



**UFC**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**CENTRO DE CIÊNCIAS**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**ABELARDO MARX FURTADO SALES**

**ANÁLISE DE TRABALHOS SOBRE O USO DE GAMIFICAÇÃO  
NO ENSINO DE FÍSICA**

**FORTALEZA - CE**

**2025**

ABELARDO MARX FURTADO SALES

ANÁLISE DE TRABALHOS SOBRE O USO DE GAMIFICAÇÃO  
NO ENSINO DE FÍSICA

Monografia apresentada ao Curso de  
Licenciatura em Física da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do título de licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Nildo Loiola Dias.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S155a Sales, Abelardo Marx Furtado.  
Análise de trabalhos sobre o uso de gamificação no ensino de Física / Abelardo Marx Furtado Sales. –  
2025.  
35 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,  
Curso de Física, Fortaleza, 2025.  
Orientação: Prof. Nildo Loiola Dia.
1. gamificação. 2. educação . 3. ensino de física. I. Título.

CDD 530

---

ABELARDO MARX FURTADO SALES

ANÁLISE DE TRABALHOS SOBRE O USO DE GAMIFICAÇÃO  
NO ENSINO DE FÍSICA

Monografia apresentada ao Curso de  
Licenciatura em Física da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do título de licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Nildo Loiola Dias.

Aprovada em: 31/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Nildo Loiola Dia (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. José Euclides Gomes da Silva  
Universidade Estadual do Ceará (UFC)

À Deus.

Aos meus pais, Alceu e Silvânia.

Aos meus colegas de turma.

A todo corpo docente do Departamento de Física, onde me ajudaram em toda minha carreira acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Tenho a agradecer pela possibilidade de estar concluindo este curso principalmente à minha família, meus pais, minhas tias e minha avó que me deram suporte durante toda a minha trajetória de forma indireta e direta, estes firmaram um piso para minha, não muito gentil, caminhada, graças a eles tive suporte antes mesmo de precisar.

Agradeço à Universidade Federal do Ceará, pela possibilidade de estudo, ao Prof. Dr. Nildo Loiola Dias, pela excelente orientação e paciência em corrigir meus textos simples, aos professores que deixarei lugares reservados nas minhas lembranças; Saulo, Valdemarin, Rodolpho, Pedro Saboya, Aline Sousa, Daniel de Araújo, Daniel Brito, Davi, Salomão, Emmanoell, Ayala, Alexandre e Bedê, estes me ensinaram a como ser um bom profissional, mesmo fora de suas salas de aula.

À minha turma, 2021.1, que sempre se mostrou unida e cooperativa uns com os outros, junto de meus antigos colegas monitores no Seara da ciência e colegas bolsistas do Laboratório de Microscopia Avançada, com eles não me senti entediado nos meus dias mais monótonos.

Aos que caminharam comigo, passando pelas mesmas dificuldades; Alan de Matos, Igor, Gustavo, Cleiton e Yasmim. Talvez não tenha expressado a importância que foi está acompanhando e sendo acompanhado por vocês, sempre senti que tinha ombros aos quais pudesse me apoiar não importasse os ocorridos. Além destes, meus colegas “extra-curso”, George, Gabi, Camilly e Cléo que também dividiram conosco momentos de festas e alegria, levarei muitas memórias boas comigo graças a todos.

Aos meus veteranos que me mostraram o caminho que deveria percorrer, bom ou ruim estavam lá, Alan Maia, Nathalia, Maggie e Nicolas. Aprendi a viver bastante ao lado de vocês e irei desfrutar ainda mais do que a vida pode oferecer, gostaria bastante de suas companhias nestes futuros momentos.

Por último, ao meu amigo que literalmente correu ao meu lado pela universidade, o futuro mestre Israel, que espero continuar correndo junto a mim, com o passar desta breve história que chamo de vida.

"Desista dos seus sonhos e morra"  
(SCHOPENHAUER, 1851).

## RESUMO

Trago neste trabalho uma breve análise sobre o uso da gamificação em sala de aula, tendo como foco os jogos desenvolvidos no mestrado profissional , disponibilizado pela SBF no polo da Universidade Federal do Ceará. Trago também uma fala sobre a educação brasileira e sobre os *frameworks* usados em meu julgamento. Considerando os desafios enfrentados pela disciplina de física a nível de ensino médio, os jogos trazem propostas diferentes em como apresentar os conteúdos aos estudantes, de forma mais interativa e novas propostas de entender e/ou decorar os assuntos mais facilmente. Esta é a proposta da gamificação, ancorados na Teoria da Autodeterminação, faz uso de dois frameworks: MDA (Mecânica, Dinâmica e Estética) e Octalysis, ambos utilizados como base para a análise de três jogos educativos selecionados no acervo da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Os jogos analisados — *Simulador Espaço-Tempo Relativístico*, *Trilha das Estrelas* e *Em Busca do Bóson de Higgs* — apresentam propostas distintas, cada qual com potencialidades específicas para o ensino. A análise mostrou-me que esses jogos, quando bem aplicados, favorecem o acolhimento do aluno por essa área de estudo que apresenta um grande déficit de aprendizagem nas escolas. Entretanto, esses jogos não são perfeitos, apresentando limitações por parte do docente, da estrutura tecnológica da escola, falta de meios acessíveis para pessoas com deficiência. Na conclusão trago ações para a melhora na confecção de jogos futuros e melhoramento destes.

**Palavras-chave:** gamificação; educação; ensino de física.



## ABSTRACT

This work presents a brief analysis of the use of gamification in the classroom, focusing on games developed in the professional master's program made available by the Sociedade Brasileira de Física(SBF). It also discusses the state of Brazilian education and the frameworks used in my evaluation. Considering the challenges faced by high school physics education, these games offer innovative ways to present content to students in a more interactive manner, providing new approaches to understanding and/or memorizing topics more easily. This is the essence of gamification, grounded in the Self-Determination Theory, which employs two frameworks: MDA (Mechanics, Dynamics, and Aesthetics) and Octalysis. Both were used as the basis for analyzing three educational games selected from the SBF collection — *Simulador Espaço-Tempo Relativístico*, *Trilha das Estrelas* e *Em Busca do Bóson de Higgs* — Each game presents distinct approaches, with specific strengths for teaching. The analysis revealed that these games, when properly implemented, can enhance student engagement in a subject that often suffers from significant learning gaps in schools. However, they are not without limitations, including dependence on teacher mediation, technological infrastructure in schools, and a lack of accessibility features for students with disabilities. In conclusion, I propose improvements for the design of future games and enhancements to existing ones.

