



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**THAIANA MAGNA MOURA SALDANHA**

**UTILIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIDÁTICOS ANALÓGICOS  
PARA O ENSINO DA TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL: UMA  
INVESTIGAÇÃO A PARTIR DA PERCEPÇÃO DOS DISCENTES DA EDUCAÇÃO  
BÁSICA**

**JUAZEIRO DO NORTE - CE  
2021**

THAIANA MAGNA MOURA SALDANHA

UTILIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIDÁTICOS ANALÓGICOS PARA O  
ENSINO DA TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL: UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR  
DA PERCEPÇÃO DOS DISCENTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado  
Profissional em Ensino de Física do Programa  
de Pós-Graduação da Universidade Regional  
do Cariri, como requisito parcial à obtenção do  
título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Jamil Saade

JUAZEIRO DO NORTE – CEARÁ

2021

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri – URCA  
Bibliotecária: Ana Paula Saraiva de Sousa CRB: 3/1000

Saldanha, Thaiana Magna Moura.  
S162u Utilização e desenvolvimento de jogos didáticos analógicos para o ensino da teoria da relatividade especial: uma investigação a partir da percepção dos discentes da educação básica/ Thaiana Magna Moura Saldanha. – Juazeiro do Norte-CE 2021

102p.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física MNPEF da Universidade Regional do Cariri – URCA.  
Orientador: Prof. Dr. Jamil Saade

1. Educação básica, 2. Ensino de física, 3. Física moderna, 4. Jogos didáticos; I. Título.

CDD: 372.8

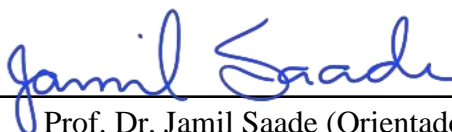
THAIANA MAGNA MOURA SALDANHA

UTILIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIDÁTICOS ANALÓGICOS PARA O  
ENSINO DA TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL: UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR  
DA PERCEPÇÃO DOS DISCENTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física do Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Ensino de Física.

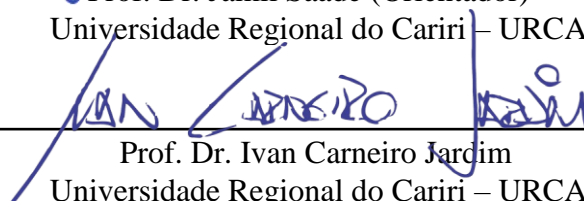
Aprovada em: 15/07/2021.

BANCA EXAMINADORA



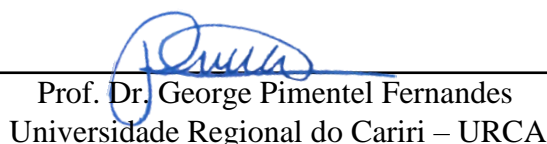
---

Prof. Dr. Jamil Saade (Orientador)  
Universidade Regional do Cariri – URCA



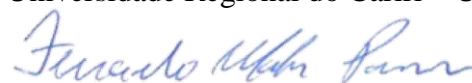
---

Prof. Dr. Ivan Carneiro Jardim  
Universidade Regional do Cariri – URCA



---

Prof. Dr. George Pimentel Fernandes  
Universidade Regional do Cariri – URCA



---

Prof. Dr. Fernando Martins de Paiva  
Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu – FECLI  
Universidade Estadual do Ceará – UECE

À minha mãe, Elizeuda Moura Costa, e à memória da minha tia, madrinha e mãe, Ironir Saldanha Costa Lopes, que sempre fizeram o melhor por mim. Amo vocês.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar sabedoria, força e saúde para buscar sempre o melhor e proporcionar essa importante conquista em minha vida acadêmica.

Aos meus pais por sempre acreditarem na minha capacidade. E em especial à minha mãe, pela ajuda, força e incentivo, em fazer com que eu siga sempre em busca de mais conhecimento e de uma formação melhor.

Aos meus padrinhos, pelo apoio e companheirismo durante toda minha vida.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Jamil Saade pela sua paciência e atenção em orientar esse trabalho. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) por apoiar a realização do presente trabalho - código de financiamento 001.

Aos meus professores, do curso de graduação e mestrado, por todos os ensinamentos. Em especial ao Prof. Dr. Fernando Martins de Paiva, que foi meu orientador na monografia e sempre esteve disposto em me ajudar e à Prof.<sup>a</sup> Márcia Melo, pelas excelentes contribuições em meus trabalhos de conclusões de cursos.

Aos dezoito alunos da Educação Básica que aceitaram participar desta pesquisa e assim proporcionaram a realização dessa dissertação.

A escola *locus* pela confiança e disponibilidade para o emprego da pesquisa.

Aos meus colegas de curso que tornaram essa jornada mais agradável. Em especial à minha amiga Naiagry Paula de Fraga, pelo apoio recíproco, companheirismo e força. Agradeço também ao Prof. Me. Leonardo Tavares de Oliveira pela ajuda na digitação deste trabalho no Overleaf, assim como todo apoio e incentivo, e ao Prof. Durval Araújo de Mendonça pelas contribuições no texto desta pesquisa.

Aos meus amigos, familiares e a todos que acreditam na minha capacidade e na realização dos meus sonhos, citados aqui ou não.

“Deve haver mais na inteligência do que respostas curtas para perguntas curtas”.

(Howard Gardner)

