do PhET e uma visita virtual ao detector CMS do LHC. O estudo adota metodologias interativas de gamificação e aprendizagem significativa, com resultados positivos de engajamento.
O Modelo Padrão no Ensino Médio: Um Tratamento Elementar	Roberto Rodrigues Gomes	Propõe uma sequência didática voltada ao ensino do Modelo Padrão da Física de Partículas no ensino médio. O material divide-se em dois blocos: o primeiro revisa os modelos atômicos e o método científico, e o segundo aborda partículas elementares, forças fundamentais e aplicações tecnológicas da Física Moderna. É Baseado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.
Proposta de inserção de conceitos de Física Moderna mediada pelo ensino de Astronomia	Wanderson Rocha de Carvalho	Desenvolve um jogo educacional digital voltado ao ensino de astrofísica de partículas. O jogo, aliado a uma sequência didática, facilita o aprendizado lúdico de conceitos como quarks, léptons e modelo padrão. Testado com alunos do ensino médio, apresentou melhora na motivação e compreensão dos conteúdos.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025).

## 4. CRIAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO

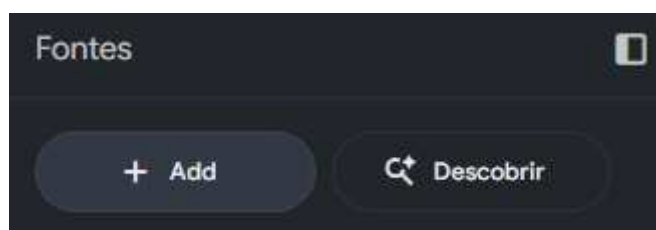
O professor pode optar por elaborar seu próprio material a partir das orientações apresentadas neste tutorial ou, alternativamente, utilizar o repositório disponibilizado pelo autor como ponto de partida para a implementação da proposta. Independentemente do caminho escolhido, espera-se que a utilização do material contribua para potencializar os processos de ensino e aprendizagem. Ressalta-se, entretanto, a importância de que o professor realize as adaptações que julgar necessárias, de modo que o material reflita sua identidade pedagógica e esteja alinhado às características, necessidades e especificidades das turmas com as quais trabalha. Dessa forma, o recurso didático deixa de ser um modelo rígido e passa a constituir-se como um instrumento flexível, passível de ajustes conforme o contexto educacional em que é aplicado.

### 4.1 CRIAÇÃO DE VÍDEOS E ÁUDIOS NO NOTEBOOKLM

#### **Passo 1: Entre no notebooklm (<https://notebooklm.google.com>)**

Clique na parte superior esquerda em +add conforme a figura 5ª para adicionar arquivos do computador ou clique em “Descobrir” para buscar arquivos na internet ou no seu google drive. Caso opte pela internet ou drive, é preciso digitar o tema do conteúdo para que a IA faça uma busca.

Figura 5 - adicionar fonte



Fonte: Notebooklm (2025).

Adicione os arquivos sempre prestando atenção às extensões suportáveis pelo programa

Figura 5B - adicionar fonte



Fonte: Notebooklm (2025).

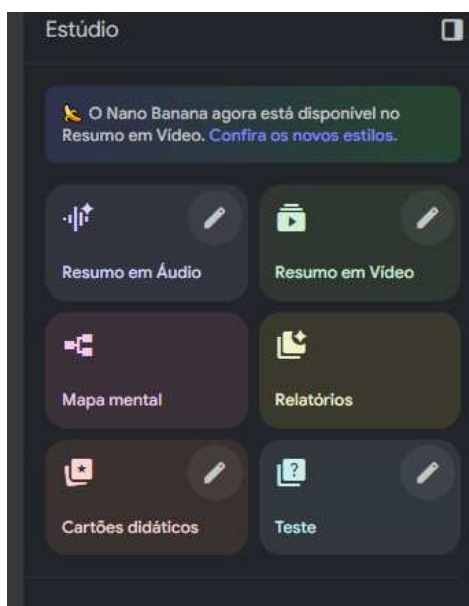
Na figura 5B você terá três possibilidades:

- I. A primeira é fazer o upload de arquivos previamente analisados e do banco de dados deste produto;
- II. A segunda é escolher arquivos próprios;
- III. A terceira é clicar em “descobrir fontes” e a IA fará buscas de arquivos sobre o tema que você escolher na web, caso seja esta sua escolha, basta clicar em “enviar” para a IA selecionar arquivos, veja quais são do seu interesse e clique em “importar”, os arquivos serão alocados na página principal na aba “Fontes” na parte esquerda da tela.

**Passo 2: Escolha na parte direita da tela na parte “Estúdio” o tipo de material que deseja criar, eles estão distribuídos em:**

- a) Resumo em áudio: Gere um podcast com IA baseado nas suas fontes;
- b) Resumo em vídeo: Gere um vídeo explicativo, apresentado por IA;
- c) Mapa mental: Gere um mapa mental com IA baseado nas suas fontes;
- d) Relatórios: Gere relatórios baseados nas suas fontes;
- e) Cartões didáticos: Gere cartões didáticos com IA baseados nas suas fontes;
- f) Teste: Crie um teste interativo com IA baseado nas suas fontes.

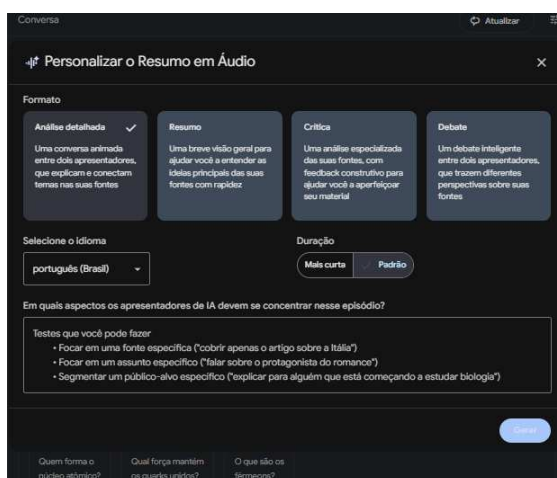
Figura 6 - Aba do estúdio



Fonte: Notebooklm (2025).