**Keywords:** gamification; education; physics teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Carta do Jogo Super Trunfo das estrelas.....	24
Figura 2: Manual de instruções do jogo Super Trunfo das estrelas.....	24
Figura 3: Tabuleiro Super Trunfo das estrelas.....	25
Figura 4: Diálogo no jogo Em Busca Do Bóson De Higgs.....	26
Figura 5: Pergunta no jogo Em Busca Do Bóson De Higgs.....	27
Figura 6: Painel principal do simulador Espaço-Tempo Relativístico.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Jogo e core drive.....	30
----------	--------------------------	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
SBF	Sociedade Brasileira de Física

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Ensino de Física no cenário educacional atual .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Proposta da gamificação do ensino para melhor aprendizado .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Objetivos do trabalho .....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Ensino de Física e os desafios pedagógicos .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.1</b>	<i>Dificuldades comuns no ensino de Física .....</i>	<i>18</i>
<b>3.1.2</b>	<i>Tecnologias e inovação como ferramentas para o ensino .....</i>	<i>18</i>
<b>3.2</b>	<b>Gamificação no contexto educacional .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Definição e princípios da gamificação .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Benefícios da gamificação no ensino .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>O modelo MDA (Mecânica, Dinâmica e Estética) .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.1</b>	<i>Componentes e aplicação no design de jogos educacionais .....</i>	<i>19</i>
<b>3.4</b>	<b>O modelo Octalysis .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.1</b>	<i>Aplicação no design de jogos e gamificação educacional .....</i>	<i>20</i>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Critérios para Análise de Jogos Educativos .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.1</b>	<i>Uso dos Frameworks MDA e Octalysis .....</i>	<i>21</i>
<b>4.1.2</b>	<i>Critérios Específicos .....</i>	<i>21</i>
<b>4.2</b>	<b>Seleção de Jogos para Análise .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2.1</b>	<i>Jogos Baseados em Física do Acervo SBF .....</i>	<i>21</i>
<b>4.2.2</b>	<i>Ferramentas de Avaliação .....</i>	<i>21</i>
<b>5</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS JOGOS .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1</b>	<b>Escolha dos jogos analisados.....</b>	<b>23</b>
<b>5.1.1</b>	<i>TRILHA DAS ESTRELAS - Um jogo físico de cartas .....</i>	<i>23</i>
<b>5.1.2</b>	<i>EM BUSCA DO BÓSON DE HIGGS - Um jogo digital .....</i>	<i>26</i>
<b>5.1.3</b>	<i>SIMULADOR ESPAÇO-TEMPO RELATIVÍSTICO - Um simulador .....</i>	<i>28</i>
<b>5.2</b>	<b>Avaliação Baseada no Modelo MDA .....</b>	<b>29</b>
<b>5.2.1</b>	<i>Mecânicas: Regras e Estrutura .....</i>	<i>29</i>
<b>5.2.2</b>	<i>Dinâmicas: Interações e Fluxos.....</i>	<i>29</i>

5.2.3	<i>Estética: Experiência do Usuário</i> .....	29
5.3	<b>Avaliação Baseada no Modelo Octalysis</b> .....	29
5.3.1	<i>Núcleos Motivacionais</i> .....	29
5.3.2	<i>Pontos Fortes e Fracos em Engajamento</i> .....	30
5.4	<b>Comparação entre os Jogos</b> .....	30
5.4.1	<i>Eficácia Pedagógica</i> .....	30
5.4.2	<i>Aplicação em Sala de Aula</i> .....	30
6	<b>CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	31
6.1	<b>Resumo dos principais achados</b> .....	31
6.2	<b>Conclusão sobre a qualidade e eficiência dos jogos analisados</b> .....	31
6.3	<b>Recomendações para o design de futuros jogos educativos de Física</b> .....	31
6.4	<b>Limitações do trabalho e sugestões para pesquisas futuras</b> .....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33

## **1 INTRODUÇÃO**

Dado minhas experiências em sala de aula, é bastante perceptível a dificuldade, afastamento e receio da maioria dos alunos quanto as matérias de exatas, principalmente matemática, física e química, uma explicação para isto pode ser a distância que essas matérias têm da vida cotidiana dos alunos e a metodologia mecânica de aprendizado imposta nas escolas, onde temos a metodologia tradicional de ensino, tal maneira desestimula os alunos a terem pensamento crítico, a criatividade e autonomia, visto que o conteúdo deve ser mais decorado por estes do que aprendido.

Visto esta realidade, gerou-se o desafio de dinamizar as aulas das disciplinas de ciências por meio de metodologias ativas, dentre elas terei foco a gamificação, que faz o uso de elementos de jogos (pontuação, desafios, rankings) para engajar os alunos e motivá-los no aprendizado. Como parte dos produtos voltados a essa categoria temos as plataformas de gamificação como o Kahoot!, sistemas de aprendizado gamificados como o Duolingo, dentre outros. Nesta monografia partirei de uma análise sobre materiais físicos para a gamificação, baseado em jogos de tabuleiros ou cartas e jogos criados em plataformas online.

Para fazer uma análise destes jogos usarei modelos estruturais para criação de jogos, um framework, uma estrutura conceitual ou metodológica que fornece componentes organizados, diretrizes e ferramentas para sistematizar o desenvolvimento de um produto ou solução. Na análise desses jogos, frameworks funcionam como um modelo abstrato que delimitam elementos essenciais e suas relações. Usarei dois modelos, o modelo MDA (Mecânica, Dinâmica e Estética), com foco em mecânica e dinâmica usada na criação deles e como são criações voltadas para o ensino de uma disciplina, a gamificação em si, e o modelo Octalysis para análise das experiências gamificadas de forma estratégica, a estética do modelo MDA, com base em motivações humanas que o modelo apresenta.