## RESUMO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere o ensino de Física de maneira contextualizada, com uso de diversas estratégias metodológicas e a partir de explicações de fenômenos presentes no cotidiano dos discentes. Na grande maioria das vezes os conceitos físicos são ensinados mediante aulas expositivas com resoluções de questões limitadas a aplicações matemáticas. Tais intervenções podem fazer com que as aulas de Física apresentem um caráter excessivamente descritivo. Fazendo assim com que essas aulas caiam na rotina e o estereótipo de que essa ciência é uma disciplina desagradável e limitada a cômputo seja fortalecido. Na intenção de propor uma alternativa que auxilie a prática docente de Física na Educação Básica, este trabalho apresenta os resultados da utilização e produção de jogos didáticos analógicos para o estudo da Teoria da Relatividade Especial (TRE). Tais recursos didáticos foram construídos no intuito de despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo e disciplina, além de facilitar a compreensão da TRE. Essa experiência foi realizada com dezoito alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual do município de Iguatu - CE. Entende-se que a estratégia escolhida introduz uma potencialidade significativa no processo de ensino e aprendizagem de Física, pois chama bastante atenção dos alunos e os instigam a participarem ativamente das aulas desta disciplina. O processo de intervenção pedagógica seguiu uma sequência didática, levando em conta o que Howard Gardner chamou de pontos de entrada. A teoria escolhida para fundamentar essa pesquisa foi a das Inteligências Múltiplas (IM) de Gardner. Caracterizada como um estudo do tipo exploratório, essa investigação se deu assentada na abordagem qualitativa e quantitativa. Foi usada a entrevista semiestruturada e observação livre como técnica de coleta de dados e a análise desses dados foram realizadas de maneira analítico-interpretativa. Os resultados da pesquisa indicam que os jogos didáticos são recursos metodológicos importantes, pois despertam o interesse dos alunos, conquistam a atenção dos mesmos, além de proporcionar melhor compreensão dos conceitos físicos estudados. A investigação mostra também que, a depender da dinâmica e conteúdo escolhido, esses materiais podem ser utilizados em qualquer momento do processo de ensino e aprendizagem de Física, embora tenha se constatado que essa utilização não é frequente. O estudo revelou, ainda, que a utilização e desenvolvimento de jogos didáticos são eficazes para o ensino de Física, pois auxiliam os professores e estimulam os discentes a buscarem os conhecimentos físicos. Assim, a estratégia aqui utilizada é uma opção para fugir do tradicional e abordar a Física de maneira lúdico-didática, contribuindo, desta forma, para a reversão do estereótipo desta disciplina.

**Palavras-chave:** Educação Básica. Ensino de Física. Física Moderna. Jogos didáticos.

## ABSTRACT

The Common National Curriculum Base (BNCC) suggests the teaching of Physics in a contextualized way, using various methodological strategies and based on explanations of phenomena present in the daily lives of students. In most cases, physical concepts are taught through expository classes with resolutions of questions limited to mathematical applications. Such interventions can make Physics classes present an excessively descriptive character. Thus making these classes fall into routine and the stereotype that this science is an unpleasant discipline and limited to computation is strengthened. In order to propose an alternative that helps the teaching practice of Physics in Basic Education, this paper presents the results of the use and production of analog didactic games for the study of the Theory of Special Relativity (TRE). Such didactic resources were built in order to arouse students' interest in the content and discipline, in addition to facilitating the understanding of the TRE. This experience was carried out with eighteen third-year high school students from a state public school in the city of Iguatu - CE. It is understood that the chosen strategy introduces a significant potential in the teaching and learning process of Physics, as it draws a lot of students' attention and instigates them to actively participate in this discipline's classes. The pedagogical intervention process followed a didactic sequence, taking into account what Howard Gardner called entry points. The theory chosen to support this research was Gardner's Multiple Intelligences (MI). Characterized as an exploratory study, this investigation was based on a qualitative and quantitative approach. The semi-structured interview and free observation were used as a data collection technique and the analysis of these data was carried out in an analytical-interpretive way. The research results indicate that educational games are important methodological resources, as they arouse the interest of students, capture their attention, in addition to providing a better understanding of the physical concepts studied. The investigation also shows that, depending on the dynamics and content chosen, these materials can be used at any time in the teaching and learning process of Physics, although it has been found that this use is not frequent. The study also revealed that the use and development of educational games are effective for teaching Physics, as they help teachers and encourage students to seek physical knowledge. Thus, the strategy used here is an option to escape the traditional and approach Physics in a playful-didactic way, thus contributing to reversing the stereotype of this discipline.

**Keywords:** Basic education. Physics Teaching. Modern physics. Educational games.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> – Dois sistemas de referências distintos. ....         | 31 |
| <b>Figura 2</b> – Dois eventos simultâneos. ....                       | 32 |
| <b>Figura 3</b> – Referenciais ( $S$ ) e ( $S'$ ). ....                | 33 |
| <b>Figura 4</b> – Eventos do ponto de vista do referencial $S$ . ....  | 37 |
| <b>Figura 5</b> – Eventos do ponto de vista do referencial $S'$ . .... | 37 |
| <b>Figura 6</b> – Análise da contração do espaço. ....                 | 39 |
| <b>Figura 7</b> – Bingo GKR. ....                                      | 51 |
| <b>Figura 8</b> – Caça-palavras. ....                                  | 51 |
| <b>Figura 9</b> – Jogo da Memória. ....                                | 52 |
| <b>Figura 10</b> – Cartas. ....  | 52 |
| <b>Figura 11</b> – Minigincana. ....                                   | 53 |
| <b>Figura 12</b> – Pega-varetas. ....                                  | 54 |
| <b>Figura 13</b> – Quebra-cabeça. ....                                 | 54 |
| <b>Figura 14</b> – Relancinho TRE. ....                                | 55 |
| <b>Figura 15</b> – Tabuleiro. ....                                     | 55 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Gráfico 1 – Papel atribuído à utilização dos jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Física. ....</b>   | <b>57</b> |
| <b>Gráfico 2 – Utilidade dos jogos didáticos para que os alunos se interessassem pelo tema abordado e pela disciplina. ....</b>  | <b>59</b> |
| <b>Gráfico 3 – Colaboração dos jogos didáticos na compreensão do conteúdo. ....</b>  | <b>60</b> |
| <b>Gráfico 4 – Frequência que os discentes jogavam algum jogo didático na escola anteriormente. ....</b>   | <b>61</b> |
| <b>Gráfico 5 – Quantidade de alunos que participaram de algum jogo didático na escola, anteriormente, por disciplina. ....</b>   | <b>62</b> |
| <b>Gráfico 6 – Estratégias didáticas mais utilizadas pelos docentes de Física ou ciências, segundo os alunos investigados. ....</b>  | <b>63</b> |
| <b>Gráfico 7 – Quantidade de alunos que recomendam a utilização dos jogos didáticos como estratégia metodológica para a Introdução, Revisão e/ou Avaliação dos conteúdos. ....</b> | <b>66</b> |