Ao clicar no ícone da caneta de cada modelo aparecerá uma aba de personalização, cada quadro possui especificidades e dicas para elaboração do conteúdo, vale frisar que as abas só ficam disponíveis se você selecionar pelo menos um arquivo. A escolha deve se basear no tipo de aula, tempo disponível para execução, perfil da sala e método de aplicação. O ideal é fazer testes com todos os modelos e escolher o que mais se aproxima do esperado.

Figura 6 - Aba de personalização de resumo em áudio



Fonte: Notebooklm (2025).

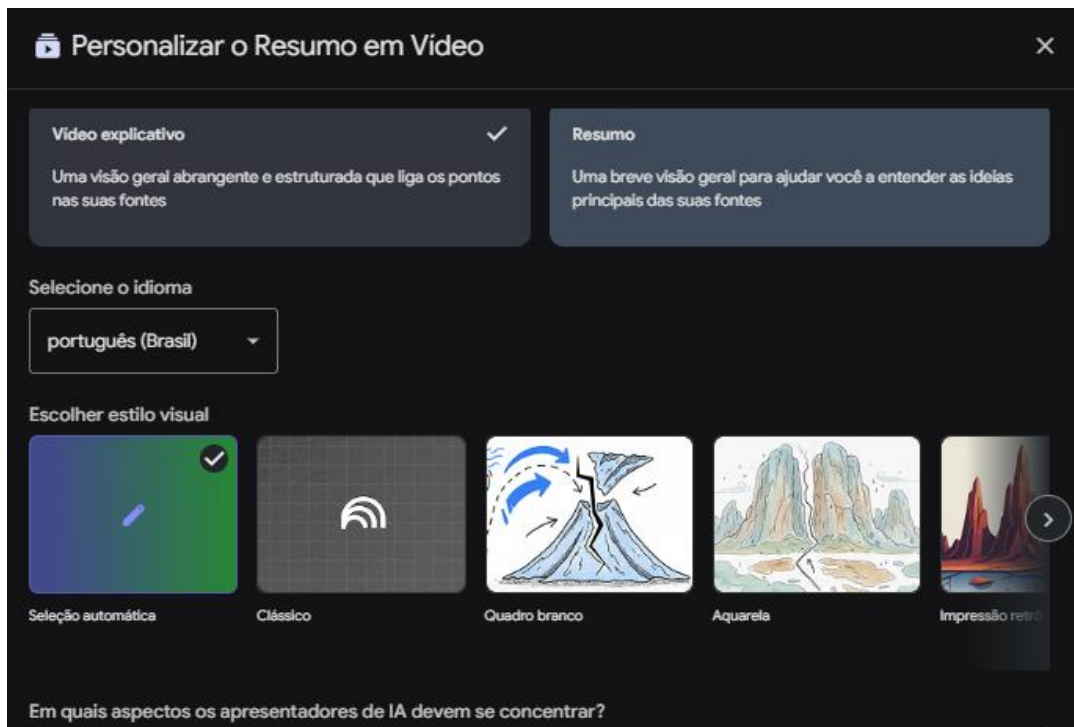
Para elaboração de podcast o ideal é colocar no formato Análise detalhada, se o objetivo é elaborar um material simples para estudo o ideal é resumo, caso haja confronto de ideias, vale a pena escolher debate.

A escolha da duração depende do tipo de atividade, na duração padrão o tempo passa dos 20 minutos e pode chegar aos 30 minutos facilmente, se o material for algo como uma explicação de um tópico ou artigo, o tempo não deve ultrapassar 10 minutos e o ideal é escolher “duração mais curta”.

Se o objetivo é gerar vídeo-aulas a partir do material, então a escolha deve ser pelo modelo “Personalizar o Resumo em Vídeo”, nele há a possibilidade de escolha do tipo de vídeo: explicativo ou resumo, além do estilo visual e idioma. Pode-se também acrescentar e personificar através de comandos na caixa de mensagem.

Após a escolha é só clicar em “gerar” e esperar alguns minutos. É comum demorar até 5 minutos, mas se você desconfiar de que está acima do esperado, pode selecionar a caixa de endereço e acionar a tecla “ENTER” do teclado que a IA finaliza o processo e gera o documento.

Figura 7- Aba de resumo de vídeo

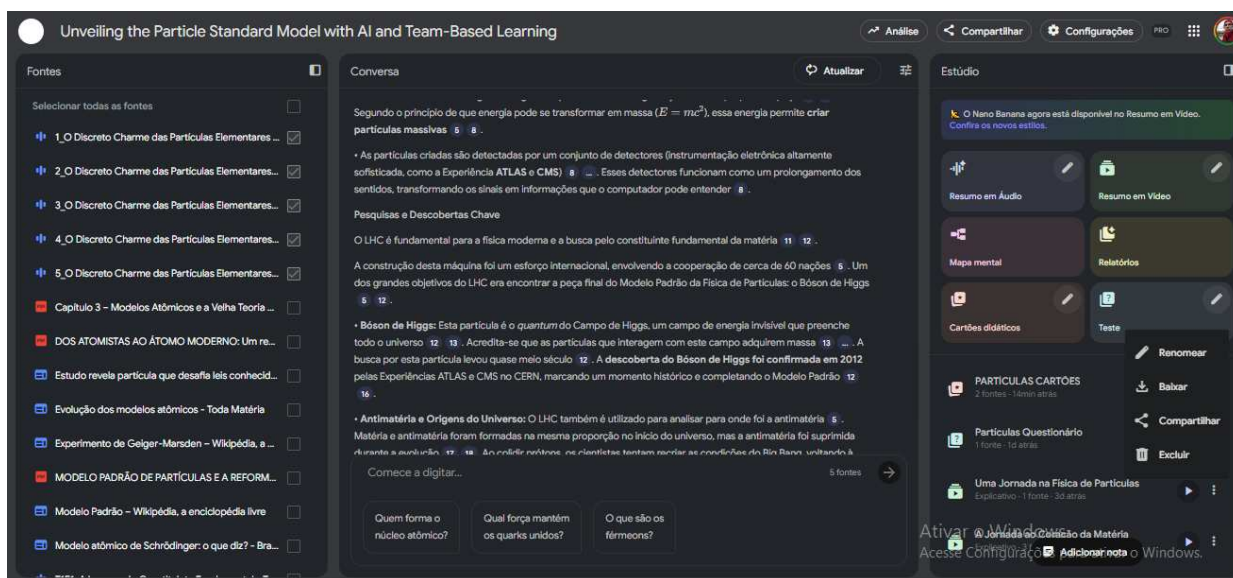


Fonte: Notebooklm (2025).