## **2 CONTEXTUALIZAÇÃO**

### **2.1 Ensino de Física no cenário educacional atual**

O ensino de Física no Brasil, especialmente no Ensino Médio, enfrenta desafios históricos e estruturais que impactam diretamente o processo de aprendizagem dos estudantes. Tradicionalmente, essa disciplina tem sido abordada de maneira excessivamente teórica, com foco na memorização de fórmulas e conceitos abstratos, dificultando o entendimento e a aplicação prática por parte dos alunos (Moreira; Ostermann, 2000; Carvalho; Gil-Pérez, 2003). Soma-se a isso a carência de infraestrutura adequada nas escolas, como laboratórios e materiais didáticos, e a formação deficiente de parte do corpo docente, o que limita o uso de metodologias inovadoras (Laburú; Arruda, 1998; Medeiros; Medeiros, 2002).

Outro fator relevante é o desinteresse dos estudantes, especialmente em um cenário no qual a Física é frequentemente percebida como uma disciplina distante da realidade cotidiana e pouco atrativa (Krasilchik, 2004). A complexidade matemática envolvida, aliada à dificuldade de contextualizar os conteúdos em situações do dia a dia, contribui para essa falta de engajamento (Santos; Greca, 2007).

Diante desse panorama, torna-se fundamental buscar estratégias pedagógicas que tornem o ensino de Física mais dinâmico, significativo e conectado com a realidade dos estudantes, de modo a despertar o interesse, a curiosidade e a participação ativa em sala de aula.

### **2.2 Proposta da gamificação do ensino para melhor aprendizado**

Nesse contexto, a gamificação desponta como uma abordagem pedagógica inovadora e promissora. Trata-se da aplicação de elementos e mecânicas de jogos em contextos não necessariamente lúdicos, com o objetivo de engajar, motivar e facilitar o aprendizado (Deterding et al., 2011; Kapp, 2012). No ambiente educacional, a gamificação permite transformar o processo de ensino-aprendizagem em uma experiência mais interativa, desafiadora e significativa, potencializando o envolvimento dos estudantes e favorecendo a construção do conhecimento (McGonigal, 2011; Alves, 2014).

A aplicação de jogos e recursos gamificados no ensino de Física pode contribuir para superar as dificuldades tradicionais da disciplina, aproximando os conceitos teóricos da realidade dos alunos e promovendo o aprendizado de forma lúdica e



contextualizada (Prensky, 2001; Trindade; Coscarelli, 2016). Além disso, ao explorar aspectos psicológicos como a busca por reconhecimento, a superação de desafios e o senso de pertencimento, a gamificação pode estimular a motivação intrínseca dos estudantes, conforme propõe a teoria da autodeterminação (Deci; Ryan, 1985; Ryan; Deci, 2000).

Entretanto, para que a gamificação seja eficaz, é necessário um planejamento cuidadoso, o alinhamento com os objetivos pedagógicos e a consideração das particularidades do público-alvo (Moran, 2018). Nesse sentido, frameworks como o MDA (Mecânica, Dinâmica e Estética) e o Octalysis auxiliam na estruturação de jogos educativos, garantindo que os elementos lúdicos estejam integrados de forma coerente e eficaz ao processo de ensino (Hunicke et al., 2004; Chou, 2016).

### **2.3 Objetivos do trabalho**

Especificamente, busca-se:

- Investigar as principais dificuldades do ensino de Física no cenário educacional brasileiro;
- Compreender os fundamentos teóricos da gamificação e sua aplicação no contexto educacional;
- Analisar criticamente três jogos educativos de Física quanto ao seu design, dinâmicas e potencial pedagógico;
- Refletir sobre os benefícios, limitações e possibilidades de aprimoramento do uso de jogos no ensino da disciplina.

Com isso, pretende-se contribuir para o debate sobre metodologias ativas e inovadoras no ensino de Física, fornecendo subsídios para o desenvolvimento e a implementação de recursos didáticos mais eficazes e atrativos, que possam tornar o aprendizado mais significativo e motivador para os estudantes.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Ensino de Física e os desafios pedagógicos**

O ensino de Física no Brasil apresenta dificuldades históricas que impactam negativamente o processo de aprendizagem. A abordagem tradicional, centrada na memorização de fórmulas e na exposição teórica, muitas vezes desconsidera a realidade dos estudantes e limita o desenvolvimento de uma compreensão significativa da disciplina (Saviani, 1996).

##### ***3.1.1 Dificuldades comuns no ensino de Física***

Entre os principais obstáculos, destacam-se a abstração dos conceitos, a dificuldade de contextualização, o uso restrito de atividades práticas e a carência de formação específica dos professores (Moreira; Ostermann, 2000; Medeiros; Medeiros, 2002). Além disso, a escassez de recursos nas escolas, como laboratórios e materiais didáticos, contribui para uma aprendizagem baseada na repetição e desmotiva os alunos (Laburú; Arruda, 1998). Também é comum a dificuldade dos alunos com a linguagem matemática da Física, o que reforça o distanciamento da disciplina (Santos; Greca, 2007).

##### ***3.1.2 Tecnologias e inovação como ferramentas para o ensino***

As tecnologias digitais oferecem novas possibilidades para o ensino de Física, tornando o conteúdo mais acessível e atrativo. Ferramentas como simuladores, plataformas interativas e metodologias ativas contribuem para a aprendizagem significativa (Moran, 2013). Para a geração atual de estudantes, que cresceu em contato com dispositivos digitais (Prensky, 2001), o uso de recursos tecnológicos favorece a motivação e o protagonismo. No entanto, é necessário investimento em infraestrutura e formação continuada para que essas ferramentas sejam aplicadas de forma eficaz (Santos, 2014).