## LISTA DE QUADROS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Quadro 1 – Oito Inteligências de Gardner e suas descrições. ....</b>   | <b>21</b> |
| <b>Quadro 2 – Critérios para identificação de uma inteligência. ....</b>  | <b>21</b> |
| <b>Quadro 3 – Justificativas dos discentes para os papéis que eles atribuíram à<br/>utilização dos jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de<br/>Física. ....</b> | <b>58</b> |
| <b>Quadro 4 – Relatos dos sujeitos da pesquisa a respeito da utilização de jogos<br/>didáticos durante a intervenção pedagógica. ....</b>                                       | <b>64</b> |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|       |   |
|-------|---|
| BNCC  | Base Nacional Comum Curricular                              |
| Capes | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| IM    | Inteligências Múltiplas                                     |
| MNPEF | Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física          |
| PRG   | Princípio da Relatividade de Galileu                        |
| QI    | Quociente de Inteligência                                   |
| Seduc | Secretaria Estadual de Educação                             |
| TDAH  | Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade           |
| TG    | Transformação de Galileu                                    |
| TLs   | Transformações de Lorentz                                   |
| TRE   | Teoria da Relatividade Especial                             |
| Urcu  | Universidade Regional do Cariri                             |

## SUMÁRIO

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .   | 16 |
| <b>2</b>     | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> . . . . .  | 19 |
| 2.1          | A TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS DE GARDNER . . . . .   | 19 |
| 2.2          | JOGOS DIDÁTICOS COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA . . . . .   | 23 |
| <b>3</b>     | <b>TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL</b> . . . . .  | 30 |
| 3.1          | PRINCÍPIO DA RELATIVIDADE DE GALILEU E O ELETROMAGNETISMO . . . . .   | 30 |
| 3.2          | TRANSFORMAÇÕES DE LORENTZ . . . . .   | 33 |
| 3.3          | ALGUMAS CONSEQUÊNCIA DOS POSTULADOS DE EINSTEIN . . . . .   | 36 |
| <b>3.3.1</b> | <b>Dilatação Temporal</b> . . . . .   | 37 |
| <b>3.3.2</b> | <b>Contração do Espaço</b> . . . . .  | 38 |
| <b>4</b>     | <b>METODOLOGIA</b> . . . . .  | 40 |
| 4.1          | A NATUREZA DA PESQUISA . . . . .  | 40 |
| 4.2          | INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS E SUAS ANÁLISES . . . . .  | 42 |
| 4.3          | SUJEITOS E LOCAL DA PESQUISA . . . . .  | 43 |
| 4.4          | SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA . . . . .  | 44 |
| <b>4.4.1</b> | <b>Primeiro Encontro</b> . . . . .  | 45 |
| <b>4.4.2</b> | <b>Segundo Encontro</b> . . . . .   | 46 |
| <b>4.4.3</b> | <b>Terceiro Encontro</b> . . . . .  | 47 |
| <b>5</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> . . . . .  | 49 |
| 5.1          | OBSERVAÇÃO LIVRE DURANTE A EXPLICAÇÃO DO CONTEÚDO E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL . . . . .  | 49 |
| 5.2          | JOGOS DIDÁTICOS CONFECCIONADOS PELOS DISCENTES . . . . .  | 50 |
| 5.3          | INVESTIGAÇÃO MAIS PROFUNDA DO POTENCIAL DOS JOGOS DIDÁTICOS COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DA TRE . . . . .                             | 56 |
| <b>5.3.1</b> | <b>Papel da utilização dos jogos didáticos como metodologia de ensino de Física na Educação Básica, segundo os discentes investigados</b> . . . . . | 57 |
| <b>5.3.2</b> | <b>Saberes dos alunos, a respeito dos jogos didáticos como ferramenta de ensino</b> . . . . .   | 61 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.3.3 | <b>Percepção dos estudantes da Educação Básica no tocante à utilização dos jogos didáticos como estratégia para o ensino da TRE, a partir da aplicação desse recurso em sala de aula, durante a intervenção pedagógica</b> | 63  |
| 6     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>  | 69  |
|       | <b>REFERÊNCIAS</b>   | 71  |
|       | <b>APÊNDICES</b>   | 75  |
|       | APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  | 76  |
|       | APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA DIRECIONADO AOS DISCENTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA QUE PARTICIPARAM DAS AÇÕES COM OS JOGOS DIDÁTICOS  | 78  |
|       | APÊNDICE C – MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO CHAMADO DE BINGO TRE   | 80  |
|       | APÊNDICE D – CARTELAS DO BINGO TRE   | 91  |
|       | APÊNDICE E – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA T   | 97  |
|       | APÊNDICE F – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA R   | 99  |
|       | APÊNDICE G – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA E   | 101 |

## 1 INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento completo e contemporâneo, que vai de acordo com as demandas dos alunos da atualidade, preparando-os para o amanhã. Sendo considerada como uma base, para toda a Educação Básica do Brasil, visa uma aprendizagem de qualidade e é uma peça central nessa perspectiva, principalmente, para a última etapa da Educação Básica, o Ensino Médio, onde os dados referentes à aprendizagem, repetência e evasão escolar são bem preocupantes (BRASIL, 2018).

Com essa Base é possível dar continuidade a adequação dos currículos e das propostas pedagógicas das instituições brasileiras de ensino público e privado. Além disso, a mesma ainda apresenta um grupo de aprendizagens fundamentais que assegura aos discentes o desenvolvimento das dez competências gerais da Educação Básica (*Ibidem*). Contudo, vale ressaltar que, segundo a BNCC, tais aprendizagens só se concretizam por meio do conjunto de decisões que caracterizam o currículo em ação e refere-se entre outras ações, a:

- contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas;

[...]

- selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas [...];
- selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender;
- criar e disponibilizar materiais de orientação para os professores, bem como manter processos permanentes de formação docente que possibilitem contínuo aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem; (BRASIL, 2018, p. 17).

Deste modo, essas ações precisam ser consideradas nos planejamentos das aulas de todas as disciplinas da Educação Básica. No entanto, sabemos que isso raramente acontece no ensino de Física no Ensino Médio, onde, na verdade, essa ciência é ensinada, na maioria das vezes, apenas por meio de aulas expositivas e resoluções de exercícios de aplicação matemática. A forte presença de tais estratégias no ensino de Física faz com que esta ciência seja vista como uma disciplina chata e restrita a cálculos.

No intuito de mudar esse cenário e seguindo as orientações da BNCC, decidimos desenvolver jogos didáticos analógicos que auxiliem a prática pedagógica de Física na Educação Básica, e assim investigar o potencial desses materiais como estratégia metodológica para o

ensino da Teoria da Relatividade Especial (TRE) a partir da percepção dos discentes participantes da intervenção pedagógica.