Após a finalização, o vídeo gerado aparecerá na parte esquerda, clique nos três pontos verticais ao lado do material gerado e escolha a opção baixar ou compartilhar. O formato será mp4, que é suportado pela plataforma Spotify, já os áudios são criados em formato mp3, também suportado pela plataforma de podcasts.

O interessante é que após baixar seu vídeo ou áudio, você pode coloca-los na plataforma como arquivo (seguindo os passos de upload de arquivo) e gerar teste, cartões didáticos ou mapa mental a partir deles.

Figura 8- Aba completa após criação do documento



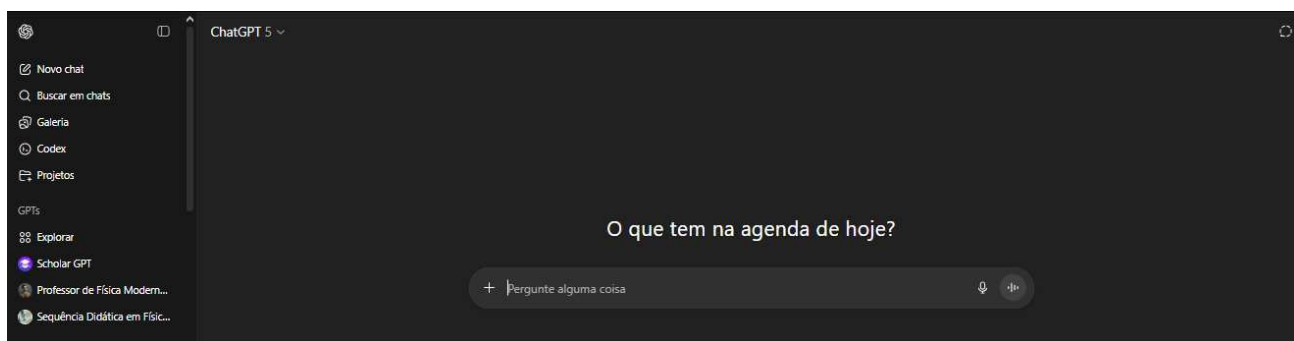
Fonte: Notebooklm (2025).

## 4.2 CRIAÇÃO E POSTAGEM DO CONTEÚDO

Vamos começar gerando imagens que façam alusão aos conteúdos e que servirão para identificação dos podcasts. Vamos utilizar o Chatgpt paara elaboração das imagens, se estiver utilizando a versão gratuita, é bom evitar erros, pois há uma quantidade limitada de pedidos por dia.

1º Passo: Abra sua conta do Chatgpt® e na parte superior esquerda clique em “Novo chat”

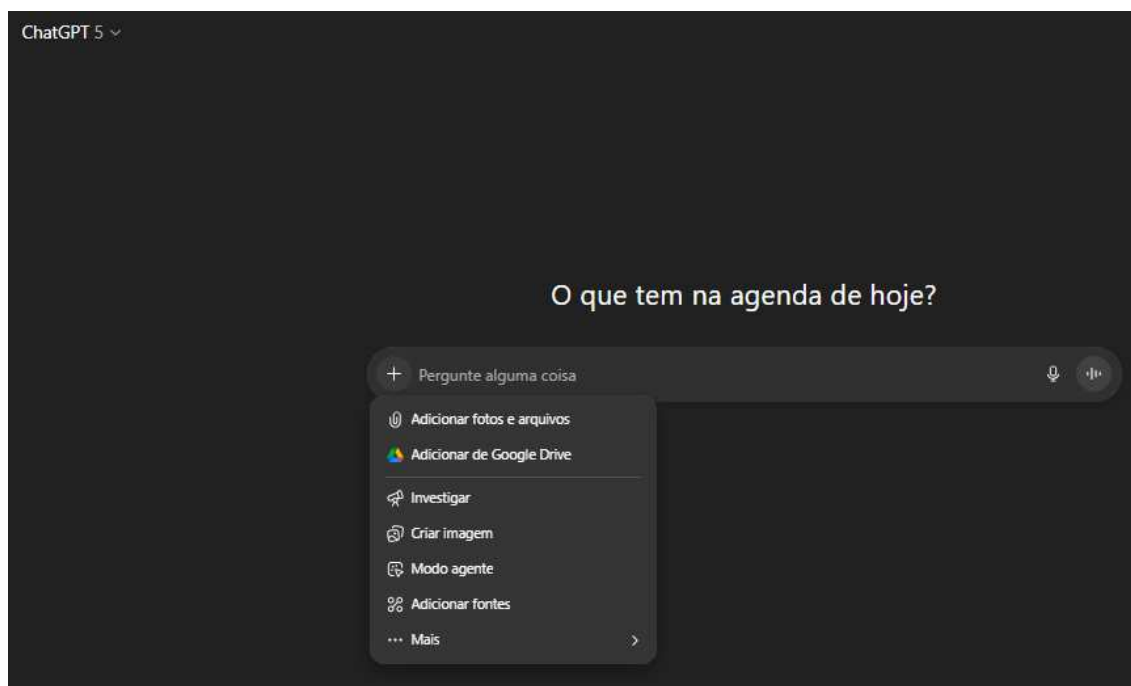
Figura 9- Recorte da tela inicial do Chatgpt



Fonte: ChatGPT (2025).

Na caixa de mensagens, clique no sinal “+” e em “adicionar todos os arquivos”

Figura 10- Caixa para adicionar arquivos



Fonte: Chatgpt (2025).

