



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SALINÓPOLIS**  
**FACULDADE DE FÍSICA**  
**LICENCIATURA EM FÍSICA**



**MAYRA HELLEN SILVA RAMOS**

**ENSINO DE FÍSICA COM SIMULADOR E GAMIFICAÇÃO: ESTRATÉGIAS  
INCLUSIVAS PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DE DÉFICIT DE ATENÇÃO E  
HIPERATIVIDADE (TDAH)**

**SALINÓPOLIS**

**2025**

MAYRA HELLEN SILVA RAMOS

**ENSINO DE FÍSICA COM SIMULADOR E GAMIFICAÇÃO: ESTRATÉGIAS  
INCLUSIVAS PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DE DÉFICIT DE ATENÇÃO E  
HIPERATIVIDADE (TDAH)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Física do Campus Universitário de  
Salinópolis da Universidade Federal do Pará, para  
obtenção do título de Licenciado(a) em Física.  
Orientador: Dr. Cledson Santana Lopes Gonçalves.

SALINÓPOLIS

2025

MAYRA HELLEN SILVA RAMOS

**ENSINO DE FÍSICA COM SIMULADOR E GAMIFICAÇÃO: ESTRATÉGIAS  
INCLUSIVAS PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DE DÉFICIT DE ATENÇÃO E  
HIPERATIVIDADE (TDAH)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Física do Campus Universitário de Salinópolis da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Licenciado(a) em Física.

Orientador: Dr. Cledson Santana Lopes Gonçalves.

Data de Aprovação: 21 de julho de 2025

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente

**gov.br**

**CLEDSON SANTANA LOPES GONCALVES**  
Data: 20/08/2025 16:04:04-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Dr. Cledson Santana Lopes Gonçalves (Orientador)**  
**Universidade Federal do Pará**

Documento assinado digitalmente

**gov.br**

**DANIANA DE COSTA**  
Data: 20/08/2025 16:15:56-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Dra. Daniana de Costa (Membro)**  
**Universidade Federal do Pará**

Documento assinado digitalmente

**gov.br**

**LILIA CRISTINA DOS SANTOS DINIZ ALVES**  
Data: 21/08/2025 08:22:45-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Dra. Lília Cristina dos Santos Diniz Alves (Membro)**  
**Universidade Federal do Pará**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

R175e Ramos, Mayra Hellen Silva.  
Ensino de física com simulador e gamificação: estratégias inclusivas para alunos com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) / Mayra Hellen Silva Ramos. — 2025.  
43 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Cledson Santana Lopes Goncalves  
Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Salinópolis, Curso de Licenciatura em Física, Salinópolis, 2025.

1. Ensino de Física. 2. Simuladores. 3. Inclusão. 4. Metodologias ativas. I. Título.

CDD 530.07

---

## AGRADECIMENTOS

Chegar ao final desta fase é um momento de profunda gratidão. Essa jornada, marcada por tantos aprendizados e superações, foi significativamente mais leve e possível graças ao apoio incondicional e à presença de pessoas que foram essenciais em cada etapa.

Acima de tudo, agradeço a Deus, pela força, pela sabedoria e por guiar meus passos em cada etapa desta caminhada. Sua benção foi fundamental para a concretização desse sonho.

À minha família, em especial aos meus pais, Maria Creuza P. da Silva e Márcio Silva Ramos, pelo amor incondicional, incentivo constante e por serem a minha maior inspiração.

Às minhas amadas filhas, Ana Livia R. de Souza e Ana Laura R. de Souza, vocês são a minha maior motivação e razão de cada esforço. O amor e a alegria que trazem para minha vida foram o combustível para seguir em frente.

Ao meu amado esposo, Elielton Souza, pelo companheirismo, pela paciência infinita e por todo apoio e incentivo nos momentos de cansaço e incerteza.

Ao meu orientador, Dr. Cledson Santana Lopes Gonçalves, pela confiança, pela valiosa orientação, pela paciência em guiar-me por cada etapa deste trabalho, e pelos conhecimentos compartilhados que foram cruciais para a construção desta pesquisa.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. A gratidão é o sentimento que me move e me impulsiona a continuar buscando conhecimento e aprimoramento.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Controles de aplicação: (1) componentes para a construção do circuito elétrico, (2) aparecer e esconder o sentido do fluxo da corrente elétrica, (3) utilizar um voltímetro e/ou um amperímetro, (4) alternar entre visualizar os componentes em figuras ou em símbolos, (5) ampliar/diminuir o circuito e (6) alterar entre o simulador básico e o de laboratório.....	22
<b>Figura 2</b> - (1) simulação para explicar corrente contínua e alternada, (2) simulação de circuito em série e (3) simulação de circuito em paralelo.....	22
<b>Figura 3</b> - Circuitos elétricos construídos com massinhas condutivas.....	27
<b>Figura 4</b> - Jogo do labirinto elétrico.....	27
<b>Figura 5</b> - esquema de montagem feito por meio da plataforma Tinkercad.....	28

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta metodológica voltada ao ensino de circuitos elétricos para alunos com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) no Ensino Médio. Considerando os desafios enfrentados por esses estudantes no processo de aprendizagem e a importância de práticas pedagógicas inclusivas, o estudo tem como objetivo analisar o potencial de simuladores e atividades experimentais como ferramentas facilitadoras da compreensão de conceitos físicos. A pesquisa é de caráter qualitativo, fundamentada em revisão bibliográfica e na elaboração de uma proposta composta por três etapas práticas: simulação com PhET, construção de circuitos com massinha condutiva e jogo gamificado com Arduino. Cada etapa foi estruturada com base em metodologias ativas, alinhamento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e estratégias que favorecem a atenção, o engajamento e a aprendizagem significativa de alunos com TDAH. A proposta inclui recursos acessíveis, planejamento detalhado, instrumentos de avaliação formativa e orientações pedagógicas para aplicação em sala de aula. Os resultados indicam que a integração de tecnologia, ludicidade e experimentação contribui para o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, ampliando as possibilidades de inclusão e de ensino de Física de forma mais equitativa, contextualizada e motivadora.

**Palavras-chave:** TDAH. Ensino de Física. Simuladores. Inclusão. Metodologias ativas.

## ABSTRACT

This work presents a methodological proposal for teaching electric circuits to high school students with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). Considering the learning challenges faced by these students and the importance of inclusive pedagogical practices, the study aims to analyze the potential of simulators and hands-on activities as tools to support the understanding of physical concepts. This is qualitative, theoretical, and propositional research based on a literature review and the development of a didactic sequence composed of three practical stages: simulation with PhET, construction of circuits using conductive dough, and a gamified activity with Arduino. Each stage was designed according to active learning methodologies, aligned with Brazil's National Common Curricular Base (BNCC), and focused on strategies that foster attention, engagement, and meaningful learning for students with ADHD. The proposal includes accessible resources, detailed planning, formative assessment instruments, and pedagogical guidelines for classroom implementation. The theoretical results indicate that integrating technology, playfulness, and experimentation contributes to the development of cognitive and socio-emotional competencies, expanding the possibilities for a more inclusive, engaging, and equitable Physics education.

**Keywords:** ADHD. Physics Teaching. Simulators. Inclusion. Active Learning.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 TDAH NO CONTEXTO EDUCACIONAL</b> .....	11
2.1 TDAH NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	11
2.2 DESAFIOS DE APRENDIZAGEM PARA ALUNOS COM TDAH.....	12
2.3 METODOLOGIAS ATRATIVAS E INCLUSIVAS.....	19
<b>3 ENSINO DE FÍSICA, TECNOLOGIAS E METODOLOGIAS ATIVAS</b> .....	15
3.1 O ENSINO DE FÍSICA.....	15
3.2 METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA.....	15
3.4 JOGOS INTERATIVOS COMO ESTRATÉGIAS ATIVAS NO ENSINO...18	
<b>4 PROPOSTA METODOLÓGICA E DISCUSSÕES</b> .....	20
4.1 METODOLOGIA.....	20
4.2 SIMULADORES PHET NO ENSINO DE CIRCUITO ELÉTRICOS.....	21
4.3 CIRCUITOS COM MASSINHA DE MODELAR.....	25
4.4 JOGO DO LABIRINTO ELÉTRICO COM ARDUÍNO.....	27
4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PROPOSTA.....	28
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	29
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31
<b>APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO AVALIATIVO</b> .....	37
<b>APÊNDICE 2: CÓDIGO DO JOGO LABIRINTO ELÉTRICO</b> .....	38
<b>APÊNDICE 3: PLANOS DE AULA</b> .....	40

## 1. INTRODUÇÃO

No cenário atual da educação, a busca por práticas pedagógicas inclusivas e inovadoras tem se intensificado, especialmente diante da crescente diversidade presente nas salas de aula. Entre os desafios contemporâneos, destaca-se o atendimento a estudantes com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), uma condição neurobiológica que afeta diretamente o processo de aprendizagem. Diante disso, o uso de tecnologias educacionais, como os simuladores, surge como uma estratégia promissora para promover uma aprendizagem mais acessível, visual e significativa, particularmente no ensino de Física, disciplina frequentemente associada à abstração e à dificuldade de compreensão por parte dos alunos (SANTOS; JÚNIOR, 2024).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça a importância da integração entre tecnologias digitais e processos pedagógicos, destacando a personalização do ensino e o respeito às singularidades dos estudantes (BRASIL, 2018). Nessa perspectiva, a inserção de recursos digitais no contexto educacional não deve se restringir ao uso instrumental das ferramentas, mas sim possibilitar experiências didáticas que favoreçam a participação ativa dos alunos e contribuam para o desenvolvimento de competências cognitivas, emocionais e sociais.