Na fundamentação teórica deste trabalho é possível encontrar uma breve revisão bibliográfica das pesquisas que envolvem jogos didáticos como estratégia metodológica para o ensino de Física na Educação Básica e, conforme será apresentado, todas trabalham os conceitos físicos de maneira dinâmica, fazendo assim, com que os estudantes despertem a curiosidade e interesse por tal ciência. À vista disso, acreditamos que tais estratégias inserem uma potencialidade significativa no processo de ensino e aprendizagem de Física.

Na perspectiva de investigar a exploração dos jogos didáticos na intervenção pedagógica, elaboramos um roteiro de entrevista com nove perguntas relacionadas aos objetivos do estudo. Assim, utilizamos a entrevista semiestruturada como instrumento de coleta de dados com os dezoito alunos sujeitos da pesquisa e fizemos a análise das informações de maneira analítico-interpretativa. As entrevistas foram realizadas e gravadas individualmente no *Google Meet*, com a autorização dos investigados, e posteriormente transcritas.

Deste modo, buscamos identificar o papel da utilização dos jogos didáticos como metodologia de ensino de Física na Educação Básica, segundo os discentes; conhecer os saberes dos alunos a respeito dos jogos didáticos como ferramenta de ensino; analisar a percepção dos estudantes da Educação Básica no tocante à utilização dos jogos didáticos como estratégia para o ensino da TRE a partir da aplicação desse recurso em sala de aula durante a intervenção pedagógica; discutir os limites e possibilidades da utilização dos jogos didáticos como estratégia metodológica para o ensino de Física na Educação Básica; disponibilizar um produto educacional que auxilie a prática pedagógica de Física e sirva de alternativa em aulas de Física Moderna.

Com relação aos aspectos metodológicos, inicialmente, são apresentadas as justificativas da natureza da pesquisa, que se caracteriza como um estudo do tipo exploratório e se deu assentada na abordagem qualitativa e quantitativa. Posteriormente, são expostos os argumentos sobre os instrumentos de coleta de dados, suas análises e interpretações. Em seguida, são apresentados os sujeitos da pesquisa - estudantes de terceiro ano do Ensino Médio - e local do estudo - escola pública de Ensino Médio do município de Iguatu. Por fim, é descrita a sequência didática da intervenção pedagógica que ocorreu ao longo de cinco semanas, envolvendo inicialmente três aulas semanais de quarenta minutos cada e posteriormente onze dias de atendimentos extra-aulas.

Esta dissertação encontra-se organizada em sete seções, onde a primeira é a Introdução e a segunda é a Fundamentação Teórica, na qual é apresentada brevemente a teoria das Inteligências Múltiplas (IM) de Howard Gardner, escolhida para fundamentar essa investigação e

algumas pesquisas que exploram os jogos didáticos como estratégia metodológica para o ensino de Física na Educação Básica.

Na terceira seção é exposto, brevemente, a TRE, conteúdo físico escolhido para intervenção pedagógica. Na seção quatro é informado o percurso metodológico utilizado neste estudo e apresentadas as justificativas dessas escolhas.

A quinta seção traz os resultados da pesquisa e os discute com o referencial teórico. Na seção seis são apresentadas as considerações finais, destacando assim, os objetivos alcançados e as conclusões do estudo. Após a sexta seção, são apresentadas as referências e sete apêndices. No Apêndice A, trazemos o termo de consentimento livre e esclarecido. No Apêndice B, encontra-se o roteiro da entrevista semiestruturada destinada aos discentes da Educação Básica que participaram das ações com os jogos didáticos na intervenção pedagógica e/ou confeccionaram seu próprio jogo didático. Por fim, nos demais Apêndices constam o manual, cartelas e listas de perguntas do produto educacional, desenvolvido para a presente investigação, que servirá de alternativa em aulas de Física Moderna.

Esperamos com esse estudo, instigar os professores de Física pela busca e utilização de novas metodologias, contribuir para a reestruturação do atual cenário do ensino de Física e, também, divulgar os jogos didáticos como ferramenta metodológica potencializadora do processo de ensino e aprendizagem.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com base no livro “*Estruturas da Mente: A teoria das Inteligências Múltiplas*”, de Howard Gardner, esta seção traz uma breve apresentação de sua teoria das IM e das pesquisas disponíveis no catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) que envolvem jogos didáticos como metodologia para o ensino de Física na Educação Básica.

### 2.1 A TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS DE GARDNER

As formas de testar a inteligência, utilizadas em grande parte do mundo, são através de testes que investigam a riqueza de informações, vocabulário, habilidades aritméticas, habilidades de lembrar uma série de números ou sua capacidade de captar similaridade entre dois elementos. Existe ainda, testes que solicitam a resolução de labirintos e a organização de figuras. Tudo isso para obter o Quociente de Inteligência (QI) das pessoas. Muitos estudiosos não se mostram satisfeitos com estes métodos utilizados, entre os quais, Gardner (1994, p. 3), ao observar que: “deve haver mais na inteligência do que respostas curtas para perguntas curtas”. Porém, ao analisar a estratégia utilizada para realizar os referidos testes, nota-se que o problema não é apenas com os métodos, senão com as nossas concepções de inteligência e com as maneiras pelas quais habitualmente pensamos sobre o intelecto.

Ao escrever seu livro, “*Estruturas da Mente: A teoria das Inteligências Múltiplas*”, Gardner (1994, p. ix) buscou ultrapassar “a noção comum de inteligência como uma capacidade ou potencial geral que cada ser humano possui em maior ou menor extensão”. Para isso ele solicita ao leitor esquecer “que alguma vez escutou falar sobre o conceito de inteligência como uma propriedade única da mente humana ou sobre aquele instrumento chamado teste de inteligência que pretende medir a inteligência de modo definitivo” (*Ibidem*). Com essas considerações em mente, Gardner formulou a definição do que chamou de “uma inteligência”, que “é a capacidade de resolver problemas ou de criar produtos que sejam valorizados dentro de um ou mais cenários culturais” (GARDNER, 1994, p. x).

Gardner indica que há evidências convincentes para a existência de várias competências intelectuais humanas relativamente autônomas. Essas competências são as “estruturas da mente” que ele se referiu no título de seu livro supracitado, e que não existe apenas uma única inteligência, igual para todos, mas sim um conjunto de IM. As combinações dessas inteligências são únicas e não há como padronizar. Essa ideia das IM traz propostas que derrubam a visão

tradicional sobre a inteligência e a principal tarefa do referido livro é defender a existência desse conjunto de inteligências, pois mesmo sendo uma noção antiga, não é um fato científico comprovado e sim, uma ideia que recentemente retomou o direito de ser discutida seriamente, depois de Gardner tentar revivê-la, na procura por uma teoria definitiva sobre o alcance da inteligência humana (GARDNER, 1994). Contudo, seu livro trata de um relato sobre potenciais humanos vistos de uma perspectiva da psicobiologia e também representa o esforço para reunir achados de duas linhas de pesquisas que Gardner teria começado a estudar.