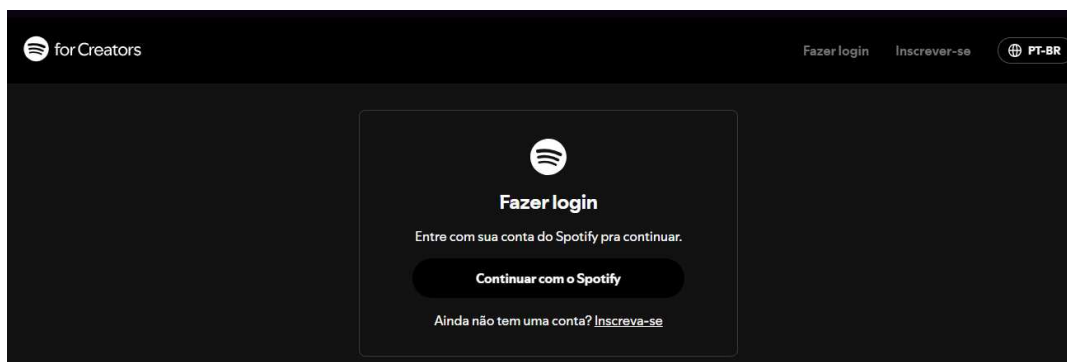
Selecione o arquivo ou arquivos que será ou serão utilizados no primeiro podcast, em seguida crie um comando para geração da imagem que faça referência ao material utilizado.

Um exemplo utilizado neste projeto foi: “Crie uma imagem que ilustre o tema do arquivo no estilo futuristas com imagens dos personagens no estilo de linha do tempo. A imagem é para o podcast sobre física. A imagem deve ser criativa e em português”.

Quando finalizar, clique no ícone “baixar” localizada na parte inferior esquerda da imagem gerada. Em seguida peça para a IA gerar um pequeno resumo sobre o arquivo para colocar no episódio do podcast. Veja se está de acordo com o arquivo selecionado, pois a IA pode alucinar e buscar na internet, por isso é importante que no comando fique explícito que é para fazer o resumo do arquivo fornecido, você pode reforçar dando o nome do arquivo.

Aproveite que está no ChatGPT e crie também uma imagem para o canal do Spotify. Abra sua conta criada do Spotify for Creator (<https://creators.spotify.com>), clique em “fazer login” e em seguida “continuar com o Spotify”

Figura 11- login do Spotify Creator



Fonte: Spotify Creator (2025).

Na próxima janela clique em “continuar com o google” ou digite seu email, caso escolha digitar o e-mail, um código de verificação de 6 dígitos será enviado para o endereço cadastrado.

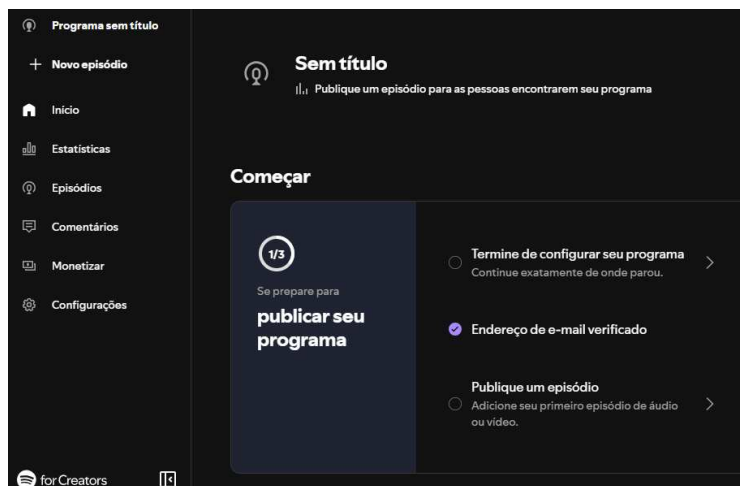
Na página inicial clique em “Terminar de configurar seu programa”, preencha os dados:

Nome do programa; Descrição; Nome do criador (selecione uma categoria, de preferência “educação”); Idioma.

Clique em “próximo” e faça o upload da imagem gerada para o canal, em seguida clique em “concluir”.

Você retornará para a página inicial e agora será a vez de publicar o primeiro episódio. Agora é só selecionar a opção “Publique um episódio” que é a terceira opção.

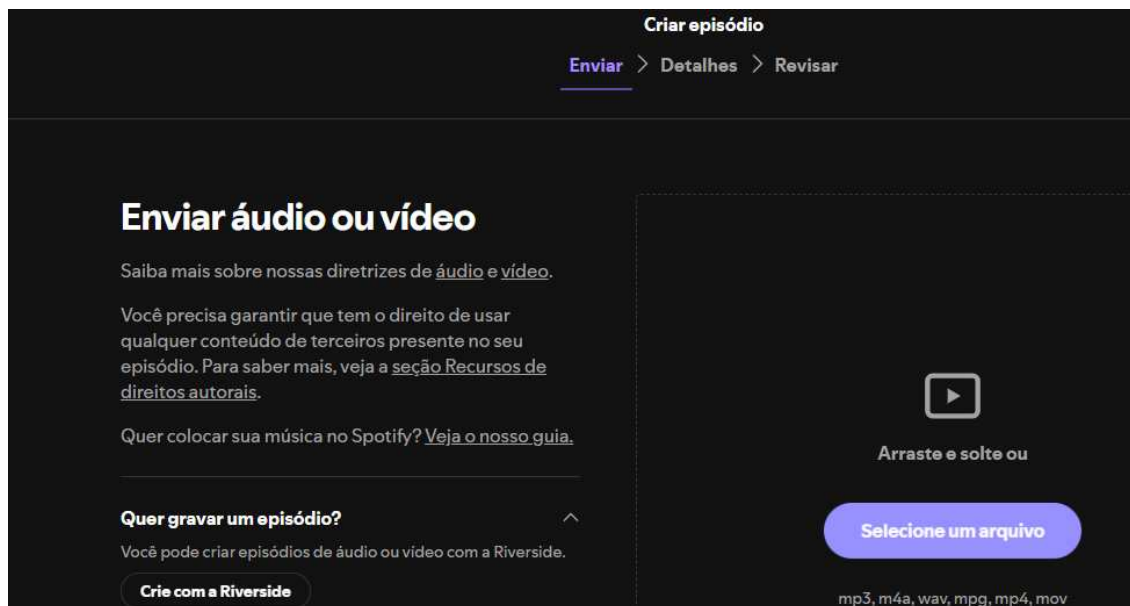
Figura 12- Página inicial do Spotify for Creator



Fonte: Spotify Creator (2025).