Entretanto, muitos docentes ainda encontram dificuldades para implementar estratégias inclusivas e tecnológicas de forma efetiva, seja por limitações na formação inicial e continuada, seja pela ausência de políticas institucionais que favoreçam a inovação pedagógica. Essa lacuna impacta diretamente a eficácia do ensino, sobretudo de alunos neurodivergentes como aqueles com TDAH, cuja atenção instável, impulsividade e hiperatividade exigem mediações específicas e materiais didáticos mais interativos, multissensoriais e acessíveis (CUNHA, 2012; MATTAR, 2019; BACICH; MORAN, 2018).

Nesse sentido, a presente pesquisa propõe analisar como o uso de simuladores e gamificação pode funcionar como estratégias pedagógicas inclusivas no ensino de Física para estudantes com TDAH, contribuindo para a construção de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, motivadores e eficazes. Além disso, a utilização de elementos de gamificação, como desafios, recompensas, feedbacks imediatos e ambientações lúdicas, tem se mostrado eficaz na promoção da concentração, da permanência e da autonomia dos estudantes com TDAH, ao transformar o processo de ensino-aprendizagem em uma experiência mais interativa e envolvente (RODRIGUES; STRAUB, 2023).

A gamificação, quando aliada ao uso de simuladores digitais, não apenas estimula o interesse dos alunos, mas também favorece a consolidação de conceitos científicos de forma

prática, sensorial e significativa. Parte-se da premissa de que os simuladores, especialmente os desenvolvidos na plataforma PhET, são capazes de representar visualmente conceitos complexos e promover interações que favorecem a concentração, o raciocínio e o engajamento do aluno com o conteúdo.

Nesta perspectiva, a pergunta norteadora deste trabalho é: de que maneira os simuladores podem potencializar o ensino de Física para estudantes com TDAH no ensino médio? Para responder a essa questão, este trabalho tem como objetivo geral de analisar o potencial dos simuladores como ferramenta pedagógica no ensino de Física para alunos com TDAH. Especificamente, pretendeu-se investigar as dificuldades enfrentadas por alunos com TDAH no contexto escolar e suas implicações no ensino de Física; compreender o papel das metodologias ativas e das tecnologias digitais na promoção de práticas inclusivas; identificar características e funcionalidades dos simuladores que favorecem a aprendizagem de alunos com TDAH e propor diretrizes para o uso pedagógico de simuladores no ensino de Física com foco na inclusão.

Portanto, para uma melhor compreensão deste trabalho, ele está estruturado em capítulos que abordam, inicialmente, os fundamentos sobre TDAH e inclusão escolar; em seguida, discute-se o ensino de Física, o uso das tecnologias educacionais e das metodologias ativas; por fim, apresenta-se uma proposta metodológica baseada na literatura científica analisada, com vistas à construção de um ensino mais acessível, eficaz e inclusivo.

## 2. TDH E INCLUSÃO EDUCACIONAL

Este capítulo apresenta os principais aspectos do TDAH, suas manifestações no contexto escolar e os desafios enfrentados por educadores. Discutem-se também os princípios da educação inclusiva e estratégias pedagógicas que favorecem a participação ativa e o desenvolvimento de estudantes neurodivergentes, especialmente no ensino de Física.

### 2.1 TDAH NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A Constituição Federal Brasileira estabelece a educação como um direito fundamental de todos os cidadãos, sendo dever do Estado e da família garanti-la. Esse direito, previsto no artigo 205, visa promover o desenvolvimento integral da pessoa, preparando-a para a vida em sociedade (SANTOS, 2022). Tal garantia se estende aos estudantes com TDAH, que, mesmo apresentando necessidades específicas, têm direito a uma educação de qualidade e inclusiva.

A Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) assegura o atendimento educacional especializado e as adaptações curriculares necessárias para o pleno desenvolvimento desses estudantes (PEREIRA; ALVES, 2024). Complementarmente, a Lei nº 14.254/2021 determina que as instituições de ensino garantam acompanhamento específico para alunos com TDAH, promovendo um ambiente escolar acolhedor e equitativo (GUIDI et al., 2024). Em seu artigo 3º, a referida legislação destaca que:

“Educandos com dislexia, TDAH ou outro transtorno de aprendizagem que apresentam ‘alterações no desenvolvimento da leitura e da escrita, ou instabilidade na atenção, que repercutam na aprendizagem devem ter assegurado o acompanhamento específico direcionado à sua dificuldade, da forma mais precoce possível, pelos seus educadores no âmbito da escola na qual estão matriculados e podem contar com apoio e orientação da área de saúde, de assistência social e de outras políticas públicas existentes no território” (CALDEIRA, 2023, p.14).

A inclusão, conforme Borges (2024), extrapola o campo educacional, abrangendo também as dimensões políticas e sociais. O autor defende que a participação consciente e equitativa de todos os indivíduos na sociedade, com suas singularidades respeitadas, é um direito essencial. A sociedade, portanto, deve reconhecer sua responsabilidade coletiva nesse processo. Maia e Confortin (2015) destacam a importância do papel do educador no desenvolvimento de alunos com TDAH, enfatizando que o êxito do processo inclusivo está diretamente relacionado ao suporte institucional oferecido.

Pretti e Guisso (2020) reforçam:

No que se refere à adoção de formas e meios pedagógicos para otimizar e melhorar o engajamento atencional da criança com TDAH, é importante ressaltar que a escola precisa participar do processo terapêutico, formulando práticas e caminhos que facilitem e otimizem a absorção de conteúdos e a desenvoltura nas avaliações, a partir da teoria de aprendizagem adotada pela escola, baseada no comportamento, no aspecto humano ou, apenas, na capacidade cognitiva de cada um, mas que precisa estar afinada com as necessidades do educando (PRETTI; GUISSO, 2020, p. 11).

Dessa forma, a permanência desses alunos na escola está diretamente vinculada à qualidade da educação oferecida. Lima, Costa e Costa (2020) reforçam a necessidade de um ensino personalizado e de professores preparados para atender às necessidades específicas de cada estudante. Gonçalves (2019) também aponta que a formação continuada de professores, como preconizado na Declaração de Salamanca (1994), é essencial para uma educação inclusiva eficaz.

## 2.2 DESAFIOS DA APRENDIZAGEM PARA ALUNOS COM TDAH

Pesquisas de Gonçalves (2024), Donizetti (2022) e Santos (2023) investigam as dificuldades enfrentadas por alunos com TDAH e apontam estratégias pedagógicas para superá-las. Entre os principais sintomas do transtorno estão a desatenção, hiperatividade e impulsividade. De acordo com Lima, Costa e Costa (2020), esses sintomas se manifestam por meio da dificuldade de manter o foco, mudanças constantes de tarefa, excesso de movimentação e dificuldade em seguir regras ou esperar sua vez.

Lopes (2022) acrescenta que alterações em regiões específicas do cérebro, como a área orbital, estão relacionadas às funções executivas, atenção, memória, organização e planejamento, o que pode explicar os comportamentos típicos de alunos com TDAH em ambientes escolares. Santos (2022) observa que essas dificuldades não afetam apenas o aluno, mas também professores e colegas, refletindo-se em interações sociais desafiadoras. Moura, Silva e Silva (2019) enfatizam a inquietação motora, a impulsividade e a dificuldade de autorregulação emocional como fatores que interferem diretamente no ambiente de aprendizagem.

Brito *et al.*, (2020) afirmam:

O indivíduo com esse transtorno frequentemente não consegue terminar tarefas que começa, parece não escutar, distrai-se facilmente, tem conflito para se concentrar em trabalhos escolares ou outras tarefas que exijam atenção prolongada; para se ater a uma atividade lúdica, possui objeção, age antes de pensar, muda excessivamente de uma atividade para outra, a organização necessita de muita supervisão, fala com frequência, tem dificuldade para esperar a sua vez em jogos ou situações de grupo, corre ou escala objetos excessivamente, se mexe exageradamente e apresenta objeção para permanecer sentado. Essas são características predominantes (BRITO *et al.*, 2020, p. 2-3).

Considerando o exposto, a compreensão dos impactos dos transtornos no desenvolvimento individual é fundamental para identificar as dificuldades que essas pessoas enfrentam ao longo de suas vidas. Essas características impactam negativamente o desempenho escolar e, em muitos casos, também a trajetória profissional (GONÇALVES, 2024). Aquino (2024) ressalta a importância de ambientes educativos que considerem os fatores internos e externos que afetam o desenvolvimento dos estudantes. Bonadio e Mori (2013) reforçam que o professor contemporâneo deve estar preparado para lidar com transformações sociais e tecnológicas constantes, exigindo flexibilidade e atualização contínua.

### 2.3 METODOLOGIAS INCLUSIVAS E ADAPTATIVAS

No cenário atual da Educação Inclusiva, é essencial que as práticas pedagógicas sejam constantemente aprimoradas para acolher, de forma efetiva, a diversidade de perfis presentes nas salas de aula. Como enfatiza Medeiros (2022), a construção de uma educação verdadeiramente inclusiva está diretamente vinculada à adoção de abordagens pedagógicas que não apenas considerem, mas também atendam às necessidades específicas de cada estudante.

Nesse sentido, torna-se imprescindível que as instituições de ensino promovam ambientes genuinamente inclusivos, reconhecendo que os alunos possuem ritmos e modos distintos de aprendizagem, e valorizando essas diferenças como elementos enriquecedores do processo educativo. Contudo, segundo a mesma autora, a inclusão escolar ainda é um tema relativamente recente e, por vezes, tratado de forma imprecisa e superficial.

Diante desse contexto, destaca-se a importância de ampliar o acesso à informação e à formação sobre inclusão escolar, de modo que as práticas pedagógicas se tornem mais eficazes e verdadeiramente capazes de integrar todos os alunos aos processos de ensino e aprendizagem (MEDEIROS, 2022).

Para que a inclusão de alunos com TDAH seja efetiva, é imprescindível que as práticas pedagógicas se baseiem em estratégias concretas e adaptadas às suas particularidades. Como apontam Moura e Silva (2019, p. 4), “é possível observar que a escola exerce grande influência na qualidade do ensino de seus alunos com TDAH, e o professor poderá contribuir significativamente ao utilizar estratégias diversificadas”.