A exata natureza e extensão de cada “estrutura” individual não foi até o momento satisfatoriamente determinada, nem o número preciso de inteligências foi estabelecido. Parece-me, porém, estar cada vez mais difícil negar a convicção de que há pelo menos algumas inteligências, que estas são relativamente independentes uma das outras e que podem ser modeladas e combinadas numa multiplicidade de maneiras adaptáveis por indivíduo e culturas (GARDNER, 1994, p. 7).

Essa concepção de diferentes inteligências apresenta-se como a maneira mais adequada e abrangente de conceituar as capacidades cognitivas humanas cujo desenvolvimento e colapso Gardner estava estudando. Além disso, ele não atribuiu qualquer valorização particular à palavra inteligência, senão grande importância à equivalência de diversas faculdades humanas. Para Gardner as inteligências específicas “existem não como entidades fisicamente verificáveis, mas apenas como construtos científicos potencialmente úteis” (GARDNER, 1994, p. 53).

A nova teoria das inteligências proposta por Gardner (1994, p. 214) é “destinada a fornecer um modelo positivo dos diferentes pontos fortes intelectuais apresentados pelos seres humanos”. Esses pontos se combinam de forma única em cada indivíduo, ou seja, cada pessoa nasce com todas as inteligências que serão desenvolvidas ao longo de sua vida, de um único modo.

Em sua forma mais enérgica a teoria das inteligências múltiplas postula um pequeno conjunto de potenciais intelectuais humanos, talvez tão poucos quanto sete em número, dos quais todos os indivíduos são capazes em virtude de sua filiação à espécie humana (GARDNER, 1994, p. 214).

As inteligências contidas nesse conjunto de potenciais são denominadas de linguística, musical, lógica-matemática, espacial, corporal-cinestésica, intrapessoal e interpessoal. Após postular essas sete inteligências, Gardner também cogitou a possibilidade não só de constatarem novas inteligências, senão retirar algumas que não deveriam compor o conjunto postulado. Em um processo de revisão de sua teoria, em meados de 90, Gardner acrescentou à lista original uma oitava inteligência, chamada de naturalista. O Quadro 1, a seguir, apresenta os critérios para identificação de cada inteligência.

### Quadro 1 – Oito Inteligências de Gardner e suas descrições

| Inteligências            | Descrição  |
|--------------------------|--|
| Linguística              | Capacidade de analisar informações e criar produtos que envolvam oralidade e linguagem escrita, como discursos, livros e memorandos.   |
| Lógica<br>Matemática     | Capacidade de desenvolver equações e provas, fazer cálculos e resolver problemas abstratos   |
| Espacial                 | Capacidade de reconhecer e manipular em larga escala e granulação fina imagens espaciais.  |
| Musical                  | Capacidade de produzir, lembrar e criar significados de diferentes padrões de som.   |
| Naturalista              | Capacidade de identificar e distinguir entre diferentes tipos de plantas, animais e formações climáticas encontradas no mundo natural. |
| Corporal-<br>Cinestésica | Capacidade de usar o próprio corpo para criar produtos ou resolver problemas.  |
| Interpessoal             | Capacidade de reconhecer e entender os humores, desejos, motivações e intenções de outras pessoas.                                     |
| Intrapessoal             | Capacidade de reconhecer e entender seus próprios humores, desejos, motivações e intenções.  |

Fonte – <https://howardgardner01.files.wordpress.com/2012/06/443-davis-christodoulou-seider-mi-article.pdf>

Tais inteligências são caracterizadas por habilidades intrínsecas aos humanos. Gardner considerou o conjunto de critérios para a identificação de uma inteligência, constante no Quadro 2, como a mais importante característica da teoria das IM.

### Quadro 2 – Critérios para identificação de uma inteligência

| Critérios para identificação de uma inteligência  |
|---|
| • Deveria ser visto em relativo isolamento em prodígios, autistas, vítimas de derrame ou outras populações excepcionais. Em outras palavras, certos indivíduos devem demonstrar níveis particularmente altos ou baixos de uma capacidade específica, em contraste com outras capacidades. |
| • Deveria ter uma representação neural distinta - isto é, sua estrutura neural e funcionamento devem ser distinguíveis daquele de outras grandes faculdades humanas.  |
| • Deveria ter uma trajetória de desenvolvimento distinta. Ou seja, diferentes inteligências devem desenvolver-se a taxas diferentes e por caminhos distintos.   |
| • Deveria ter alguma base na biologia evolutiva. Em outras palavras, uma inteligência deve ter uma instanciação anterior em primatas ou outras espécies e valor de sobrevivência.   |
| • Deveria ser suscetível de capturar em sistemas de símbolos, do tipo usado em Educação informal.   |
| • Deveria ser apoiado por evidências de testes psicométricos de inteligência.   |
| • Deveria ser distinguível de outras inteligências através de experimentos tarefas psicológicas.  |
| • Deveria demonstrar um sistema central de processamento de informações. Ou seja, deveria processos mentais identificáveis que lidam com informações relacionadas a cada inteligência.  |

Fonte – <https://howardgardner01.files.wordpress.com/2012/06/443-davis-christodoulou-seider-mi-article.pdf>.

[...] Devido à hereditariedade, treinamento precoce ou, com toda a probabilidade, a uma interação constante entre estes fatores, alguns indivíduos desenvolverão determinadas inteligências muito mais do que outros; mas todo indivíduo normal deveria desenvolver cada inteligência até certa extensão, recebendo nada além de uma modesta oportunidade para fazê-lo (GARDNER, 1994, p. 214).

Ou seja, as inteligências podem ser estimuladas e são vários os fatores que podem interferir em seus desenvolvimentos, tais como: escola, contexto social e a oportunidade de explorar e realizar atividades diferentes.

Tendo em vista que uma inteligência jamais se manifesta sozinha, no comportamento humano, cada função ou tarefa, envolve uma combinação delas, podemos dizer de modo geral, que toda a nossa espécie tem parcelas expressivas de cada inteligência, mas o que as diferem é a maneira pela qual elas se configuram, ou pelo perfil dos pontos fracos e fortes. Conforme Gardner (*Ibidem*) “As inteligências realmente interagem e baseiam-se umas nas outras desde o início da vida” e são

“[...] mobilizadas a serviço de diversos papéis e funções sociais. Mesmo assim, creio que no centro de cada inteligência há uma capacidade computacional ou mecanismo de processamento de informações que é singular àquela inteligência particular e sobre o qual estão fundamentadas as realizações e concretizações mais complexas daquela inteligência.