Na próxima página aparecerá um botão para “Selecionar arquivo”, clique nele e faça o upload do arquivo de áudio ou vídeo que você gerou no notebooklm, lembre-se de verificar se ele está em uma das extensões suportáveis pelo spotify (mp3, m4a, wav, mpg, mp4, mov).

Figura 13- Página de seleção de arquivos



Fonte: Fonte: Spotify Creator (2025).

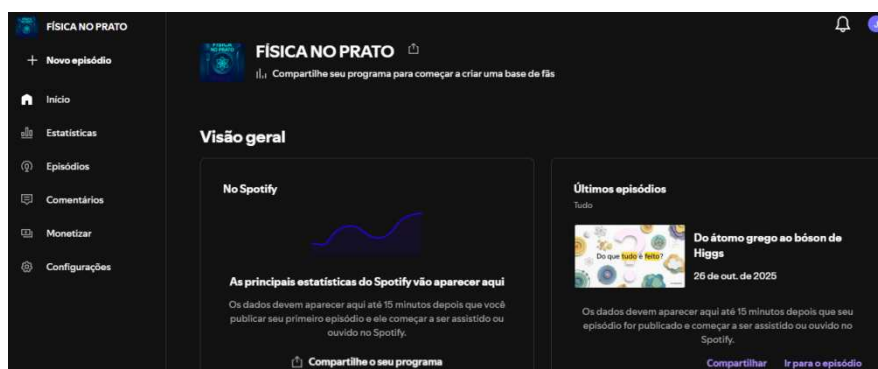
Após selecionar o arquivo, surgirá uma janela com as seguintes instruções:

a) Detalhes:

- Título: Colocar o título do vídeo ou áudio
- Descrição: Um pequeno resumo sobre o conteúdo abordado
- Miniatura: Uma imagem que ilustre o conteúdo abordado (escolha a imagem gerada automaticamente no Spotify®)
- b) Verificações de conteúdo:
  - Somente para maiores de 18 anos (não habilitar)
  - Conteúdo explícito (não habilitar)
  - Conteúdo promocional (só marcar se tiver patrocínio)
- c) Adicionar uma enquete:
  - Clique caso queira gerar alguma pergunta a respeito do episódio
- d) Outros detalhes:
  - Tipo de episódio: (completo, trailer ou bônus): Coloque completo
  - Número da temporada e número do episódio: só coloque caso queira dividir as aulas em vários vídeos, por exemplo as áreas da física
  - Configurações do Spotify:
    - Transcrição gerada automaticamente: (fica desabilitado)
    - Capítulos gerados automaticamente: (fica desabilitado)
    - Comentários: (deixar habilitado para os estudantes)

Ao clicar em próximo, aparecerá uma janela com os dados informados, confira se os dados estão corretos, na parte esquerda superior veja o ítem “verificar e publicar”, selecione uma das duas opções: agora ou programar. Agora seu canal está completo e pronto para ser visto, basta clicar em compartilhar, copiar o link e repassar para os estudantes via alguma rede social, grupo de whatsapp ou e-mail.

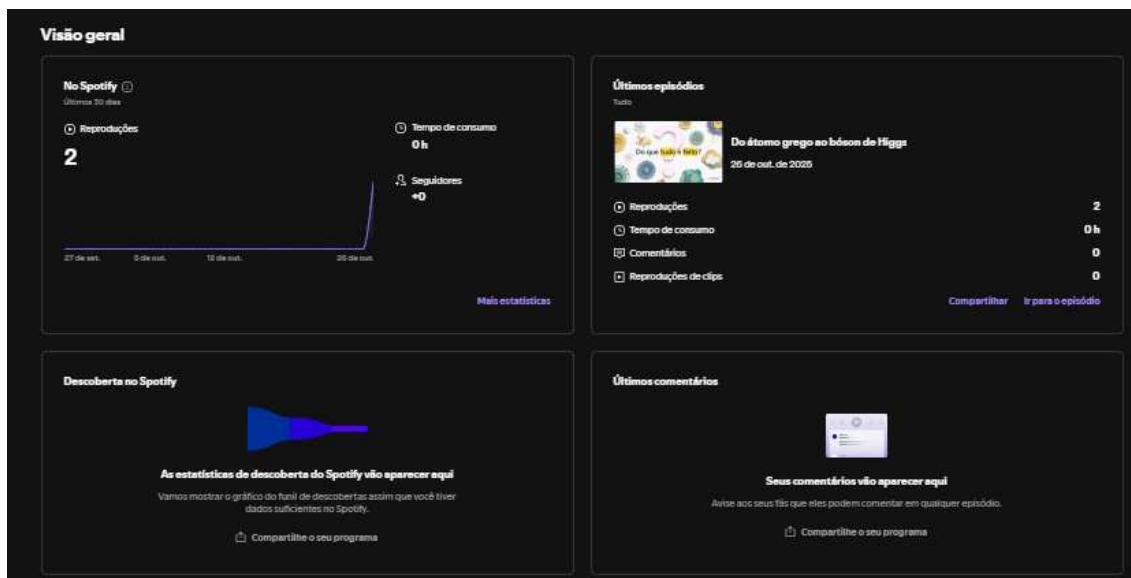
Figura 14- página inicial do canal do autor, FÍSICA NO PRATO



Fonte: Fonte: Spotify Creator (2025)

Do lado esquerdo tem-se o nome do canal, logo abaixo o link para anexar mais um episódio, abaixo temos o botão início no qual pode-se ver na parte esquerda a visão geral, na qual constam as reproduções nos últimos 30 dias, numero de seguidores, tempo de consumo e comentários.

Figura 15- Aba do inicio do canal



Fonte: Spotify Creator (2025)

A aba “Estatísticas” do Spotify for Creators mostra informações detalhadas sobre o desempenho do seu podcast.

Nela, você pode acompanhar:

- Número de reproduções: quantas vezes cada episódio foi ouvido.
- Ouvintes únicos: quantidade de pessoas diferentes que ouviram o podcast.
- Seguidores: total de pessoas que seguem o programa.
- Tempo médio de reprodução: porcentagem do episódio que os ouvintes escutam antes de sair.
- Gráficos de desempenho: evolução de reproduções e ouvintes ao longo do tempo.
- Perfil da audiência: dados demográficos, como país, idade e gênero dos ouvintes.
- Plataformas e dispositivos: onde as pessoas estão ouvindo (celular, computador, web, etc.).