#### **3.2 Gamificação no contexto educacional**

A gamificação tem se destacado como uma abordagem inovadora no ambiente escolar, com potencial para transformar o ensino e engajar os estudantes. Ao incorporar elementos característicos dos jogos em contextos educacionais, ela propõe experiências mais motivadoras e participativas.

##### ***3.2.1 Definição e princípios da gamificação***

Gamificação é a aplicação de mecânicas e dinâmicas de jogos em atividades não lúdicas, como o ensino, com o objetivo de motivar os participantes (Zichermann; Cunningham, 2011). Seus princípios estão alinhados à Teoria da Autodeterminação, que destaca a importância da autonomia, da competência e do relacionamento social como fatores fundamentais para a motivação (Deci; Ryan, 1985; Ryan; Deci, 2000). A gamificação bem

aplicada vai além da inserção de pontos e recompensas, exigindo planejamento e adequação ao contexto educacional (Huizinga, 2014).

### **3.2.2 Benefícios da gamificação no ensino**

Quando bem estruturada, a gamificação contribui para o aumento do engajamento dos estudantes, a melhoria da retenção de conteúdo e o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico e resolução de problemas (McGonigal, 2011; Alves, 2014). Também favorece a personalização da aprendizagem, permitindo que cada aluno avance em seu próprio ritmo (Kapp, 2012). O uso de feedback constante e a proposta de desafios progressivos mantêm o aluno envolvido durante todo o processo.

### **3.3 O modelo MDA (Mecânica, Dinâmica e Estética)**

O modelo MDA é um framework amplamente utilizado no design de jogos. Criado por Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004), ele organiza a estrutura dos jogos em três componentes principais: mecânica, dinâmica e estética. Essa abordagem permite entender como os jogos funcionam e como provocam respostas nos jogadores.

#### ***3.3.1 Componentes e aplicação no design de jogos educacionais***

- Mecânica: São as regras e sistemas que definem as ações disponíveis aos jogadores.
- Dinâmica: Resulta da interação dos jogadores com essas regras e define o comportamento emergente do jogo.
- Estética: Refere-se à experiência emocional que o jogo oferece, como diversão, desafio ou imersão.

No ensino, o modelo MDA pode ser usado para projetar jogos que promovam a aprendizagem de forma envolvente e eficaz, alinhando regras pedagógicas aos objetivos educacionais (Schell, 2008).

### **3.4 O modelo Octalysis**

O Octalysis é um modelo de design criado por *Yu-kai Chou* (2016), que estrutura a gamificação com base em oito núcleos motivacionais (Core Drives). Ele permite compreender o que motiva os usuários a se envolverem com uma atividade.

Os núcleos são:

#### **-Significado e Propósito (*Meaning and Calling*):**

O usuário acredita que está contribuindo para algo maior do que si mesmo, engajando-se por uma causa nobre. Exemplo: jogos como Foldit, que convidam jogadores a resolver problemas científicos reais.

#### **-Progresso e Realização (*Development and Accomplishment*):**

Relaciona-se à satisfação de superar desafios, atingir metas e receber feedback claro do progresso (como medalhas, níveis ou barras de conclusão).

-Empoderamento Criativo (*Empowerment of Creativity and Feedback*):

Envolve a liberdade de experimentar, criar e receber respostas imediatas às próprias ações. Jogos como Minecraft exploram esse núcleo ao permitir construções livres.

-Posse e Propriedade (*Ownership and Possession*):

O desejo de acumular, controlar ou melhorar algo (ex.: colecionar itens, personalizar avatares ou gerenciar recursos), gerando um senso de posse.

-Influência Social (*Social Influence and Relatedness*):

Motivações baseadas em interações sociais, como competição, cooperação, comparação ou reconhecimento por outros (ex.: rankings multiplayer ou compartilhamento de conquistas).

-Escassez e Impaciência (*Scarcity and Impatience*):

O desejo por algo inacessível ou disponível por tempo limitado (ex.: itens raros em jogos ou ofertas exclusivas), aumentando a percepção de valor.

-Imprevisibilidade e Curiosidade (*Unpredictability and Curiosity*):

A atração pelo desconhecido, como recompensas aleatórias ou narrativas surpreendentes (mecânicas de loot boxes ou cliffhangers).

-Evitação (*Loss and Avoidance*):

Medo de perder algo (progresso, status, recursos) ou falhar, mantendo o usuário engajado para evitar consequências negativas (ex.: streaks em apps como Duolingo).

### ***3.4.1 Aplicação no design de jogos e gamificação educacional***

No ensino, sua aplicação ajuda a criar experiências gamificadas equilibradas, que não apenas motivam, mas também direcionam os alunos para objetivos concretos de aprendizagem.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 Critérios para Análise de Jogos Educativos**

Esta pesquisa adotará uma abordagem qualitativa para avaliar jogos educacionais brasileiros voltados ao ensino de Física, com foco nos produtos desenvolvidos no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (SBF) do pólo 43 disponíveis em seu acervo. A seleção será pautada em dois frameworks principais:

#### **4.1.1 Uso dos Frameworks MDA e Octalysis**

-MDA (Mecânica, Dinâmica e Estética): Será utilizado para analisar a estrutura dos jogos, verificando se as mecânicas (regras, sistemas de pontuação), dinâmicas (interações entre jogadores) e estética (experiência imersiva) estão alinhadas aos objetivos pedagógicos.

-Octalysis: Avaliará a presença dos oito Core Drives (como Progressão, Empoderamento Criativo e Influência Social) para mensurar o engajamento motivacional dos alunos.

#### **4.1.2 Critérios Específicos**

Além dos demais critérios baseados nos frameworks, irei dar atenção a estes também:

-Engajamento.

.

-Acessibilidade.

-Disponibilidade em plataformas gratuitas ou de baixo custo para escolas públicas.

-Inclusão de recursos para alunos com deficiência (legendas, contraste de cores, comandos por voz).

### **4.2 Seleção de Jogos para Análise**

#### **4.2.1 Jogos Baseados em Física do Acervo SBF**

Foram escolhidas 3 dissertações do mestrado nacional profissional em ensino de física da SBF constantes no repositório da Universidade Federal do Ceará no qual constavam um total 4 produtos com dissertações.