Conforme Silva *et al.* (2010), as estratégias são processos cognitivos que possibilitam atingir objetivos específicos por meio da análise do contexto, da avaliação das ações possíveis e do planejamento das intervenções. Assim, estratégias pedagógicas funcionam como instrumentos essenciais para que o docente organize suas ações com base em observações e análises do processo de aprendizagem dos alunos.

## 2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel na década de 1960, destaca a aprendizagem de conceitos como a forma mais relevante de aquisição de conhecimento para os seres humanos. Segundo a teoria, o aprendizado se torna mais significativo quando o indivíduo é capaz de relacionar de forma não arbitrária e não literal o novo conhecimento com sua estrutura cognitiva pré-existente. Essa abordagem contrasta com a simples memorização, que não estabelece conexões (TAVARES, 2004).

Segundo Tavares (2004), há três requisitos primordiais para a aprendizagem significativa, sendo eles:

A oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica; a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva que possibilite a sua conexão com o novo conhecimento; a atitude explícita de apreender e conectar o seu conhecimento com aquele que pretende absorver (TAVARES, 2004).

Em complemento, ao citar o livro de Marco Antônio Moreira e Elcie Aparecida Fortes Salzano Masini, intitulado *Aprendizagem significativa*, Darroz (2018) destaca que a teoria de Ausubel se sobressai por sua simplicidade e clareza. Para o autor, a obra ressalta que o aprendizado vai além da mera execução de comandos, exigindo que o aluno seja um sujeito ativo no processo.

Nesse sentido, a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conhecimento se conecta a uma estrutura cognitiva preexistente, conhecida como “subsunçor”. Esse processo modifica tanto a nova informação quanto a estrutura cognitiva, que é definida como o conjunto de informações e sua organização na mente. Os subsunçores, por sua vez, são conceitos ou noções já existentes que funcionam como “pontos de ancoragem” para a integração de novas informações (DARROZ, 2018, p. 578).

Nessa perspectiva, Costa Júnior (2023) destaca que

A aprendizagem significativa de Ausubel apresenta uma perspectiva distinta sobre a educação, proporcionando aos professores uma nova forma de pensar sobre a melhor forma de transmitir conhecimento e habilidades aos seus alunos. Sugere que os educadores devem projetar currículos em torno do conhecimento prévio, usar métodos de ensino que se concentre em formar conexões significativas entre conceitos e envolver ativamente os alunos em suas próprias descobertas significativas. Além disso, suas teorias fornecem aos professores uma metodologia alternativa para a formação profissional continuada, além das abordagens tradicionais (JÚNIOR *et al.*, 2023, p. 53).

Portanto, a aprendizagem significativa está diretamente relacionada à forma como a estrutura cognitiva do estudante se organiza. Esse processo é dinâmico, pois a própria estrutura cognitiva só se expande e se fortalece mediante novas aprendizagens (NETO, 2013).

### 3. ENSINO DE FÍSICA, TECNOLOGIAS E METODOLOGIAS ATIVAS

Este capítulo aborda as potencialidades das tecnologias educacionais e das metodologias ativas no ensino de Física, destacando como essas abordagens favorecem o engajamento, a aprendizagem significativa e a inclusão de estudantes com TDAH. Também são discutidas práticas pedagógicas inovadoras, como o uso de simuladores e recursos interativos no contexto da sala de aula

#### 3.1 ENSINO DE FÍSICA

O ensino de Física no Ensino Médio, centrado principalmente nos conteúdos da Física Clássica como Mecânica, Eletricidade e Magnetismo, ainda é frequentemente conduzido por meio de abordagens expositivas tradicionais e descontextualizadas. Essa forma de ensino dificulta a aprendizagem significativa, especialmente para estudantes que apresentam necessidades educacionais específicas. Nesse viés, Vilela e Araújo (2022) mencionam que:

O atual ensino da Física nas escolas não é o que se deseja, nem na forma de ensinar nem no conteúdo. A forma é inadequada por que passa a ilusão do conhecimento absoluto e eternamente estabelecido, não procurando mostrar a relatividade dos fatos e a correlação entre eles. É inadequado o conteúdo porque se gasta muito tempo com assuntos de pouco interesse [...] (VILELA; ARAÚJO, 2022, p. 26).

Segundo o Brasil (2015), é necessário adotar estratégias pedagógicas que promovam o acesso, a permanência e o sucesso escolar, considerando as diferentes formas de aprender e os diversos contextos socioculturais dos alunos. Battistel, Holz e Sauerwein (2022) destacam que existe uma desconexão entre os objetivos formativos e as condições reais das escolas públicas, o que impõe barreiras ao ensino efetivo de conteúdos científicos. Nesse cenário, torna-se fundamental integrar tecnologias educacionais e práticas pedagógicas mais interativas e acessíveis.

Angotti (2015) propõe que a aprendizagem em Ciências deve envolver experiências investigativas, a construção de significados e a aplicação do conhecimento a situações reais, o que contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia dos estudantes. Para alunos com TDAH, essas abordagens são ainda mais relevantes, pois favorecem o engajamento, reduzem a monotonia e ampliam as oportunidades de participação ativa no processo de ensino-aprendizagem.

Apesar das mudanças significativas nas políticas públicas de educação no Brasil, ainda há desafios para garantir que o ensino realmente acompanhe as transformações tecnológicas e

científicas, pois, algumas escolas já apresentam avanços, mas a tradição escolar ainda resiste às mudanças, o que afeta especialmente o ensino de Física.

### 3.2 METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA

As metodologias ativas representam uma mudança de paradigma no campo educacional, ao deslocar o foco da transmissão de conteúdo para a construção ativa do conhecimento pelo estudante. No contexto do ensino de Física, essas abordagens são especialmente promissoras por promoverem experiências práticas, resolução de problemas e conexões significativas com o cotidiano dos alunos.

Souza e Santos (2021) afirmam que as metodologias ativas se caracterizam por envolver os estudantes em situações reais ou simuladas que exigem tomada de decisão, colaboração e protagonismo. Para que essas práticas sejam efetivas, é necessário que estejam fundamentadas em princípios teóricos consistentes, como a aprendizagem significativa de Ausubel e o construtivismo de Piaget e Vygotsky.

Apesar de sua relevância, ainda há resistência por parte de alguns professores quanto à adoção dessas metodologias no ensino de Física. A formação docente tradicional, pautada em modelos conteudistas e centrados no professor, muitas vezes dificulta a incorporação de práticas inovadoras e inclusivas. Para estudantes com TDAH, essa lacuna se torna ainda mais prejudicial, pois limita o uso de estratégias que favoreçam seu engajamento, foco e compreensão.

Entre as estratégias mais indicadas para alunos com TDAH estão a fragmentação de tarefas, a utilização de recursos visuais e táteis, a gamificação, o ensino híbrido e o uso de simuladores digitais. Essas práticas, quando bem planejadas, contribuem para tornar o ensino mais dinâmico, estimulante e acessível a diferentes perfis cognitivos. Por fim, é importante ressaltar que a inclusão vai além da adaptação de recursos materiais, ela exige uma mudança cultural profunda na forma como a escola compreende o fracasso escolar. Como afirma Sasaki (2006), a valorização das diferenças é um dos pilares da educação inclusiva e deve ser vista como um potencial catalisador de inovação pedagógica.

### 3.3 TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO

A inserção das Tecnologias Digitais no ensino de Física tem ampliado significativamente as possibilidades de mediação do conhecimento, promovendo uma aprendizagem mais interativa, visual e personalizada. Entre essas tecnologias, destacam-se os simuladores digitais, as plataformas educacionais, os vídeos interativos, os jogos e os ambientes virtuais de aprendizagem.

Nesse contexto de inovação e de incorporação de novas abordagens, Costa, Da Silva e Soares (2023) destacam algumas tecnologias digitais que contribuem para a melhoria do ensino, tais como:

**Lousa digital:** tela sensível ao toque, proporcional à lousa tradicional, que permite interações dinâmicas durante a aula; **Realidade virtual:** utilização de óculos especiais que ampliam a percepção visual e simulam diferentes ambientes, permitindo contato com outras realidades sem sair do lugar; **Gamificação:** aplicação de elementos de jogos digitais para tornar o processo de aprendizagem mais lúdico e envolvente; **Google Sala de Aula:** ferramenta que organiza tarefas e facilita a comunicação digital entre professores e estudantes; **G Suite for Education:** conjunto de recursos do Google voltado para fins educacionais, que oferece diversas ferramentas digitais para organização, colaboração e dinamização de atividades em sala (COSTA; DA SILVA; SOARES, 2023, p. 151).

A aplicação dessas tecnologias no contexto educacional também suscita reflexões importantes, especialmente quando se trata do apoio a alunos com TDAH. Nesse sentido, questionam-se a real eficácia dessas ferramentas, as melhores práticas para sua implementação e os possíveis impactos sobre o desempenho acadêmico e o bem-estar dos estudantes. Torna-se essencial, portanto, compreender até que ponto esses recursos contribuem para otimizar o processo educacional de alunos com TDAH, considerando os obstáculos e limitações que sua utilização pode envolver (LÔBO *et al.*, 2024).

Segundo Costa et al. (2023), a tecnologia tem exercido um papel fundamental como suporte à prática docente, revelando-se cada vez mais atrativa aos estudantes. A integração de ferramentas digitais nas instituições de ensino representa uma ruptura com métodos tradicionais. Ainda que haja resistência e desafios operacionais, essas tecnologias permitem aos alunos assumirem uma postura mais ativa, investigativa e autônoma, favorecendo a construção do conhecimento e a abertura à inovação.