[...] o que desejo transmitir é que o ser humano normal é constituído de modo a ser sensível a determinados conteúdos informativos: quando uma forma particular de informação é apresentada, vários mecanismos no sistema nervoso são disparados para desempenhar operações específicas sobre ele. E a partir do uso repetido, da elaboração e da interação entre estes vários mecanismos computacionais, enfim fluem formas de conhecimento que prontamente denominamos de “inteligentes” (GARDNER, 1994, p. 215).

De acordo com Gardner (1994, p. 229) “é evidente que as inteligências não podem ser vistas meramente como um grupo de capacidades computacionais rudes”. Portanto, ele sugeriu pensarmos nas inteligências aqui apresentadas “como um conjunto de ‘tipos naturais’ de blocos construtores, a partir dos quais linhas produtivas de pensamento e ação são construídas” (GARDNER, 1994, p. 215). Contudo, vale ressaltar que a ideia das IM é uma visão minoritária na psicologia.

Segundo Antunes (2002) existem novas perspectivas para um excelente progresso no estudo da inteligência humana que é definida por ele como “um fluxo cerebral que nos leva a escolher a melhor opção para solucionar uma dificuldade e que se completa como uma faculdade para compreender, entre opções, qual a melhor” (ANTUNES, 2002, p. 12).

Pesquisas recentes em neurobiologia sugerem a presença de áreas no cérebro humano que correspondem, pelo menos de maneira aproximada, a determi-

nados espaços de cognição, mais ou menos como se um ponto do cérebro representasse um setor que abrigasse uma forma específica de competência e de processamento de informações (ANTUNES, 2002, p. 25).

Conforme as inteligências propostas por Gardner, o número dessas áreas seriam oito e, portanto, o cérebro humano teria oito pontos distintos onde se abrigariam as IM dos indivíduos.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias como a ressonância magnética, que “acendem” áreas neurais quando o cérebro capta sinais exteriores, e com a possibilidade de conectar sensores ao cérebro humano, para “traduzir” as operações em um computador, surgiram novos paradigmas sobre a ação da mente humana. Os estudos mostram que essas inovações podem fazer de cada família, professor, empresa, instituição de ensino, entre outros, um centro estimulador das IM, estendendo de forma extraordinária os limites do ser humano e a sua qualidade de vida (ANTUNES, 2002).

## 2.2 JOGOS DIDÁTICOS COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Sabemos que o contato com os conteúdos de Física nem sempre é atrativo ao aluno, muitas vezes decorrente de práticas pedagógicas pouco inovadoras. Diante disso, com a intenção de buscar uma forma interativa de trabalhar os conceitos físicos, buscando despertar o interesse e curiosidade do aluno pela disciplina, decidimos desenvolver um produto educacional que auxilie a prática pedagógica de Física e sirva de alternativa em aulas de Física Moderna.

Segundo Smole (1999, p. 10), “Gardner afirma que a inteligência é responsável por nossas habilidades para criar, resolver problemas e fazer projetos, em uma determinada cultura. Com isso, segundo ele, cada indivíduo possui alguns tipos diferentes de capacidade, que caracterizam sua inteligência”. Para desenvolver este produto, utilizamos a nossa inteligência caracterizada, a inteligência como habilidade para criar, pois com a capacidade de criar podemos inventar e descobrir.

Outra inteligência é a inteligência como habilidade para contribuir em um contexto cultural, conforme Smole (1999, p. 10) com ela “um indivíduo pode ser capaz de usar sua inteligência para criar e resolver problemas de acordo com seu contexto social”. De acordo com as pesquisas disponíveis no catálogo de teses e dissertações da Capes que envolvem jogos didáticos como metodologia para o ensino de Física na Educação Básica e aqui apresentada brevemente, podemos notar que tais pesquisadores utilizaram desta inteligência para resolver problemas voltados ao ensino desta ciência nesta etapa da educação.

Concordamos com Smole (1999, p. 28) quando diz que “O ambiente da sala de aula pode ser visto como uma oficina de trabalho de professores e alunos, um espaço estimulante e acolhedor, de trabalho sério, organizado e alegre”, porém sabemos a grande dificuldade encontrada pelos professores de Física em abordar os conteúdos em suas aulas. Na maioria das vezes, tais professores não conseguem chamar a atenção dos alunos e fazer com que suas aulas se tornem atrativas e instigantes, ainda que não ignoremos as adversidades inerentes à profissão docente. Acreditamos que a solução para esse problema seja, além de uma adesão à novas metodologias para o ensino de tal disciplina, o engajamento docente na luta pela valorização social da profissão, o que inclui condições objetivas para o desenvolvimento do seu trabalho.

Existem diversas metodologias de ensino, e no campo da Física não é diferente. Buscando metodologias para o ensino de Física que envolvessem jogos didáticos, encontramos vários trabalhos, sobretudo do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). A partir da leitura de algumas dessas dissertações, pode-se perceber que os jogos didáticos ocupam lugar e papel fundamentais na mediação do processo de ensino e aprendizagem, às quais descrevemos algumas a seguir.

Com o objetivo de analisar as contribuições do jogo *online* “Home Sheep Home” no ensino da Física Clássica, Souza (2018) defende que o uso de jogos da internet pode contribuir com uma melhor consolidação e viabilização dos conteúdos de Física. Para isso, o autor elaborou uma sequência de ensino centrada na exploração do referido jogo gratuito, que aborda especificamente os conteúdos de dinâmica, hidrostática, magnetismo, ondas de choque e quantidade de movimento. Como resultado obteve uma melhoria no aprendizado da disciplina e maior interesse pela Física do cotidiano.

Visando analisar as possíveis potencialidades do jogo de computador produzido no “Scratch”, *software* utilizado para produção de animações e jogos, Aguiar (2018) analisa o processo de ensino-aprendizagem dos professores de Física e estimula o interesse e o aprendizado através do jogo de computador como auxílio para aulas expositivas de óptica geométrica. Ao fim da sequência de ensino, foi observado que os alunos tiveram uma melhor compreensão sobre o conteúdo e o quanto ele é importante para sua formação científica.