#### **4.2.2 Ferramentas de Avaliação**

Para avaliar os jogos diretamente, irei verificar o alinhamento com os devidos frameworks e apontar suas características mais importantes, sejam estas qualidades ou

defeitos da obra, não os julgando de forma definitiva, visto que este é um assunto bastante subjetivo de ser tratado sem os devidos dados, dados estes ainda sem ou com pouca coleta.

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS JOGOS

### 5.1 Escolha dos jogos analisados

Tive como alvo de minha pesquisa o acervo de dissertações da Sociedade Brasileira de Física, como já dito no tópico 3.2.1, visto que comecei esse trabalho tendo em mente o desenvolvimento de um jogo para o mestrado profissional. Deste modo, irei apresentar a seguir os jogos dando uma breve descrição de cada um, escolhi 3 para abordar neste trabalho.

Foram selecionados três jogos do acervo da Sociedade Brasileira de Física (SBF), desenvolvidos no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do pólo 43, com foco em diferentes abordagens pedagógicas:

- Trilha das Estrelas (jogo físico de cartas adaptado do Super Trunfo) (SECCHIN, 2023);
- Em Busca do Bóson de Higgs (jogo digital em Scratch).  
<https://scratch.mit.edu/projects/171396087>
- Simulador Espaço-Tempo Relativístico (ferramenta digital de simulação);  
<https://apps.microsoft.com/store/detail/espaco-tempo-relativistico/9NF59BQ3SVH4?hl=pt-br&gl=br>

Justificativa: A escolha baseou-se na diversidade de formatos (físico/digital) e no alinhamento com os frameworks MDA e Octalysis (HUNICKE et al., 2004; CHOU, 2016).

#### 5.1.1 TRILHA DAS ESTRELAS - Um jogo físico de cartas

Este é uma nova versão de um jogo já existente, Super Trunfo. O Super Trunfo é um jogo de cartas tradicional em que cada carta apresenta um item (como carros, animais ou países) com atributos numéricos (ex.: velocidade, peso, potência). Os jogadores comparam esses atributos para "vencer" a carta do oponente, usando estratégia e conhecimento sobre os temas abordados. O objetivo é coletar todas as cartas do baralho.

O Super Trunfo das Estrelas (SECCHIN, 2023) é uma adaptação do jogo original, criada para ensinar conceitos de astronomia e física no contexto escolar, são estas distância (medida em anos luz), magnitude (o brilho da estrela em relação a terra), temperatura (em kelvins), luminosidade ( $L_{\odot}$  seria a comparação da luminosidade solar com a luminosidade da estrela mencionada) e massa ( $M_{\odot}$ , novamente uma comparação com a massa do sol e a massa da estrela). Desenvolvido como parte de projetos do Mestrado Profissional em Ensino de Física, o jogo substitui os atributos convencionais por grandezas físicas relacionadas a corpos celestes (ex.: massa, diâmetro, temperatura superficial de estrelas e planetas).

Na Figura 1, podemos observar a estética da carta junto de seu conteúdo que aborda características físicas de uma estrela, que serão utilizadas no jogo. Em sequência o manual de regras e o tabuleiro próprio do jogo (Figuras 2 e 3).

Figura 1: Carta do Jogo Super Trunfo das estrelas.



Fonte: (SECCHIN, 2023)

Figura 2: Manual de instruções do jogo Super Trunfo das estrelas

### Manual de Instruções - Jogo Super Trunfo das Estrelas

**Introdução**  
Você está iniciando o Jogo Super Trunfo das Estrelas. Neste momento você entrará na trilha da imensidão do céu noturno, e, um observador atento, percebe que, as milhões de estrelas espalhadas pelo céu, possuem brilho e cores diferentes. As estrelas possuem denominações diferentes e, ainda, estão localizadas em Constelações específicas. Cada uma delas possui maior ou menor brilho, também chamado magnitude, que se relaciona com a distância e com a luminosidade que as elas emitem, como fonte de luz. Num olhar atento pelo céu, você percebe que as estrelas possuem diferentes tamanhos, cores variadas como amarelas, vermelhas e azuis, maior ou menor massa e, também, luminosidade maior ou menor que a do Sol, podendo, ainda, estar mais distantes ou mais próxima da Terra - nosso planeta azul. O jogo Super Trunfo das Estrelas traz um pouco das principais características que as estrelas possuem e que promove esse intenso iluminar no céu. Venha participar e descobrir mais sobre elas!

**Regras do jogo:**  
O jogo foi baseado nas regras do Jogo Super Trunfo e possui algumas adaptações. Ele possui 32 cartas, um dado, um tabuleiro e 4 pinos de diferentes cores. Baseia-se em comparar parâmetros ou características sobre as estrelas, descritas nas diferentes cartas. O objetivo final é ficar com todas as cartas do jogo.

**Competidores:**  
O jogo pode ter de 2 a 4 jogadores.

**Como jogar:**  
1º passo - As cartas do jogo deverão ser embaralhadas e, organizadas com a face voltada para baixo. O tabuleiro deve ser exposto sobre a mesa. Cada jogador recebe uma carta e um pino e as demais cartas, devem permanecer com a face voltada para baixo. A ordem de início (ataque) poderá ser indicada, por um dos jogadores, por meio do sorteio, de um dos parâmetros, utilizando o dado. Dá partida ao jogo aquele que sortear o parâmetro de menor letra do alfabeto. Veja:

**2º passo** - Cada jogador, vira sua carta, revelando, em voz alta, o nome da estrela e o valor do parâmetro descrito na sua carta.

**3º passo** - O jogador que tiver o parâmetro de maior valor, ganha todas as cartas dos demais adversários e a disputa recomeça para todos.

**4º passo** - O vencedor da rodada, após receber as cartas dos outros jogadores, coloca-as em seu monte e, determina-se, por meio de um novo sorteio, utilizando o dado, o próximo parâmetro a ser utilizado na rodada seguinte. Esta característica poderá ser a mesma, ou outro parâmetro, para dinamizar o jogo.