Diante disso, observa-se que tais ferramentas expandem as oportunidades de ensino-aprendizagem e ganham relevância tanto na produção quanto na reconstrução do conhecimento. Elas também funcionam como suporte complementar às informações transmitidas pelos docentes, transformando significativamente a prática pedagógica (SOUSA *et al.*, 2024).

Entre os recursos mais promissores destaca-se o projeto *PhET Interactive Simulations*, desenvolvido pela Universidade do Colorado. Essa plataforma oferece simulações interativas que possibilitam a exploração de conceitos físicos complexos, como circuitos elétricos, campos magnéticos e leis do movimento, de forma visual e experimental, mesmo na ausência de laboratórios físicos (DE MEDEIROS JR. *et al.*, 2024).

O uso de simuladores digitais é particularmente indicado para estudantes com TDAH, pois proporciona feedback imediato, estimulação visual controlada e aprendizagem por tenta-

tiva e erro. Além disso, os simuladores permitem que os estudantes avancem em seu próprio ritmo, promovendo autonomia, autorregulação e engajamento no processo de aprendizagem.

Godinho (2021) reforça que o uso de tecnologias no ensino de Física potencializa a aprendizagem por meio da visualização e da manipulação de variáveis. Para que essa mediação seja eficaz, é fundamental que o professor conheça as ferramentas disponíveis, planeje suas aulas com intencionalidade pedagógica e acompanhe de forma sistemática o percurso de aprendizagem dos alunos.

Portanto, a integração entre simuladores, metodologias ativas e estratégias inclusivas configura-se como um caminho promissor para o ensino de Física no século XXI. Ao considerar as necessidades específicas dos estudantes com TDAH, o uso das tecnologias educacionais torna-se ainda mais relevante, promovendo ambientes de aprendizagem que respeitam as singularidades e favorecem o desenvolvimento das potencialidades de todos os alunos.

### 3.4 JOGOS INTERATIVOS COMO ESTRATÉGIA ATIVA NO ENSINO

Os jogos interativos vêm ganhando espaço nas práticas pedagógicas contemporâneas por sua capacidade de integrar aprendizagem, motivação e desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais. No contexto do ensino de Física, especialmente para estudantes com TDAH, os jogos se revelam ferramentas eficazes para promover o engajamento, facilitar a compreensão de conceitos abstratos e estimular a autorregulação da atenção.

Segundo Rodrigues e Straub (2023), a gamificação aplicada à educação promove um ambiente de aprendizagem dinâmico, pautado em desafios, metas e recompensas, que estimulam o foco e a permanência do aluno na tarefa. Para estudantes com TDAH, essas características são fundamentais, pois oferecem feedback imediato, progressão por etapas e interação sensorial, elementos que contribuem para reduzir a dispersão e aumentar o tempo de concentração (COUTINHO; AZEVEDO, 2024).

Diferentemente dos jogos meramente recreativos, os jogos interativos com fins didáticos devem estar fundamentados em objetivos pedagógicos claros e alinhados ao conteúdo curricular. Para tanto, é essencial que o docente atue como mediador, conduzindo os alunos à reflexão, à resolução de problemas e à construção colaborativa do conhecimento (PAVÃO; PAVÃO, 2021).

No ensino de Física, jogos digitais como *Circuit Construction Kit*, *Energy Skate Park* e *Electric Field Hockey* (todos disponíveis na plataforma PhET) permitem que os estudantes explorem conceitos como corrente elétrica, energia potencial e campo elétrico de forma visual

e manipulativa. A interatividade favorece a aprendizagem significativa ao permitir a experimentação sem os riscos e custos dos laboratórios físicos.

Além dos jogos digitais, também é possível aplicar jogos analógicos com base em metodologias ativas, como trilhas temáticas sobre circuitos elétricos, cartões de problema que simulam situações cotidianas envolvendo fenômenos físicos e jogos cooperativos de tabuleiro, nos quais os alunos precisam argumentar e tomar decisões conjuntas.

Essas atividades potencializam a participação de estudantes com TDAH, pois favorecem o trabalho em equipe, a movimentação controlada, o aprendizado por tentativa e erro e o reconhecimento de conquistas. Como ressaltam Sousa e Santos (2021), o aspecto lúdico não é apenas motivacional, mas atua como catalisador da aprendizagem.

O sucesso dos jogos como estratégia pedagógica requer planejamento, intencionalidade e avaliação formativa. É necessário definir os critérios de aprendizagem, acompanhar o desempenho dos estudantes e promover momentos de reflexão sobre a atividade realizada. Dessa forma, os jogos deixam de ser recursos complementares e se tornam ferramentas centrais no processo de ensino-aprendizagem inclusivo e significativo.

## 4. PROPOSTA METODOLÓGICA E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta uma proposta metodológica inspirada no projeto de extensão intitulado “A utilização de TICs no ensino de eletricidade apoiado nas oficinas de aprendizagem em Física”, desenvolvido na Universidade Federal do Pará, pelo Docente Cledson Santana Lopes Gonçalves e a discente Meyrilene dos Santos de Oliveira, aplicado na Escola Aracy Alves Dias. O objetivo é descrever, fundamentar e discutir atividades práticas que envolvam simuladores digitais, experimentação com materiais alternativos e jogos gamificados, com ênfase na inclusão de estudantes com TDAH.

### 4.1 METODOLOGIA

A presente proposta fundamenta-se em uma pesquisa de abordagem qualitativa, cujo objetivo é analisar o potencial de simuladores e atividades experimentais como ferramentas facilitadoras da compreensão de conceitos físicos. Segundo Minayo (2009), a pesquisa qualitativa busca captar a complexidade dos fenômenos sociais a partir da perspectiva dos sujeitos, priorizando os significados, motivações e intencionalidades das ações humanas.

Esse tipo de abordagem é especialmente relevante quando se trata de investigar práticas pedagógicas voltadas à diversidade, por permitir uma análise profunda do contexto, das interações e das experiências dos sujeitos envolvidos no processo educativo (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Ao focar nas percepções e possibilidades formativas, a pesquisa qualitativa contribui para a elaboração de propostas mais sensíveis às especificidades de grupos historicamente negligenciados, como os alunos neurodivergentes. No que concerne as características da pesquisa qualitativa, Souza *et al.* (2022) destaca que,

A pesquisa qualitativa traz como principais características o seguimento da tradição interpretativa, ou seja, parte do pressuposto que os seres humanos agem em funções de suas crenças, percepções, sentimentos e valores, e que sua forma comportamental tem sempre um significado que não se conhece de forma imediata, precisando ser desvelado.

Além disso, o caráter exploratório da investigação permite mapear experiências e delinear diretrizes para práticas pedagógicas inovadoras, mesmo na ausência de dados empíricos aplicados. Essa característica torna-se valiosa em campos ainda carentes de produção consolidada, como o uso de simuladores e jogos interativos no ensino de Física com foco em TDAH (LIMA; OLIVEIRA; SILVA, 2022).

Embora ainda não tenha sido aplicada, a proposta foi planejada considerando aspectos fundamentais de uma prática pedagógica inclusiva e ativa, conforme defendido por Gonçalves (2024) e Santos (2023). As atividades foram organizadas em três etapas: (1) exploração inicial com simuladores virtuais; (2) montagem prática de circuitos com materiais acessíveis; e (3) gamificação com Arduino por meio de um labirinto elétrico interativo. Essas etapas combinam tecnologia digital, manipulação prática e elementos lúdicos, criando um ambiente multissensorial, dinâmico e acessível a diferentes perfis de aprendizagem. As atividades foram estruturadas com base na BNCC (Brasil 2018) e alinhadas às habilidades EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT308. Assim, cada uma dessas etapas será apresentada nas seções seguintes, com suas respectivas fundamentações e justificativas pedagógicas.

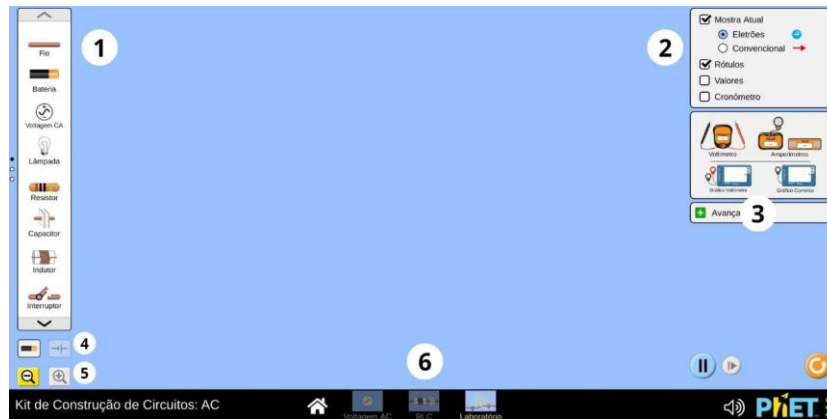
Como parte integrante do planejamento, foi elaborado um questionário reflexivo (ver Apêndice A), que poderá ser utilizado como instrumento de coleta de dados em uma futura aplicação da sequência. O questionário contém perguntas abertas e fechadas com o propósito de avaliar as percepções dos estudantes em relação à clareza das instruções, à motivação durante as atividades, ao nível de participação e às principais dificuldades encontradas ao longo das três etapas. Esse tipo de instrumento é importante por permitir ao professor compreender não apenas os resultados conceituais, mas também os aspectos afetivos e atitudinais envolvidos na aprendizagem, o que é essencial quando se trata de estudantes neurodivergentes, como destacam Donizetti (2022) e Lima et al. (2020).

Além disso, a elaboração do questionário está alinhada aos princípios de uma avaliação formativa e sensível à diversidade, como discutido por Freitas e Pletsch (2010), favorecendo a escuta ativa dos alunos e contribuindo para a adaptação contínua das práticas pedagógicas. Ainda que este estudo não tenha seguido para a etapa empírica, o delineamento proposto serve como base para futuras investigações que visem compreender os efeitos das metodologias ativas e dos recursos tecnológicos no ensino de Física para alunos com TDAH.