Essas informações estão distribuídas nos links:

- Visão geral;
- Descobertas;

- Público;
- Classificação dos episódios

Figura 16 - Visão geral das estatísticas do Spotify for Creators



Fonte: Spotify Creator (2025).

Na aba episódios, é possível ver as informações de cada episódio individualmente.

Nela, você pode ver:




- Lista completa dos episódios publicados (com título, data de publicação e duração).
- Número total de reproduções de cada episódio.
- Tendência de audiência (crescimento, queda ou estabilidade de ouvintes).
- Tempo médio de escuta - quanto do episódio os ouvintes escutam antes de sair.
- Fontes de audiência, indicando se o episódio foi ouvido pelo Spotify, por links externos ou por outras plataformas.
- Gráficos e comparações que ajudam a entender quais temas e formatos geram mais engajamento.

Ao colocar o cursor do mouse sobre o episódio, aparecem três pontinhos horizontais, ao clicar neles aparecem opções para edição do episódio selecionado como mostra a figura 17.

A aba “monetizar” não tem importância para o propósito educacional e também não estará disponível.

Em configurações, pode-se fazer alterações de edição no canal, tais como descrição, nome do criador, arte do programa e outras características.

Figura 17- Aba episódios do Spotify for Creators

Título	Status	Data	Formato	Duração	Streams e downloads	Streamings no Spotify
 Uma Jornada na Física de Partículas	Envie um Clip		Vídeo	07:35	19	23
 O Mágico dos Quarks	Ver estatísticas		Áudio	20:38	65	95
 Interpretação de Copenhagen	Compartilhar episódio		Áudio	20:25	62	89
	Copiar link do episódio no Spotify					
	Baixar episódio					
	Excluir episódio					

Fonte: Spotify Creator (2025).

Para otimizar o canal, use os recursos Interativos (Enquetes e "Perguntas e Respostas"), crie enquetes rápidas ao longo dos episódios para testar a compreensão de conceitos-chave da Física Moderna e Contemporânea, pois isso aumenta o engajamento e oferece feedback imediato.

Explore o Formato de videocast, garanta que os recursos visuais (diagramas, gráficos, simulações de mecânica quântica, modelo atômico) sejam claros e adequados para visualização tanto em telas grandes quanto em dispositivos móveis.

Utilize temporadas temáticas organizando o conteúdo em temporadas (ex: Modelo Padrão de Partículas Elementares, Interações Nucleares, Modelos Atômicos) para criar um percurso de aprendizado lógico e sequencial, e utilize vídeos curtos e em série, isso ajuda na apreensão de conceitos complexos.

## 5. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Este plano de aula foi estruturado a partir das três etapas da Aprendizagem Baseada em Equipes, buscando promover a interdependência positiva e a colaboração entre os estudantes ao longo do processo de aprendizagem. Para favorecer a compreensão de conceitos abstratos, foram utilizados como recursos didáticos o videocast produzido a partir do livro de colorir e o próprio livro de colorir, que atuam como materiais mediadores na construção do conhecimento. Essa escolha metodológica está alinhada à perspectiva sociocultural de Lev Vygotsky, segundo a qual a aprendizagem ocorre por meio da mediação de instrumentos culturais e das interações sociais estabelecidas no ambiente educativo.

Todos os materiais estão disponíveis em:

<https://classroom.google.com/c/ODE3MDEyNzY1NzM5?cjc=s7k4rvey>

Ou código da turma:

s7k4rvey

### 5.1 PARTE 1: INTRODUÇÃO AO PROJETO "EM BUSCA DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES"

#### Objetivos:

- I. Apresentar o projeto "Em Busca das Partículas Elementares";
- II. Introduzir os conceitos iniciais sobre partículas elementares, a evolução dos modelos atômicos;
- III. Incentivar a criatividade e o aprendizado lúdico com o livro de colorir Partículas do Universo: Um Livro de Colorir da Experiência ATLAS.

Figura 18- Capa do livro de colorir



Fonte: Cern Atlas (2025)

**Tópico:** Modelos Atômicos e Introdução ao Modelo Padrão de Partículas Elementares.

**Tempo de duração:** 100 minutos (2 tempos de 50 minutos)

**Fase 1: Preparação (Atividade em Casa/Pré-Aula)**

O preparo é a primeira etapa da ABE, onde se designa a tarefa para estudo fora da sala de aula. Segundo Vygotsky, a instrução deve preceder o desenvolvimento, e o material prévio funciona como andaime para a construção do conhecimento, especialmente dos conceitos científicos.

Quadro 4- Orientações para fase 1

Atividade	Material e Procedimento	Objetivo Pedagógico (Vygotsky/Conteúdo)
<b>Consumo do Videocast</b>	Postagem dos videocasts no Spotify ou no google sala de aula (google classroom) 1. "Do Átomo grego ao Bóson de	Introdução e Visão Histórica: Entender a saga do átomo, desde a especulação filosófica grega até o MPPE, e como a ciência se corrige. Base Sociocultural: O videocast fornece o

	Higgs". 2. "Partículas do Universo".	sistema de signos (conceitos e palavras) necessário para a construção conceitual.
<b>Leitura e Familiarização</b>	Pintura do "Livro de Colorir da Experiência ATLAS": Foco na estrutura do átomo (Núcleo, Prótons, Nêutrons, Elétrons) e nas famílias de partículas (Quarks e Léptons).	Reforço Conceitual: Transformar conceitos abstratos em imagens visuais (uso do material concreto/semi-concreto). Aprender as partículas que formam a matéria (Quarks Up e Down).

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025).

O livro de colorir e os episódios estão disponíveis e podem ser acessados através dos códigos da figura 18.

Figura 18 - Códigos de acesso ao livro de colorir e episódios



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Atividade 1: Cada estudante assiste aos vídeos e faz um resumo das partes que julgar mais importante do livro de colorir.