**5º passo** - Assim que o vencedor recolher as cartas dos demais adversários, ele inicia o caminho no tabuleiro, utilizando o pino de sua preferência, com objetivo de alcançar o final da trilha das estrelas. A trilha possui ações que devem ser seguidas, caso o jogador, pare em uma das casas onde se estabelece um benefício ou uma punição.

**Empate**  
Se dois ou mais jogadores possuírem cartas com o mesmo valor, os demais deixam suas cartas na mesa, e a vitória é decidida entre os que empataram. Para isso, quem escolheu inicialmente, elege outra característica da próxima carta, utilizando o dado. Ganha todas as cartas da rodada quem tiver a informação com valor mais alto.

**Contra-ataque**  
O contra-ataque pode ser feito por qualquer jogador, que tenha uma estrela da mesma constelação do ganhador daquela rodada. Este então fala a expressão "contra-ataque", e tem a chance de escolher um outro parâmetro para atacar a estrela vencedora daquela rodada. O contra-ataque será permitido apenas uma vez em cada rodada, tendo por direito, o jogador que falar primeiro.

**Super Trunfo**  
A carta super trunfo – exemplificada pelo Sol – é embaralhada com as demais. Suas informações superam as características de todas as cartas, se levar em consideração os valores apresentados em cada parâmetro.

**Vencedor**  
Vence o jogador que ficar com o maior número de cartas do baralho.

**Definição dos parâmetros das estrelas**  
**Distância:** distância percorrida pela luz de uma estrela até o centro da Terra.  
**Magnitude:** mede a intensidade do brilho de uma estrela. Astros mais brilhantes possuem menor magnitude, ou seja, negativa.  
**Temperatura:** quanto maior a massa de uma estrela, maior é sua temperatura  
**Massa:** quanto maior a massa mais quente, mais azul e mais luminosa será a estrela

**Unidades de medidas**  
LY: light-year (anos-luz)  
K: Kelvin  
L<sub>☉</sub>: luminosidade da estrela em relação a luminosidade do Sol  
M<sub>☉</sub>: massa da estrela em relação a massa do Sol

**Referências**  
**Fonte de dados:**  
Wikipédia: enciclopédia livre, 2022.  
Disponível em: <https://pt.wikipedia.org>

**Fonte de imagens:**  
Stellarium: software livre de planetário, 2022.  
Disponível em: <http://stellarium.org/pt/>

Fonte: (SECCHIN, 2023)



Figura 3: Tabuleiro Super Trunfo das estrelas



Fonte: (SECCHIN, 2023)

### 5.1.2 EM BUSCA DO BÓSON DE HIGGS - Um jogo digital

O quiz Em Busca Do Bóson De Higgs, se trata de um jogo online da plataforma Scratch (MIT MEDIA LAB, 2025), onde o discente controla um personagem que vai conversando com físicos e respondendo suas perguntas de acordo com o que aprendeu, como mostrado nas Figuras 4 e 5, o objetivo do jogo condiz com seu nome, terminado quando o jogador encontra a partícula.

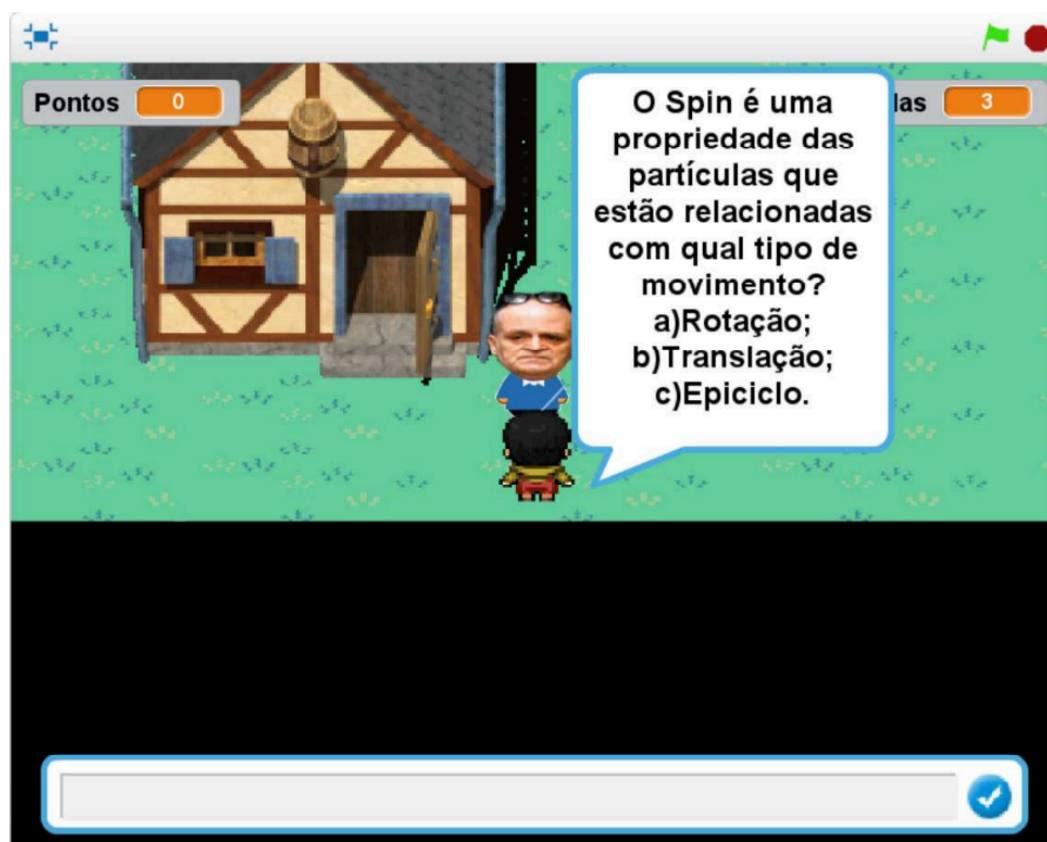
Este jogo apresenta conceitos da Física de Partículas, com ênfase no Modelo Padrão e na descoberta do bóson de Higgs, abordando sobre partículas fundamentais, Bósons mediadores, campo de Higgs estrutura do átomo e comenta sobre pesquisa científica.