## 4.2 SIMULADORES PHET NO ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

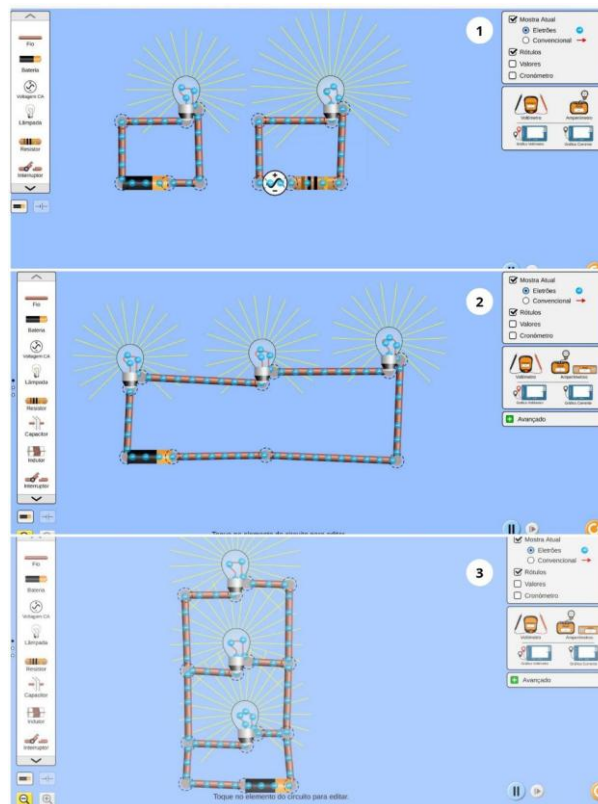
Inicialmente, devemos mencionar que o uso da plataforma PhET é uma estratégia didática eficaz para o ensino de conceitos tais como corrente elétrica, resistência e associação de componentes (ver Figuras 01 e 02), uma vez que permitem que os estudantes explorem visualmente o comportamento dos circuitos e manipulem variáveis em tempo real, o que favorece a aprendizagem significativa e ativa.

Figura 01: Controles de aplicação: (1) componentes para a construção do circuito elétrico, (2) aparecer e esconder o sentido do fluxo da corrente elétrica, (3) utilizar um voltímetro e/ou um amperímetro, (4) alternar entre visualizar os componentes em figuras ou em símbolos, (5) ampliar/diminuir o circuito e (6) alterar entre o simulador básico e o de laboratório.



Fonte: autor (2025)

Figura 02: (1) simulação para explicar corrente contínua e alternada, (2) simulação de circuito em série e (3) simulação de circuito em paralelo



Fonte: autor (2025)

Além de estimular a curiosidade e o engajamento dos alunos, os simuladores oferecem feedback imediato e cenários de experimentação seguros e acessíveis, o que é particularmente benéfico para estudantes com TDAH. A possibilidade de testar hipóteses, visualizar fluxos elétricos e identificar relações causa-efeito de maneira interativa contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, além de facilitar a transposição dos conhecimentos para situações cotidianas.

Portanto, nesta etapa as habilidades trabalhadas, de acordo com a BNCC serão:

- EM13CNT107: Analisar circuitos elétricos simples, com base nos conceitos de corrente elétrica, resistência e diferença de potencial;
- EM13CNT205: Investigar transformações de energia em dispositivos e sistemas elétricos presentes no cotidiano;
- EM13CNT301: Interpretar informações e dados obtidos em experimentações e simulações;
- EM13CNT308: Utilizar recursos digitais e analógicos para resolver problemas de natureza científica e tecnológica.

Esta etapa deve ser planejada para que seja desenvolvida em duas aulas de aproximadamente 50 minutos, estruturadas para promover a compreensão gradual e significativa dos conceitos fundamentais de circuitos elétricos. Os objetivos principais envolvem o desenvolvimento de noções sobre corrente elétrica, resistência, diferença de potencial e a associação de resistores. Além disso, busca-se estimular a habilidade dos estudantes na manipulação de ferramentas digitais, por meio do uso do simulador *Circuit Construction Kit* da plataforma PhET.

A organização da atividade em etapas curtas, com objetivos bem definidos e integrando teoria, simulação e contextualização prática, atende às recomendações de ensino inclusivo e ativo, favorecendo o engajamento contínuo dos estudantes. Segundo Nunes et al. (2022), o uso de simuladores associado a metodologias ativas contribui para o desenvolvimento da autonomia e da motivação, especialmente de alunos com dificuldades de atenção, como aqueles com TDAH. Por isso, também é fundamental que os alunos consigam relacionar os conceitos aprendidos a situações do cotidiano, fortalecendo a construção do conhecimento com base em suas experiências prévias.

Os recursos didáticos utilizados durante as aulas deverão ser cuidadosamente selecionados para atender às necessidades dos estudantes e facilitar a mediação pedagógica de forma dinâmica, acessível e significativa. Para esta etapa, propõem-se os seguintes materiais: notebook ou data show, simulador PhET, quadro branco, pilotos e apagador, Arduino Uno, protoboard, pushbutton, massinha de modelar, LEDs, resistores (1k, 220 ohms, 330 ohms), bateria de 9V com conectores, fios jumper e material metálico (arame). Devemos mencionar, que estes recursos também fazem parte das outras etapas.

A escolha desses recursos se fundamenta na necessidade de diversificar os estímulos e oferecer múltiplas formas de representação do conhecimento, visual, tátil, prática e digital, favorecendo a aprendizagem de todos os estudantes, em especial daqueles com TDAH. Segundo Godinho (2021), a utilização de recursos didáticos variados promove o engajamento e a motivação dos alunos, permitindo maior retenção conceitual por meio da experiência sensorial e da aprendizagem ativa. Já Cunha (2012) destaca que atividades manipulativas e interativas, ao serem integradas com tecnologias digitais, contribuem para reduzir a dispersão e facilitar a concentração de alunos com dificuldades de atenção. Além disso, ao proporcionar situações-problema reais e lúdicas por meio da experimentação e da simulação, os recursos atuam como mediadores fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio científico, da autonomia e da autorregulação emocional, aspectos essenciais em uma proposta de ensino inclusiva, investigativa e contextualizada.

Para a condução das aulas, recomenda-se que elas sejam organizadas em momentos distintos, a fim de favorecer a construção gradual do conhecimento e o engajamento contínuo dos estudantes. Conforme Bacich e Moran (2018), a estruturação das atividades em etapas bem definidas, com variação de estímulos e momentos de reflexão, é essencial para o sucesso das metodologias ativas, especialmente em contextos inclusivos.

No primeiro momento consiste em uma breve exposição teórica conduzida pelo professor, utilizando o quadro branco e recursos visuais para apresentar os conceitos de corrente elétrica, resistência, diferença de potencial e circuitos em série e paralelo. Essa introdução deve contextualizar os temas com situações do cotidiano, facilitando a assimilação inicial dos conteúdos. Em seguida, os alunos serão convidados a utilizar o simulador PhET, no qual poderão montar virtualmente diferentes circuitos e observar o comportamento das cargas elétricas. Durante essa etapa, os estudantes trabalharão em duplas com o auxílio de notebooks ou data show, acompanhados por uma sequência de tarefas previamente planejadas, tais como montar um circuito simples com uma pilha e uma lâmpada e observar o fluxo de corrente; adicionar um segundo resistor em série e comparar a intensidade da

corrente; alterar o circuito para configuração em paralelo e registrar as diferenças; testar o funcionamento de uma chave interruptora e elaborar hipóteses sobre o comportamento da corrente em cada configuração e discutir em grupo.

Essa estrutura proporciona momentos de experimentação, tomada de decisão, comparação de resultados e socialização das descobertas, aspectos que, segundo Souza e Santos (2021), são fundamentais para promover a aprendizagem ativa e o desenvolvimento da autonomia nos estudantes, sobretudo naqueles com TDAH, que se beneficiam de estímulos controlados, clareza nas instruções e alternância entre tarefas teóricas e práticas.

Finalmente, é necessário definir o tipo de avaliação que permitirá verificar se os objetivos propostos foram alcançados e se os alunos estão efetivamente construindo conhecimentos significativos. Para esta etapa, propõe-se a utilização da avaliação formativa, com ênfase na observação contínua do processo de aprendizagem. O foco estará no envolvimento dos estudantes durante as atividades, na capacidade de construir e interpretar circuitos elétricos, na participação nas discussões em grupo e no preenchimento reflexivo de um roteiro de atividades.

Além disso, deverá ser incluído um momento de autoavaliação e devolutiva coletiva, no qual os alunos poderão refletir sobre sua própria aprendizagem e compartilhar percepções sobre a experiência vivenciada. Essa prática está alinhada às abordagens de *Assessment for Learning*, que fortalecem a autorregulação e favorecem o desenvolvimento da autonomia estudantil ao facilitar compreensão contínua dos critérios de sucesso (SMITH; RUST, 2022).

No caso de estudantes com TDAH, esse tipo de avaliação mostra-se ainda mais adequada, pois respeita seus ritmos e formas de expressão, valoriza o progresso individual e reduz a pressão associada a avaliações tradicionais. Estudos recentes demonstram que, quando associada a estratégias de devolutiva construtiva, essa abordagem reduz significativamente a ansiedade, melhora a motivação autônoma e fortalece a autoeficácia (BEAUX *et al.*, 2024; LIEBEL; SIGURÐARDÓTTIR, 2023). Desta forma, permite que professor possa identificar progressos e dificuldades em tempo real, adaptando imediatamente o percurso pedagógico com base nas necessidades de cada estudante. Isso fortalece práticas mais inclusivas, de acordo com o paradigma da Neurodiversidade, que valoriza ambientes de aprendizagem acolhedores e responsivos aos diferentes modos de cognição e atendimento (BEAUX *et al.*, 2024)

#### 4.3 CIRCUITOS COM MASSINHA DE MODELAR

Na segunda etapa, em uma aula de 50min, os alunos deverão fazer a construção dos circuitos com massinha de modelar para colocar em prática o que foi aprendido na etapa 01 (ver Figura 03). Aqui, os estudantes deverão construir fisicamente circuitos utilizando massinha condutiva, LEDs e pilhas. A proposta é transformar os conceitos explorados virtualmente em experiências táteis e visuais, tornando-os mais concretos e significativos. Ainda, para estudantes com TDAH, essa atividade oferece oportunidades de movimento controlado, exploração sensorial e resolução prática de problemas, estimulando a atenção sustentada e o engajamento afetivo.