## Fase 2: Garantia do Preparo

Esta fase busca assegurar que os alunos adquiriram o conhecimento individualmente no teste de garantia de preparo individual (TiGP) e depois consolidem em equipe no teste de garantia de preparo em equipe (TeGP), com feedback imediato, promovendo a responsabilização individual e do grupo.

**Duração:** 100 minutos (Aula Presencial)

**Materiais Necessários:** Formulário de teste individual, formulário para o teste em equipe, placas coloridas de resposta (A, B, C, D) para feedback simultâneo.

Os materiais necessários para desenvolvimento da fase 2 estão disponíveis no link abaixo:

Quadro 5- Lista de materiais para realização do teste 1

Teste 1
Gabarito comentado do teste 1
Ficha de avaliação individual do teste 1
Ficha de avaliação em equipe do teste 1
Livro de colorir
Vídeo "Partículas do Universo"
Vídeo "Do Átomo Grego ao Bóson de Higgs"

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Quadro 6- Orientações para fase 2

<b>Tempo</b>	<b>Etapa</b>	<b>Descrição Detalhada</b>
<b>10 min</b>	<b>2.1 TiGP</b>	Os alunos respondem individualmente a 10 questões de múltipla escolha sobre o livro de colorir e os episódios 1 e 2.
<b>20 min</b>	<b>2.2 TeGP</b>	Reunidos em suas equipes permanentes (de preferência ímpares, 5 a 7 alunos), os estudantes discutem e respondem às mesmas questões, buscando um consenso. O feedback deve ser imediato.
<b>15 min</b>	<b>2.3 Revisão do Professor (Fechamento da Garantia)</b>	O professor levanta as respostas da turma para cada questão, discute as dúvidas e reforça os conceitos essenciais que são a base para a próxima fase.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025).

## **5.2 PARTE 2: APLICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS ACERCA DA INTERAÇÃO FRACA E DECAIMENTO**

### **Fase 3: Aplicação dos Conceitos (100 minutos)**

A Fase 3 da Aprendizagem Baseada em Equipes busca evidenciar a Zona de Desenvolvimento Proximal formulada por Vygotsky. Nessa etapa, os estudantes são desafiados a resolver problemas complexos e significativos que exigem interpretações, análises, escolhas específicas e justificativas detalhadas, sempre em interação com seus colegas. Essa estrutura não apenas favorece o engajamento, mas cria as condições ideais para que o conhecimento seja construído coletivamente.

Esta fase visa o aprofundamento e a consolidação dos conhecimentos através da resolução de problemas complexos em equipe. A atividade integra o livro de colorir (material concreto/visual), videocast sobre a interação fraca e vídeo sobre decaimento com a necessidade de raciocínio abstrato sobre suas características e aplicações.

#### **Objetivos:**

- I. Apresentar as características da Interação fraca;
- II. Introduzir os conceitos iniciais sobre decaimento e meia-vida;
- III. Reforçar conceitos matemáticos de função exponencial e probabilidade.

**Materiais Necessários:** Página impressa do livro de colorir "Desenha a tua partícula", lápis de cor, caneta, papel para anotações, dados de 6 faces.

Uma observação importante: O número de dados deve levar em conta a quantidade de grupos, uma quantidade razoável de lançamentos e o tempo disponível para execução da tarefa. Este autor aconselha um mínimo de 24 dados para cada equipe. Vale salientar que quanto maior o número de dados, melhor será o gráfico e a proximidade entre os valores teóricos e práticos.

Quadro 7- Orientações para fase 3

Teste 1
Ficha de avaliação da atividade de decaimento e meia-vida
Ficha de avaliação da atividade sobre o desenho da partícula hipotética
Vídeo “Bohr: O Arquiteto do Átomo”
Vídeo “A Interação Nuclear Fraca”
Vídeo “O Coração do Átomo”

Fonte: Próprio autor (2025).

Quadro 8- Planejamento de Aula: Do Átomo Instável à Força Fundamental

Tempo	Etapa	Descrição e Conteúdo
Antes da Aula	Visualização dos Vídeos	Os estudantes devem assistir aos três vídeos e fazer anotações sobre o que julgar importante.
		Fontes: * Bohr: O Arquiteto do Átomo; * O Coração do Átomo; * A Interação Nuclear Fraca.
15 min	Abertura e Revisão Conceitual	O professor deve fazer conexões entre os conceitos presentes nos vídeos.
35 min	Atividade Simulação Meia-Vida	1: Introdução da atividade "A Datação do Artefato Perdido". Os grupos recebem os 24 dados, que representam os núcleos de Carbono 14.
		Execução: Os estudantes realizam os lançamentos, removem a os dados que caem com a face "1" voltada para cima (decaimento) e preenchem a Tabela de Dados. Após cerca de 8 a 10 Períodos Arqueológicos (P.A.), eles começam a construção do gráfico do

		decaimento exponencial no papel milimetrado.
15 min	Atividade 1: Análise e Discussão da Meia-Vida	Os grupos usam suas anotações e a fórmula fornecida ( $T_{1/2} = \ln(2)/\lambda$ ) para responder às perguntas de análise.
		Discussão Dirigida: Comparação da Meia-Vida Teórica (calculada) com a Meia-Vida Experimental (lida no gráfico). Discussão sobre a influência da quantidade de dados
15 min	Conexão Teórica: Força Fraca e Decaimento $\beta^-$	O professor conduz a discussão das perguntas "Conexão com a Interação Fraca", utilizando as anotações dos vídeos de casa.
		Conteúdo Chave: A Interação Fraca é a responsável pelo decaimento $\beta^-$ (transformação de nêutron em próton). Discussão sobre como o neutrino/antineutrino foi postulado por Pauli para salvar as leis de conservação.
20 min	Atividade 2: Desenha a Tua Partícula (Fase Criativa)	Introdução da atividade "Desenha a Tua Partícula!". Esta atividade serve como fechamento criativo sobre o Modelo Padrão (léptons, quarks, bósons, etc.).
		Execução: Os estudantes, em grupo, criam uma partícula, classificando-a (quark, lépton, etc.), definindo sua composição e propriedades físicas, e sua função no Universo. O professor deve monitorar e avaliar com base na rubrica fornecida.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025).

A fase 3 da ABE favorece o compartilhamento do que foi construído nas fases 1 e 2, apenas a fase de casa é realizada individualmente. Na sala de aula, os estudantes juntam as anotações e realizam as atividades em equipe.