Figura 4: Diálogo no jogo Em Busca Do Bóson De Higgs



Fonte: OLIVEIRA; ANDRADE, 2023

Figura 5: Pergunta no jogo Em Busca Do Bóson De Higgs



Fonte: OLIVEIRA; ANDRADE, 2023

### 5.1.3 SIMULADOR ESPAÇO-TEMPO RELATIVÍSTICO - Um simulador

Comumente é falado sobre o simulador PhET (UNIVERSIDADE DO COLORADO, 2025), cito-o para deixar claro que tenho conhecimento de sua existência, entretanto neste escrito estou falando somente sobre os produtos advindos do acervo da Sociedade Brasileira de Física (SBF).

O Simulador Espaço-Tempo Relativístico (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2025) consiste em uma ferramenta pedagógica, o incluo então como suporte ao professor, assim podendo ser um elemento de aprendizado ativo em uma aula gamificada (DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L., 2011, p. 10).

O software simula de maneira interativa uma nave que viaja em velocidades relativísticas, mostrando a alteração em seu comprimento e mostrando o tempo passado no ponto de referência da nave e no ponto de referência da Terra utilizando os relógios na parte direita do painel (Figura 6), este simulador aborda os principais conceitos da Teoria da Relatividade Restrita, proposta por Albert Einstein; Dilatação do tempo, contração do comprimento, referenciais inerciais, limite da velocidade da luz e transformações espaço-temporais.

Figura 6: Painel principal do simulador Espaço-Tempo Relativístico



Fonte: GOBBI; ALVARENGA, 2023

## 5.2 Avaliação Baseada no Modelo MDA

### 5.2.1 Mecânicas: Regras e Estrutura

Simulador Espaço-Tempo Relativístico:

- Regras: Ajuste de velocidade da nave para observar dilatação temporal/contração espacial.
- Feedback: Visualização gráfica imediata (SBF, 2023).

Trilha das Estrelas:

- Regras: Comparação de atributos astronômicos (massa, temperatura) para vencer cartas.
- Feedback: Pontuação por acertos (KAPP, 2012).

Em Busca do Bóson de Higgs:

- Regras: Quiz interativo + simulação de colisões no LHC.
- Feedback: Sistema de vidas e energia acumulada (PRENSKY, 2012).

### 5.2.2 Dinâmicas: Interações e Fluxos

- Simulador: Gera discussões sobre relatividade em sala (MORAN, 2018).
- Trilha das Estrelas: Promove competição saudável e revisão de conceitos.
- Em Busca do Bóson de Higgs: Narrativa imersiva com diálogos com cientistas (MCGONIGAL, 2011).

### 5.2.3 Estética: Experiência do Usuário

Simulador: Interface minimalista, foco em conteúdo científico.

Trilha das Estrelas: Design lúdico com cartas ilustradas.

Bóson de Higgs: Elementos visuais e sonoros inspirados em jogos digitais (ALVES, 2014).

## 5.3 Avaliação Baseada no Modelo Octalysis

### 5.3.1 Núcleos Motivacionais

Na Tabela 1, estão relacionados os jogos com um ou mais núcleo motivacional principal referente ao jogo.

Tabela 1: Jogo e core drive

<b>JOGO</b>	<b>CORE DRIVES ATIVADOS</b>
Simulador	Progressão (níveis de velocidade), Criatividade
Trilha das Estrelas	Competição, Posse (coleção de cartas)
Bóson de Higgs	Significado (narrativa), Empoderamento (escolhas)

### ***5.3.2 Pontos Fortes e Fracos em Engajamento***

**Fortes:** Bóson de Higgs usa uma narrativa e recompensas imediatas, Trilha das Estrelas já se baseia em um jogo famoso para ter maior objetividade no sucesso com os alunos e o simulador traz um tema de interesse à criança bem estimulante, espaçonaves e física moderna.

**Fracos:** Simulador carece de elementos sociais e precisa da criatividade do docente para funcionar de acordo com o objetivo da gamificação e tanto este como o jogo digital precisam de aparelhos para rodarem seus softwares, Bóson de Higgs ainda se enquadra muito no aprendizado baseado em decorar o conteúdo, já o Trilha das Estrelas não permite um número muito alto de jogadores, tal qual os demais jogos, que precisam de muitos aparelhos para serem utilizados, o Trilha também tem esse problema com a quantidade de jogadores por “baralho”.

## **5.4 Comparação entre os Jogos**

### ***5.4.1 Eficácia Pedagógica***

**Simulador:** Ideal para conceitos abstratos (relatividade), mas exige mediação docente.

**Trilha das Estrelas:** Eficaz para memorização de dados astronômicos.

**Bóson de Higgs:** Combina aprendizagem ativa e interdisciplinaridade (SANTOS; OLIVEIRA, 2020).

### ***5.4.2 Aplicação em Sala de Aula***

Sugestões:

- Usar o Simulador em aulas expositivas;
- Trilha das Estrelas como revisão lúdica;
- Bóson de Higgs em atividades complementares.

## **6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **6.1 Resumo dos principais achados**

A análise dos três jogos educativos, Simulador Espaço-Tempo Relativístico, Trilha das Estrelas e Em Busca do Bóson de Higgs, revelou que cada um aborda conceitos físicos de maneira distinta, alinhando-se a diferentes estratégias pedagógicas e frameworks. O Simulador destacou-se por sua capacidade de visualizar conceitos abstratos de relatividade, enquanto a Trilha das Estrelas mostrou eficácia na memorização de dados astronômicos através de competição lúdica. Já Em Busca do Bóson de Higgs combinou narrativa imersiva e aprendizagem ativa, engajando os alunos em um tema complexo como física de partículas (Santos; Oliveira, 2020).