Nesta etapa as habilidades trabalhadas, de acordo com a BNCC serão:

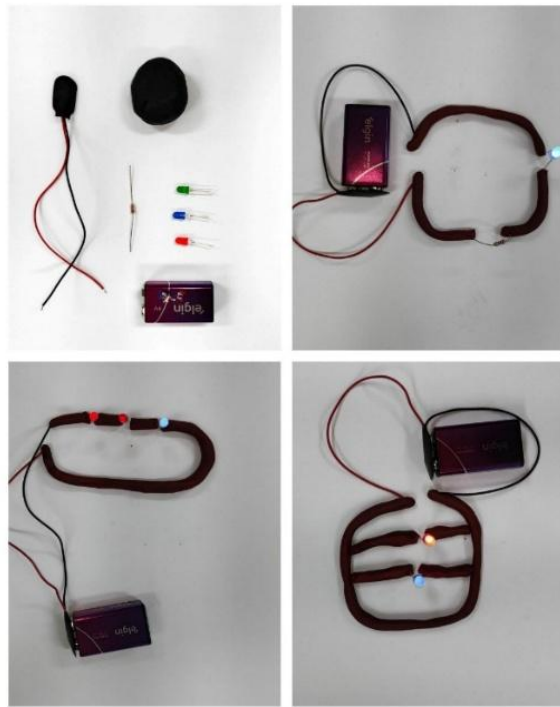
- EM13CNT107: Analisar circuitos elétricos simples, com base nos conceitos de corrente elétrica, resistência e diferença de potencial;
- EM13CNT205: Investigar transformações de energia em dispositivos e sistemas elétricos presentes no cotidiano;
- EM13CNT303: Relacionar conhecimentos de Física a práticas tecnológicas acessíveis e sustentáveis.

A atividade será desenvolvida com os mesmos grupos da etapa 01. Além disso, ela deverá ter momentos distintos. Inicialmente, o professor retomará conceitos por meio de perguntas tais como, o que é necessário para que uma lâmpada acenda? A massinha conduz eletricidade? Em seguida, os alunos deverão montar circuitos simples e testar hipóteses utilizando massinha condutiva, LEDs e pilhas. Ao final, os grupos apresentarão seus resultados, discutindo o que funcionou e os ajustes realizados.

Esta proposta se fundamenta na aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003) e na valorização da ação concreta como promotora de compreensão conceitual (CUNHA, 2012). Para alunos com TDAH, a atividade permite variação de estímulos e promove o foco por meio da manipulação prática.

Para avaliação, ela deverá ser similar a etapa 01. Isto é, a avaliação será formativa, com base na observação da participação, na construção de circuitos funcionais e na explicação oral dos resultados. Os estudantes também deverão desenhar seus circuitos, promovendo a metacognição e a argumentação científica (ZABALA, 1998). Essa etapa reforça o vínculo entre teoria e prática e contribui para uma aprendizagem ativa e acessível.

Figura 03: Circuitos elétricos construídos com massinhas condutivas



Fonte: autor (2025)

#### 4.3 JOGO DO LABIRINTO ELÉTRICO COM ARDUINO

A terceira etapa, em uma aula de 50min, consiste na construção e exploração de um jogo gamificado, no qual os alunos interagem com o chamado labirinto elétrico (ver Figura 04). A atividade desafia os estudantes a percorrer um fio metálico com uma argola conectada a um circuito elétrico sem encostar nas laterais. Caso isso ocorra, uma buzina é acionada, acompanhado do acendimento de um LED, sinalizando o erro. O circuito é montado com o uso de Arduino Uno, protoboard, interruptor, LEDs, buzina fios jumper, conforme Figura 05.

Figura 04: Jogo labirinto elétrico.

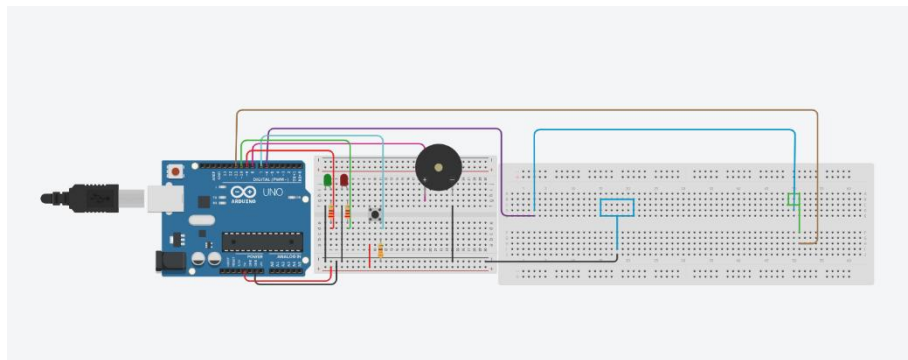


Fonte: autor (2025)

Essa fase alia aprendizagem prática, concentração e controle motor fino, promovendo o engajamento dos alunos por meio de uma dinâmica lúdica e colaborativa. Como sugestão inicial, o professor pode levantar questionamentos como: O que acontece em um curto-circuito? Como os alarmes detectam contato físico? A partir dessas provocações, os alunos, organizados em grupos, serão desafiados a percorrer o labirinto sem erros, enquanto o professor acompanha o desempenho e o tempo de execução de cada equipe, incentivando a superação pessoal e coletiva.

De acordo com Rodrigues e Straub (2023), a gamificação no ensino de conteúdos científicos favorece a motivação, a superação de desafios e o envolvimento emocional dos estudantes. O uso de recompensas simbólicas (como bombons, brindes ou um quadro dos campeões) pode estimular positivamente os alunos com TDAH, promovendo autoestima e engajamento. Além disso, Sousa e Santos (2021) destacam que o caráter lúdico das atividades ajuda a reduzir a ansiedade diante de erros, fortalecendo a aprendizagem por tentativa e erro.

Figura 05: esquema de montagem feito por meio da plataforma Tinkercad.



Fonte: autor (2025)

Portanto, nesta etapa, as habilidades da BNCC desenvolvidas são:

- EM13CNT107: Analisar circuitos elétricos simples com base nos conceitos de corrente elétrica e resistência;
- EM13CNT301: Interpretar informações e dados obtidos em experimentações e simulações;
- EM13CNT401: Utilizar conceitos físicos em práticas tecnológicas e experimentais.

A avaliação deverá, também, ser formativa, considerando a participação ativa dos estudantes, o esforço para superar o desafio proposto, a colaboração entre os colegas e a

capacidade de explicar o funcionamento do circuito. Os grupos também poderão sugerir adaptações ou variações no jogo, favorecendo a criatividade, o pensamento crítico e a construção coletiva do conhecimento. Finalmente, essa etapa representa a integração entre tecnologia, ludicidade e aprendizagem ativa, promovendo uma experiência concreta, significativa e acessível para todos, com atenção especial à inclusão de estudantes com TDAH e ao desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais.

#### **4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PROPOSTA**

A proposta apresentada neste trabalho, ainda em caráter não aplicado, se insere no esforço de pensar alternativas metodológicas que dialoguem com as necessidades de estudantes com TDAH no contexto da educação básica, especialmente no ensino de Física. Trata-se, portanto, de uma iniciativa que busca integrar tecnologias digitais, metodologias ativas e elementos de gamificação a uma abordagem inclusiva, investigativa e sensível à diversidade de ritmos, modos de atenção e estilos de aprendizagem.

Diante disso, é possível delinear algumas considerações preliminares sobre as implicações pedagógicas e formativas que esta proposta carrega. O uso de simuladores digitais, por exemplo, destaca-se como um recurso capaz de potencializar o aprendizado de conteúdos tradicionalmente considerados abstratos, como os circuitos elétricos. Conforme argumentam Santos e Júnior (2024), tais ferramentas tornam o conteúdo mais acessível ao possibilitar visualização, manipulação e experimentação em ambientes seguros e interativos, o que favorece o engajamento de alunos com dificuldades de concentração e memorização.

A etapa de construção de circuitos com materiais simples, por sua vez, demonstra coerência com as premissas do ensino investigativo e da aprendizagem baseada na experiência, princípios que ganham ainda mais relevância quando se trata de atender estudantes com TDAH. Segundo Donizetti (2022), a manipulação de objetos, a organização por etapas e a vivência prática dos conceitos são estratégias que contribuem significativamente para a permanência e a aprendizagem de alunos neurodivergentes, pois permitem o estabelecimento de relações concretas entre teoria e prática.

No mesmo sentido, a terceira etapa da proposta, centrada na gamificação com Arduino, busca aliar ludicidade e desafio em uma experiência de aprendizagem interativa. A proposta do “labirinto elétrico” proporciona um ambiente onde a experimentação e o erro são acolhidos como parte do processo de construção do conhecimento. Essa abordagem está em consonância com os apontamentos de Rodrigues e Straub (2023), que evidenciam o potencial

dos jogos educativos na promoção da atenção sustentada, da motivação intrínseca e da autoestima de estudantes com TDAH, especialmente quando acompanhados de reforços positivos simbólicos.