Já Diniz (2018) aborda tópicos de atomística utilizando o jogo de computador “Em Busca do Prêmio Nobel”. Tal iniciativa contribuiu para melhorar e estender o conhecimento dos discentes sobre o assunto. Todos os sujeitos da pesquisa gostaram do jogo e, para minimamente avaliar esse tipo de atividade, foi realizado um pequeno evento no qual cada um apresentou sua experiência durante o jogo.

Para alunos das séries finais do Ensino Fundamental, Felizardo (2018) elaborou um jogo virtual chamado de “Aventuras Radiológicas”. Este jogo envolve o conteúdo de radiações eletromagnéticas, corpusculares e seus efeitos biológicos. O mesmo mostra uma aventura de um personagem controlado pelo discente, várias formas de exposição às radiações e os efeitos biológicos provocados por estas. A aplicação do referido recurso facilitou o aprendizado e a fixação dos conhecimentos, assim como contribuiu para superação de dificuldades encontradas pelos discentes ao longo do processo. Além disso, houve aumento do interesse dos alunos pelo tema abordado.

Com o propósito de construir um jogo para ensinar circuitos elétricos e estudar os seus efeitos sobre a aprendizagem dos nativos digitais. Lima (2015) produziu um aplicativo com sistema operacional *Android* para dispositivos móveis como *tablet* e *smartphone*, chamado Lâmpadas. Em seu trabalho de mestrado, o jogo Lâmpadas foi caracterizado como um produto potencialmente significativo, tendo em vista que o aplicativo indica resultados que podem promover aprendizagem significativa.

Tendo em vista a precariedade da maioria das escolas públicas, sabemos que poucas delas dispõem de bons computadores e boa internet para desenvolver atividades virtuais, como as supracitadas. Por isso, além do levantamento de jogos *online* fizemos um levantamento dos jogos analógicos utilizados como recursos metodológicos para o ensino de Física. A seguir apresentaremos alguns deles.

Ao adaptar três jogos tradicionais para o ensino de Astronomia e Eletricidade, Alves (2018) proporcionou um ambiente lúdico para a aprendizagem no Nível Fundamental. A proposta foi chamada de “Cassino da Física” e contém dominós, baralhos e roleta, que apresentam os temas de forma dinâmica, divertida e com significado para os estudantes. Além disso, os jogos proporcionaram ainda o desenvolvimento da socialização entre os colegas e entre os alunos e o professor. Vale ressaltar o ponto negativo observado pelo autor nesta aplicação, que foi:

[...] o fato de alguns alunos quererem fazer prevalecer mais a diversão, deixando de lado o aprendizado em segundo plano. Sendo que neste momento o papel do professor é de fundamental importância, pois o docente precisa estar atento para esses possíveis desequilíbrios entre o lúdico e o aprendizado dos alunos (ALVES, 2018, p. 100).

Paiva (2018) também decidiu construir um dominó, mas neste contemplou o conteúdo de Hidrostática e nomeou de “Dominó Didático de Física”. Além de constatar em sua pesquisa o mesmo que Alves (2018), Paiva (2018) também concluiu que este jogo didático é um material de apoio ao planejamento do professor e que o mesmo favorece uma aprendizagem significativa.

Com a finalidade de chamar a atenção dos estudantes para a Física, Avila (2016) apresenta um jogo de cartas que compõe os conceitos de energia, temperatura, trocas de energia e equilíbrio energético. Com a aplicação deste recurso em sala de aula, concluiu-se que os jogos didáticos como ferramentas pedagógicas são válidos de maneira que propiciam o interesse, direto ou indiretamente, do estudante pelo conteúdo abordado.

É notório que a utilização dos jogos didáticos evidencia que as estratégias diversificadas facilitam o processo de ensino-aprendizagem da Física e tornam as aulas mais interessantes. Com esta finalidade, Stiz (2017) confeccionou o jogo de tabuleiro, dominó e memória, que apresentam os conceitos de Astronomia e Astrofísica. Como resultado, ocorreu um maior envolvimento dos estudantes no processo ensino-aprendizagem, tendo em vista que tais materiais didáticos despertam interesse nos alunos e oportunizam a socialização de ideias e informações.

Um dos jogos didáticos mais comuns é o jogo de tabuleiro e concordamos com Ré (2016) quando diz que os tabuleiros permitem possibilidades de aprendizagem mais diversificadas, pois pode-se utilizar elementos gráficos e perguntas para abordar vários aspectos do conteúdo desejado, além de ser facilmente adaptável para qualquer área. Vale ressaltar também, que em um jogo de perguntas e respostas como por exemplo um tabuleiro, há maior interação tanto com os estudantes entre si, como também entre os estudantes e os elementos do jogo, permitindo assim, que os alunos leiam, raciocinem e conversem sobre o conteúdo (*Ibidem*).

Com isso, Ré (2016) elaborou o jogo “Física de partículas na escola” com o intuito de estimular a aprendizagem sobre o tema buscando favorecer e orientar a comunicação. Além deste autor, Costa (2018), Favaretto (2017), Ribeiro (2018) e Sato (2017) também utilizaram jogos de tabuleiro e abordaram, respectivamente, os seguintes conteúdos: conceitos gerais relacionados à Ondulatória, Acústica ou mesmo Movimento Harmônico Simples; conceitos físicos relacionados ao cotidiano dos estudantes; estudo do brilho, energia, espectroscopia e observação virtual das estrelas; produção sustentável de energia elétrica.

Todos os trabalhos tiveram resultados positivos com o uso dos tabuleiros. Segundo Costa (2018), com essa metodologia os estudantes despertaram um senso de curiosidade científica e se aproximaram mais da Física. Para Ré (2016), ficou claro que tal atividade motivou os alunos, possibilitou momentos agradáveis de contato com o tema, manteve os estudantes interagindo com os colegas a maior parte do tempo e com os elementos do jogo, estimulando assim os aspectos cognitivos e afetivos da aprendizagem. A iniciativa de Favaretto (2017),

proporcionou um aumento no interesse dos estudantes em aprender Física e melhora nas relações aluno-aluno e aluno-professor. [...] Além do maior interesse

dos estudantes na disciplina de Física, foi possível observar o desenvolvimento de uma postura crítica, vivenciada pelos diálogos, o que tem favorecido a aprendizagem em sala de aula (FAVARETTO, 2017, p. 6).