### **6.2 Conclusão sobre a qualidade e eficiência dos jogos analisados**

Os jogos demonstraram potencial significativo para o ensino de Física, cada um com suas particularidades:

- Qualidade: Todos apresentaram design alinhado a objetivos educacionais, com interfaces intuitivas (Simulador e Bóson de Higgs) ou elementos lúdicos familiares (Trilha das Estrelas).
- Eficiência: O Simulador exigiu mediação docente para maximizar seu impacto, enquanto os outros dois foram mais autônomos. A Trilha das Estrelas mostrou-se ideal para revisão, e o Bóson de Higgs para atividades complementares interdisciplinares (Kapp, 2012; McGonigal, 2011).

Pontos fracos incluíram a dependência de dispositivos (Simulador e Bóson de Higgs) e a necessidade de adaptação por parte do professor (Simulador).

### **6.3 Recomendações para o design de futuros jogos educativos de Física**

Com base nas análises, sugere-se:

- Balancear mecânicas e estética: Incorporar elementos de engajamento do Octalysis, como narrativa (Significado) e competição (Competição), sem comprometer o rigor científico (Chou, 2016).
- Flexibilidade pedagógica: Projetar jogos que funcionem tanto em atividades autônomas quanto mediadas, como o Bóson de Higgs.
- Acessibilidade: Priorizar versões físicas ou plataformas de baixo custo para ampliar o acesso (ex.: Trilha das Estrelas) e pensar em maneiras de deixarem os jogos acessíveis

aos alunos com alguma deficiência física, como deixar relevos em Braille nas cartas do Trilha das Estrelas para alunos deficientes visuais.

- Feedback imediato: Manter sistemas de recompensa claros, como no Bóson de Higgs (Zichermann, 2011).

#### **6.4 Limitações do trabalho e sugestões para pesquisas futuras**

-Limitações: A análise restringiu-se a três jogos do acervo da SBF, sem avaliação empírica em sala de aula, visto a pouca quantidade de produtos encontrados no acervo. Além disso, a dependência de tecnologia pode excluir escolas com infraestrutura limitada.

-Sugestões: Abranger o estudo para mais polos de pesquisa, realizar estudos de caso aplicando os jogos em contextos educacionais reais. Explorar o desenvolvimento de jogos híbridos (físico-digitais) para mitigar limitações tecnológicas, pensado nisso, elaborar jogos para dispositivos smartphones, jogos mobiles. Investigar o impacto de elementos sociais (ex.: multiplayer) no engajamento, citado como fraqueza no Simulador (Deterding et al., 2011).



## REFERÊNCIAS

- ALVES, F. **Gamificação: como criar experiências de aprendizagem engajadoras**. São Paulo: DVS Editora, 2014.
- ALVES, L. **Games e educação**. São Paulo: Cortez, 2014.
- BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Orgs.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2003.
- CHOU, Y. **Octalysis Framework**. 2016.
- DECI, E. L.; RYAN, R. M. *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum, 1985.
- DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. **From game design elements to gamefulness: defining "gamification"**. In: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, Tampere, 2011. p. 9–15. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- GOBBI, Luiz Henrique; ALVARENGA, Flávio Gimenes. **Simulador Espaço-Tempo Relativístico**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2023. Disponível em: <https://apps.microsoft.com/store/detail/espacotempo-relativ%C3%ADsticos/9NF59BQ3SVH4?hl=pt-br&gl=br>. Acesso em: 7 jul. 2025.
- HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. São Paulo: Perspectiva, 2014.
- HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. **MDA: A formal approach to game design and game research**. In: Workshop on Challenges in Game AI, 2004.
- KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.
- KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.
- LABURÚ, D. E.; ARRUDA, C. O. M. **O laboratório didático de física: uma visão crítica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 20, n. 3, p. 310–318, 1998.
- MCGONIGAL, J. **Reality is broken: why games make us better and how they can change the world**. New York: Penguin Press, 2011.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. *Dificuldades de aprendizagem em física*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, p. 87–93, 2002.
- MIT MEDIA LAB. **Scratch: Imagine, Program, Share**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://scratch.mit.edu>. Acesso em: 4 jul. 2025.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 17, n. 2, p. 7–34, 2000.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos**: novos desafios e como chegar lá. Campinas: Papirus, 2013.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma educação inovadora. São Paulo: Penso, 2018.

OLIVEIRA, Jefferson Rodrigues de; ANDRADE, Vanessa Carvalho de. Em Busca do Bóson de Higgs. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Física, 2023. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/171396087>. Acesso em: 7 jul. 2025.

PRENSKY, M. Digital game-based learning. New York: McGraw-Hill, 2001.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. American Psychologist, v. 55, n. 1, p. 68–78, 2000.

SANTOS, A.; OLIVEIRA, R. **Gamificação no ensino de física**: análise de jogos digitais. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2020.

SANTOS, E. O. **Educação online**: cibercultura e pesquisa-formação na prática docente. 2014.

SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. **Dificuldades de aprendizagem em física**: o caso dos conceitos de calor e temperatura. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 1–10, 2007.

SAVIANI, D. Escola e Democracia. 30. ed. Campinas: Autores Associados, 1996.

SHELL, J. The art of game design: a book of lenses. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008.

SECCHIN, Gêssica Clevelares. **Trilha das Estrelas**: Um Jogo Facilitador no Processo de Ensino-Aprendizagem. 2023. 139 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA (SBF). Acervo de Recursos para Ensino de Física. Disponível em: <https://www1.fisica.org.br/mnpef/repositorio/produtos-educacionais>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Em Busca do Bóson de Higgs. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/171396087>. Acesso em: 7 jul. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA (SBF). Simulador Espaço-Tempo Relativístico. 2023. Disponível em: <https://apps.microsoft.com/store/detail/espac%C3%A7otempo-relativ%C3%ADsticos/9NF59BQ3SVH4?hl=pt-br&gl=br>. Acesso em: 4 jul. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Em Busca do Bóson de Higgs. São Paulo, 2023. (Material físico/digital disponibilizado no acervo da SBF).

TRINDADE, L. S.; COSCARELLI, C. V. Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

UNIVERSIDADE DO COLORADO. PhET Interactive Simulations. Boulder, 2023.  
Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 4 jul. 2025.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by design**: implementing game mechanics in web and mobile apps. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.