### 5.3 Parte 3: Apresentação dos resultados e discussão

As equipes apresentam sua Partícula Hipotética. A discussão aberta permite que os alunos comparem diferentes abordagens e defendam seus raciocínios, promovendo a socialização e a consolidação de conceitos.

Quadro 9- Orientações para fase final

Tempo	Etapa	Descrição Detalhada
10 min	3.1 Designação da Tarefa (Conceituação)	O professor apresenta os grupos
80 min	3.2 Síntese em Equipe	<p><b>A. Colorir, Nomear e Relacionar:</b> As equipes apresentam os resultados do desenho da partícula hipotética</p> <p><b>B. O Desafio da Partícula Escura:</b> Usando a página "Desenha a tua partícula", cada equipe deve apresentar sua Partícula Hipotética (e.g., "Bóson da Escuridão") e listar suas propriedades (massa, carga, interação).</p>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025).

### Possibilidades de avaliação avaliação

A avaliação deve ser contínua e considerar o desempenho individual e o desempenho em equipe.

1. Avaliação Individual: Pondera a preparação individual.
2. Avaliação em Equipe: Pondera a capacidade de discussão e consenso.
3. Avaliação da Aplicação (Partícula Hipotética): Avalia a profundidade da compreensão conceitual e a capacidade de aplicar os conceitos (Quarks, Léptons, Bósons e Interações) de forma criativa e coerente para solucionar um problema complexo (os 95% desconhecidos do universo).
4. Avaliação por Pares (Opcional, mas Recomendada pelo TBL): Permite aos alunos avaliar a contribuição de cada membro da equipe para o sucesso do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ABDALLA, M. C. B. Bohr: o arquiteto do átomo. São Paulo: Odysseus, 2002.

Atlas Experiment Disponível em: <https://atlas.cern/> Acesso em: 12 abr. 2024

ANDRADE, Nilson Silva de. Vídeos autorais potencialmente significativos para introdução da interação nuclear fraca: uma proposta de sequência didática a partir do decaimento beta. 2022. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) — Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2022.

BASTOS, Kleber da Luz; GONÇALVES, Karen Magno; CABRAL NETO, João dos Santos. Modelo padrão: uma análise dos livros didáticos do PNLN para identificar conceitos relacionados à Física de Partículas Elementares. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, 2022.

BOLLELA, Valdes Roberto; SENGER, Maria Helena; TOURINHO, Francis Solange Vieira; AMARAL, Eliana. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. Medicina (Ribeirão Preto), Ribeirão Preto, Brasil, v. 47, n. 3, p. 293–300, 2014. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rmrp/article/view/86618..> Acesso em: 22 nov. 2024.

Chatgpt Disponível em <https://www.chatgpt.com>. Acesso em: 10 dez. 2024

FARIAS, Mickael Victhor Santos de; RÊGO, Ricardo C. S. Física de partículas & astropartículas: das altas energias até o Big Bang. Editado por Farinaldo Queiroz. Natal, RN: [s.n.], 2023. Ebook. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11002846>.

GILMORE, R. Alice no país do quantum: a física quântica ao alcance de todos. Tradução de: André Penido. Revisão técnica: Ildeu de Castro Moreira. Rio de Janeiro: Zahar, 1998. 192 p.

MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. Team-Based Learning: A transformative use of small groups in college teaching. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC, 2004.

MORAN, José Manuel. Mudando a educação com metodologias ativas. 2015. Disponível em: [https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf). Acesso em: 21 jun. 2025.

Notebooklm Disponível em <https://notebooklm.google.com>. Acesso em 10 jul. 2025

OLIVEIRA, T. E. de. Aprendizagem de física, trabalho colaborativo e crenças de autoeficácia: um estudo de caso com o método Team-Based Learning em uma disciplina introdutória Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 3, p.962-986, dez. 2016982 de eletromagnetismo. 2016. 209 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.

RAMALHO, Regivan Silva; QUEIROZ, Farinaldo da Silva. Explorando o universo invisível: uma jornada pela física de partículas e as fronteiras do conhecimento. [S.l.: s.n.], [2023?]. Ebook. Disponível em: <https://zenodo.org/records/10698621>.

RIBAS, Andressa Nascimento. O discreto charme das partículas elementares – Episódio 1: A busca do constituinte fundamental. 2017. Vídeo (YouTube). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3BRp-8w2IJU&list=PLKJkVIZXBHC5nTaDYAnrMYuVdvSNtHstQ&index=3>. Acesso em: 21 nov. 2024.

RIBAS, Andressa Nascimento. O discreto charme das partículas elementares – Episódio 2: A avalanche de partículas. 2017. Vídeo (YouTube). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZaqpIyEKfw&list=PLKJkVIZXBHC5nTaDYAnrMYuVdvSNtHstQ&index=1>. Acesso em: 21 nov. 2024

RIBAS, Andressa Nascimento. O discreto charme das partículas elementares – Episódio 3: O zoológico das partículas. 2017. Vídeo (YouTube). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zouFZqI6-II&list=PLKJkVIZXBHC5nTaDYAnrMYuVdvSNtHstQ&index=2> . Acesso em: 21 nov. 2025.

RIBAS, Andressa Nascimento. O discreto charme das partículas elementares – Episódio 4: As forças fundamentais da natureza. 2017. Vídeo (YouTube). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ag8caXTXJ5w>. Acesso em: 21 nov. 2024.

RIBAS, Andressa Nascimento. O discreto charme das partículas elementares – Episódio 5: O Modelo Padrão. 2017. Vídeo (YouTube). Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=M2e3i\\_CLY6g](https://www.youtube.com/watch?v=M2e3i_CLY6g) . Acesso em: 21 nov. 2024.

SILVA, Kaio. Dos atomistas ao átomo moderno: um resgate histórico da evolução dos modelos atômicos. IFPE, 2021.

Spotify for creators. Disponível em <https://creators.spotify.com>. Acesso em 10 jul. 2025

Tekotuaba Universidade Federal de Alfenas Disponível em <https://www.unifal-mg.edu.br/tekokuaba/sobre-o-projeto/>. Acesso em 10 jan. 2022.