Outro aspecto a ser considerado é o modelo avaliativo adotado na proposta. Ao priorizar a avaliação formativa, com observação do processo, autoavaliação e devolutiva coletiva, reafirma-se o compromisso com uma pedagogia mais humana, processual e inclusiva. De acordo com Freitas e Pletsch (2010), a avaliação formativa permite captar avanços singulares, reconhecer esforços e adaptar intervenções pedagógicas de forma mais sensível às particularidades dos estudantes. Já Zabala (1998) aponta que práticas avaliativas voltadas ao processo contribuem para o desenvolvimento da autonomia e da autorregulação, elementos centrais para o trabalho com alunos com TDAH.

Por fim, é importante mencionar que, mesmo sendo uma proposta em fase preliminar, foram elaborados instrumentos que podem subsidiar uma futura aplicação empírica. O questionário incluído nos apêndices do trabalho é um exemplo disso. Ele foi planejado para captar percepções dos estudantes sobre cada etapa da sequência didática, permitindo avaliar o grau de compreensão, interesse e envolvimento dos participantes. Sua estrutura qualitativa e reflexiva busca fomentar análises mais aprofundadas, respeitando os princípios de escuta e valorização da experiência discente.

Em síntese, esta proposta oferece uma base promissora para a construção de práticas pedagógicas que conciliem rigor conceitual, inovação metodológica e compromisso com a inclusão. Embora ainda não tenha sido testada empiricamente, apresenta contribuições relevantes ao debate sobre o ensino de Física para alunos com TDAH, abrindo caminhos para pesquisas futuras e adaptações em diferentes contextos educacionais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como propósito apresentar uma proposta metodológica voltada ao ensino de circuitos elétricos no Ensino Médio, com foco na inclusão de estudantes com TDAH. Estruturada em três etapas, uso de simuladores digitais PhET, construção de circuitos com massinha de modelar e desenvolvimento de um jogo gamificado com Arduino, a sequência didática foi concebida à luz das metodologias ativas (BACICH; MORAN, 2018), visando favorecer o protagonismo discente, a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, afetivas e socioemocionais.

A organização das atividades foi realizada com intencionalidade pedagógica, integrando teoria e prática, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), especialmente no que se refere às competências relacionadas à experimentação, análise de dados e contextualização do conhecimento científico. Os recursos utilizados, como simuladores interativos, materiais acessíveis e dispositivos programáveis, foram selecionados com base em sua capacidade de tornar a aprendizagem mais visual, interativa e ajustada aos diferentes ritmos de atenção, aspectos especialmente relevantes no trabalho com alunos com TDAH (CUNHA, 2012; DONIZETTI, 2022).

A gamificação se mostrou um componente essencial da proposta, ao promover motivação, persistência e engajamento, conforme destacam Sousa e Santos (2021) e Rodrigues e Straub (2023). Elementos como desafios progressivos, recompensas simbólicas e feedback imediato atuam positivamente na autorregulação da atenção, fortalecendo o sentimento de competência e pertencimento dos estudantes.

Nos apêndices deste trabalho, encontram-se os planos de aula completos para cada etapa, o código do jogo eletrônico com Arduino e um questionário avaliativo que poderá ser aplicado ao final da sequência didática. Esse questionário foi elaborado com o objetivo de oferecer um instrumento de avaliação qualitativa da proposta, permitindo ao docente obter subsídios sobre o grau de compreensão, envolvimento e satisfação dos alunos. Tal estratégia reforça a perspectiva de avaliação formativa, como defendem Zabala (1998) e Freitas e Pletsch (2010), permitindo ajustes contínuos e ampliando a escuta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem.

Ainda que não tenha sido aplicada, a proposta delineada apresenta grande potencial para contribuir com práticas inclusivas no ensino de Física, principalmente no que se refere ao atendimento às necessidades de alunos neurodivergentes. A natureza flexível e adaptável das atividades permite sua replicação em diferentes contextos escolares, favorecendo uma cultura pedagógica mais sensível às singularidades dos estudantes.

Como desdobramento futuro, recomenda-se que essa proposta seja implementada em sala de aula e avaliada por meio de pesquisa empírica, com a coleta de dados quantitativos e qualitativos, como registros de participação, entrevistas, autoavaliações e produções dos alunos, com vistas a validar seus efeitos sobre a aprendizagem, o engajamento e o desenvolvimento de competências. A partir desses dados, será possível refinar a proposta e construir um referencial mais robusto sobre o uso de metodologias ativas, tecnologias e estratégias inclusivas no ensino de Física para estudantes com TDAH.

Dessa forma, este estudo configura-se como uma contribuição inicial, porém significativa, para a construção de práticas pedagógicas inovadoras e inclusivas, ancoradas no compromisso com a equidade educacional e com o direito de aprender de todos os estudantes.

## REFERÊNCIAS

1. ANGOTTI, José André Peres. **Ensino de Física com TDIC**. Florianópolis: UFSC/EAD/CFM/CED, 2015.
2. AQUINO, Keilla Tavares de. **As contribuições das metodologias ativas para o processo de aprendizagem nos anos finais do ensino fundamental** (Dissertação de Mestrado) – Inhumas: FacMais, 2024.
3. AUSUBEL, David Paul. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 2003.
4. BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018.
5. BATTISTEL, Orildo Luis, HOLZ, Sheila Magali, SAUERWEIN, Ines. **Motivação e eficiência em estratégias de ensino de física no nível médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, p. e20210278, 2022.
6. BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.
7. BEAUX, Théo; LEMAIRE, Pauline; DUPONT, Alice; SIMON, Margot. **Inclusive assessment strategies and self-efficacy in neurodiverse learners: a longitudinal study**. European Journal of Inclusive Education, v. 5, n. 1, p. 22–41, 2024.
8. BORGES, Abílio Netto. **Adaptações curriculares para estudantes com TDAH: análise jurídica da implementação da Lei nº 14.254/2021**. 2024.
9. BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 04 jul. 2025.
10. BRITO, Carla Alexandra de Souza et al. **Os desafios da criança com TDAH no ensino fundamental I na rede de ensino privada no Brasil**, 2020.
11. CALDEIRA, Daniela Laender. **Estudantes com TDAH no Ensino Médio: crenças sobre as próprias capacidades matemáticas, aprendizagem e desempenho**. 2023. 140 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2023.
12. COSTA, G. A. D. S., DA SILVA, E. V. D., SOARES, L. R. S. **AS TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS NO DESENVOLVIMENTO ESCOLAR DE CRIANÇAS COM TDAH**. *Revista Formadores*, 16(3), 2023.
13. COSTA JÚNIOR *et al.*. **Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel**. *Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, [S. l.], v. 5, p. 51–68, 2023.

14. COUTINHO, Angélica Ianqui, AZEVEDO, Mário Luiz Neves de. **Metodologias Ativas: as tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) como aliadas na educação inclusiva.** Revista JRG de Estudos Acadêmicos, Brasil, São Paulo, v. 7, n. 15, p. e 151380, 2024.
15. CUNHA, Aline da Rocha. **Estratégias de ensino e recursos pedagógicos para o atendimento de alunos com TDAH: atividades lúdico-pedagógicas.** Revista Brasileira de Educação Especial, v. 18, n. 2, p. 123-140, 2012.
16. DARROZ, Luiz Marcelo. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** Revista Espaço Pedagógico, v. 25, n. 2, p. 576-580, 2018.
17. DE MEDEIROS JR, R. Nonato; NAIA, M. Duarte; LOPES, J. Bernardino. **Simulações interativas do PhET nas práticas de ensino da física: uma meta-análise.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 46, p. e20240186, 2024.
18. DONIZETTI, Iara da Silva. **TDAH e a importância de um diagnóstico correto.** *Caderno Intersaberes*, Curitiba, v. 11, n. 32, p. 18–31, 2022.
19. GODINHO, Gabriela Máximo. **O uso de tecnologias no ensino de física.** 2021.
20. GONÇALVES, Wesley Luiz da Silva. **Os desafios no ensino de alunos com Transtorno de Atenção e Hiperatividade.** *ETS EDUCARE – Revista de Educação e Ensino*, v. 2, n. 2, p. 116–147, 2024.
21. GUIDI, Juliana Garbinato et al. **Ferramentas de ensino para auxílio da aprendizagem de crianças com TDAH: uma revisão da literatura.** *Debates em Psiquiatria*, v. 14, p. 1-11, 2024.
22. LIMA, P. R.; OLIVEIRA, M. A.; SILVA, G. T. Simuladores e jogos digitais como estratégias de inclusão no ensino de Física para estudantes com TDAH. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 15, n. 3, p. 112–130, 2022.
23. LIMA, Franciele Barbosa; COSTA, Harrison Felipe; COSTA, Jackson Pinheiro. **A contribuição da Educação Física para alunos com TDAH: o papel do professor diante das práticas pedagógicas.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Educação Física) – Instituição de Ensino Superior Sant’Ana, Ponta Grossa. Orientadora: Profa. Esp. Cristiane Aparecida Costa.
24. LIEBEL, Anna; SIGURÐARDÓTTIR, Halla. Feedback practices and motivation in students with ADHD: bridging neurodiversity and formative assessment. *Journal of Special Educational Needs*, v. 29, n. 2, p. 145–162, 2023.
25. LÔBO M., Ítalo; NARCISO, R.; REIS, D. A. dos; MEDEIROS, G. A. C. M. de; MAFRA, M. A.; PEDRA, R. R.; GARCEZ, R. R.; LOPES, R. C. **Tecnologia e TDAH: estratégias de ensino apoiadas por educadores.** *Cuadernos de Educación y Desarrollo, [S. l.]*, v. 16, n. 3, p. e3753, 2024. DOI: 10.55905/cuadv16n3-114.
26. LOPES, Lucas Gottliebs. **Estudos dos recursos didáticos para o ensino de matemática a estudantes com TDAH.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso

- (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal do Pampa, Itaqui-RS.  
Orientador: Gabriel dos Santos Kehler.
27. MAIA, Maria Inete Rocha, CONFORTIN, Helena. **Tdah e Aprendizagem: Um desafio para a educação.** PERSPECTIVA, Erechim. v. 39, n.148, p. 73-84, dezembro/2015.
  28. MATTAR, J. **Neurociência e educação: Como o cérebro aprende.** Porto Alegre: Artmed, 2019.
  29. MEDEIROS, Maria da Conceição Ferreira de. **Crianças Com TDAH: Práticas Pedagógicas Inclusivas.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
  30. MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. In: **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** 1992. p. 269-269.
  31. MOURA, Luciana Teles, SILVA, Katiane Pedrosa Mirandola. **Alunos com TDAH (Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade): um desafio na sala de aula.** Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 22, ed. 611, 2019.
  32. NETO, José Augusto da Silva Pontes. **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas.** Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, [S. l.], n. 21, 2013.
  33. NUNES, Glécilla Colombelli de Souza et al. **A importância da motivação escolar no ensino de física para o processo de aprendizagem de alunos com TDAH.** Arquivos do Mudi, v. 26, n. 1, p. 1-13, 2022.
  34. PAVÃO, Ana Cláudia Oliveira, PAVÃO, Sílvia Maria de Oliveira. (Orgs.). **Metodologias Ativas na Educação Especial/Inclusiva.** Santa Maria, RS: FACOS -UFSM, 2021.ISBN:978-65-5773-0287.
  35. PEREIRA, Emanuel David Silva, ALVES, Fabrício Germano. **Análise da lei brasileira de inclusão e legislação educacional no atendimento de educandos da educação básica com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade.** Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v.17, n.13, p.01-17, 2024.
  36. PRETTI, Patrícia de Cerqueira, GUISSO, Luana Frigulha. **O aluno com TDAH em seu processo de ensino e aprendizagem no contexto escolar: relato de caso.** Revista Científica Rumos da informação, v. 1, n. 2, p. 5-14, 202
  37. RODRIGUES, Juliana Cristina Schmidt Schons; STRAUB, Sandra Luzia Wrobel. **Gamificação no ensino fundamental: metodologia ativa na perspectiva da educação inclusiva e da valorização das potencialidades de todos os estudantes.** Eventos Pedagógicos, v. 14, n. 2, p. 424-442, 2023.

38. SANTOS, Francisca Eliane dos. **O Ensino de Física e o aluno com TDAH: Caminhos didáticos e inclusivos (Trabalho de Conclusão de Curso)**. Orientadora: Dra. Larissa Fernandes Santos Oliveira Reis. 2022.
39. SANTOS, Thais Vieira Gois dos. **TDAH nas escolas: desafios pedagógicos e estratégias para a inclusão**. *Cairu em Revista*, v. 12, n. 23, p. 06–20, dez./jan. 2023. ISSN 2237-7719.
40. SANTOS, Kevin Murilo Soares dos; RIBAS JÚNIOR, Marcos Vagne Sousa. **A importância do diagnóstico precoce do TDAH infantil e a sub-representação feminina**. Orientador: Alessandra Gelande de Souza. 2024.
41. SMITH, Karen; RUST, Chris. Assessment for learning in higher education. *Studies in Higher Education*, v. 47, n. 3, p. 435–450, 2022.
42. SOUZA, Jorge Raimundo da Trindade, SANTOS, Heloísa Glins. **UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS PARA O PROCESSO DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA EM AULAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**. *Fórum de Metodologias Ativas, [S. l.]*, v. 3, n. 1, p. 479–487, 2021.
43. TAVARES, Romero et al. **Aprendizagem significativa**. *Revista conceitos*, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004.
44. UNESCO. **Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais**. Salamanca: UNESCO, 1994. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098427>. Acesso em: 04 jul. 2025.
45. VILELA, Jean Louis Landim; DE ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira. **Análise das Tendências da Educação Inclusiva no Ensino de Física baseada no mapeamento de teses e dissertações**. *Revista Dynamis*, v. 28, n. 1, p. 24-45, 2022.
46. ZABALA, A. **A prática educativa: Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## APÊNDICE 1

### Questionário de avaliação

Nome: \_\_\_\_\_

1. Como você avaliaria todas as etapas?

Excelente

Boa

Regular

Ruim

2. Quais das etapas você menos gostou? Por quê?

3. Qual parte da atividade você mais gostou? Por quê?

4. Você sentiu que conseguiu entender os conceitos de circuitos elétricos?

Sim, completamente

Em parte

Não

5. O uso da plataforma PhET ajudou na sua aprendizagem? Explique.

6. O jogo do labirinto elétrico foi útil para aplicar o que você aprendeu?

Sim

Mais ou menos

Não

7. Quais dificuldades você encontrou durante cada etapa?

8. Como foi participar de atividades em grupo?

9. O que você sugere para melhorar esta atividade no futuro?

## APÊNDICE 2

### Código do jogo labirinto elétrico

```
#define fio1 6
#define bot 7
#define ledVermelho 9
#define ledVerde 10
#define buzzer 8
#define fioFinal 11

void setup() {
  pinMode(fio1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(bot, INPUT_PULLUP);
  pinMode(fioFinal, INPUT_PULLUP);
  pinMode(ledVermelho, OUTPUT);
  pinMode(ledVerde, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  delay(2000); // Pequena pausa antes de iniciar
}

void loop() {
  bool fio = 0, encostou = HIGH;
  bool fimDeJogo = HIGH;

  // Loop principal do jogo(enquanto o jogador não encostar no fio o jogo continua)
  while (digitalRead(fioFinal) == HIGH) {
    fio = digitalRead(fio1);
    if (fio == LOW && encostou == HIGH) {
      digitalWrite(ledVermelho, HIGH);
      digitalWrite(ledVerde, LOW);
      digitalWrite(buzzer, HIGH);
    } else if (fio == HIGH) {
      digitalWrite(ledVermelho, LOW);
      digitalWrite(ledVerde, HIGH);
      digitalWrite(buzzer, LOW);
    }
    encostou = fio;
    delay(100);
  }
}
```

```
// Quando o jogador toca no fio final
for (int i = 0; i < 5; i++) {
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(ledVermelho, LOW);
    digitalWrite(ledVerde, HIGH);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(ledVerde, LOW);
}
// Desliga tudo
digitalWrite(ledVermelho, LOW);
digitalWrite(ledVerde, LOW);
digitalWrite(buzzer, LOW);
// Espera apertar botão para reiniciar
while (digitalRead(bot) == HIGH) {
    // Aguarda botão ser pressionado
    delay(50);
}
delay(500);
}
```

## APÊNDICE 3

### Sugestão de planos de aula

#### ETAPA 1: SIMULADORES PHET NO ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Série: Ensino Médio

Duração: 2 aulas de 50 minutos

Habilidades da BNCC: EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT308

- **Objetivos:**
  - Compreender os conceitos de corrente elétrica, resistência e diferença de potencial.
  - Explorar circuitos simples e complexos por meio do simulador PhET.
  - Relacionar os conceitos à realidade cotidiana.
  - Desenvolver a autonomia e o raciocínio científico por meio da experimentação digital.
- **Recursos Didáticos:**
  - Notebooks ou laboratório de informática
  - Plataforma PhET – Circuit Construction Kit (DC)
  - Quadro branco, canetas
  - Roteiro impresso ou digital de tarefas
- **Metodologia:**
  - Apresentação breve dos conceitos (10 min)
  - Exploração guiada do simulador com roteiro (30 min)
  - Discussão coletiva dos resultados e dúvidas (10 min)
- **Avaliação:**
  - Observação da participação e autonomia na exploração
  - Discussão oral em grupo
  - Roteiro preenchido pelos estudantes

#### ETAPA 2: CIRCUITOS COM MASSINHA DE MODELAR

Série: Ensino Médio

Duração: 1 aulas de 50 minutos

Habilidades da BNCC: EM13CNT107, EM13CNT205, EM13CNT303

- **Objetivos:**

- Aplicar conhecimentos sobre circuitos em um experimento prático e acessível.
- Desenvolver coordenação motora e observação experimental.
- Relacionar o comportamento dos materiais condutores à prática.
- Recursos Didáticos:
  - Massinha condutiva
  - Pilhas AA, suportes, LEDs, resistores
  - Fios jumper e bases de montagem
  - Roteiro de construção
- Metodologia:
  - Retomada dos conceitos com perguntas iniciais (10 min)
  - Construção dos circuitos com acompanhamento do professor (30 min)
  - Apresentação e explicação dos circuitos construídos pelos grupos (10 min)
- Avaliação:
  - Participação nas montagens
  - Desenho esquemático do circuito
  - Apresentação oral e justificativas

### ETAPA 3: JOGO DO LABIRINTO ELÉTRICO COM ARDUINO

Série: Ensino Médio

Duração: 1 aulas de 50 minutos

Habilidades da BNCC: EM13CNT107, EM13CNT301, EM13CNT401

- Objetivos:
  - Compreender o funcionamento de sensores e atuadores em circuitos.
  - Desenvolver concentração e controle motor.
  - Estimular a aprendizagem por tentativa e erro.
  - Valorizar o trabalho em equipe e o raciocínio lógico.
- Recursos Didáticos:
  - Arduino Uno, protoboard, buzzer, LED, pushbutton, fios jumper
  - Arame ou fio metálico
  - Fonte de energia (USB ou bateria)
  - Cronômetro, quadro de pontuação
  - Roteiro com regras e observações
- Metodologia:
  - Contextualização com perguntas (ex: "Como funciona um alarme?") (10 min)
  - Montagem e explicação do circuito do jogo pelo professor (15 min)
  - Execução do desafio pelos grupos (20 min)

- Discussão sobre o funcionamento e alternativas de melhoria (5 min)
- Avaliação:
  - Participação e esforço durante o desafio
  - Colaboração entre os pares
  - Explicação oral do funcionamento do circuito
  - Sugestões criativas de melhorias no jogo