Ocorreram pequenas falhas na aplicação do tabuleiro de Ribeiro (2018), todavia o autor obteve sucesso naquilo que foi proposto, pois conduziu os discentes na construção de seus próprios conhecimentos e apresentou o tabuleiro como uma metodologia capaz de provocar o protagonismo.

Além do jogo de tabuleiro, Sato (2017) utilizou o jogo de cartas “super-trunfo”. O uso de ambos os jogos motivou e despertou o interesse dos alunos para apreender o conteúdo proposto de forma divertida e diferente das aulas de Física tradicionais. Segundo Sato,

Os alunos ficaram mais interessados e motivados em aprender os conteúdos propostos em sala de aula a partir dos jogos didáticos em resposta aos métodos tradicionais de apresentação dos conceitos. Através dos jogos didáticos houve uma aproximação pedagógica entre professor e aluno no processo de ensino-aprendizagem e o relacionamento entre os alunos também melhorou (SATO, 2017, p. 28).

Já Favaretto (2017, p. 49), concluiu “que o emprego de um jogo de tabuleiro pode e deve ser utilizado como uma ferramenta metodológica de ensino e aprendizagem para o Ensino de Física”. Para facilitar a utilização deste recurso, os discentes podem utilizar os doze tabuleiros desenvolvidos por Uyeda (2018) a partir dos conteúdos básicos comuns de Física. Esta coleção de jogos didáticos está disponível tanto para impressão como para edição em sua dissertação e abordam os seguintes conteúdos:

Os jogos do 1º Ano são: 1º Bimestre: Energia, 2º Bimestre: Leis de Newton, 3º Bimestre: Máquinas Simples, 4º Bimestre: Gravitação. Os jogos do 2º Ano são: 1º Bimestre: Termologia, 2º Bimestre: Óptica, 3º Bimestre: Ondulatória, 4º Bimestre: Máquinas Térmicas (Termodinâmica).

Os jogos do 3º Ano são: 1º Bimestre: Eletricidade, 2º Bimestre: Eletromagnetismo, 3º Bimestre: Eletrodinâmica, 4º Bimestre: Física Moderna. [...] Posteriormente vem o 13º jogo, World of Physics (Mundo da Física), que visa integrar a coleção dos 12 jogos de tabuleiro (UYEDA, 2018, p. 94).

As aplicações de tais tabuleiros tiveram grande êxito e Uyeda (2018, p. 87) ressalta que o resultado deste trabalho é devido a “um processo em que os discentes participaram de forma central desde a concepção dos jogos, sua construção, *designer*, utilização e avaliação”, fortalecendo assim, a ideia do trabalho em grupo.

Tais metodologias citadas e já verificadas mostram aos alunos e aos próprios professores que há uma perspectiva lúdica associada à aprendizagem, como também várias formas de se trabalhar um determinado conteúdo, juntamente com o auxílio dos jogos didáticos. Vale ressaltar,

também, a importância da utilização desses materiais com pessoas com Transtorno de *Deficit* de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Cunha (2012, p. 95) concluiu em sua dissertação que as atividades lúdicas funcionam como instrumentos motivadores e facilitadores da aprendizagem que “podem e devem ser utilizados como recursos didáticos dentro e fora da sala de aulas, pois produz ótimos resultados na aprendizagem, na tolerância e na atenção dos alunos com TDAH”.

É sabido que para elaborar aulas com metodologias inovadoras, precisa-se de disponibilidade de tempo do docentes, e devido a essa limitação de tempo dos mesmos, em muitos casos, eles preferem optar por aulas tradicionais, fazendo com que as aulas de Física caiam na rotina e os alunos fiquem desestimulados. É fundamental que o professor tenha sempre a capacidade de se reinventar para que o entendimento da Física como uma disciplina incompreensível e restrita a cálculos chegue ao fim.

A busca de novas estratégias auxiliares ao processo de ensino e aprendizagem, conforme apresentadas nesta seção, sinalizam aos professores que os jogos didáticos se constituem como importantes ferramentas frente às mais diversas possibilidades de métodos que se pode adotar. Além disso, nós e todos os autores citados nesta seção, que trabalharam com jogos didáticos, concordamos com Favaretto (2017, p. 40), quando diz que “a atividade tornou os conteúdos de Física mais contextualizados e assim, despertou o interesse dos alunos, que puderam vivenciar um ensino distante do tradicional”. Desta forma, a dinâmica do processo de utilização de tais recursos pode colaborar com o despertar do interesse dos estudantes em compreender conceitos e leis da Física.

Para Smole, Diniz e Ishihara (2008, p. 13), a proposta de utilização de jogos está baseada em:

[...] uma perspectiva de resolução de problemas, o que, em nossa concepção, permite uma forma de organizar o ensino envolvendo mais aspectos puramente metodológicos, pois inclui toda uma postura frente ao que é ensinar e, conseqüentemente, sobre o que significa ensinar e conseqüentemente do que significa aprender. Daí a escolha do tempo, cuja o significado corresponde a amplitude a conceituação de resolução de problemas como simples metodologia ou conjunto de orientações didáticas.

Shiple *et al.* (1969) afirmam que um dos métodos gerais para desenvolver uma habilidade é a utilização do interesse de brincar. Assim, “se o professor for capaz de usar abordagens pedagógicas diferentes, existe a possibilidades de alcançar mais estudantes de maneiras mais efetivas” (GARDNER, 2013, p. 128). Com isso, uma das nossas propostas é reproduzir todo o conteúdo da TRE dos livros de ensino médio em jogos didáticos para serem trabalhados como ferramentas auxiliares no ensino de Física Moderna. Utilizando assim, as

habilidades obtidas nos demais tipos de jogos e inventando esquemas para jogos na sala de aula envolvendo essas novas habilidades (SHIPLEY *et al.*, 1969). De acordo com Rodrigues *et al.* (2017, p. 52):

A vida contemporânea requer, cada vez mais, a formação de pessoas críticas, intelectualmente autônomas e mais bem preparadas para responder aos seus desafios; desse modo, a escola, como um dos principais agentes de educação formal, vê-se instada a desenvolver um trabalho que promova a formação de alunos-cidadãos mais sensíveis ao contexto social em que estão inseridos e, para isso, o uso de metodologias inovadoras de ensino é uma estratégia eficaz e necessária. Dentre diversas possibilidades, o ensino por meio da ludicidade aparece como grande aliado.

Os materiais didáticos confeccionados têm por objetivos auxiliar a prática de ensino dos professores de Física e despertar o interesse dos alunos pelos temas abordados e pela Física. Espera-se que tais objetivos sejam percebidos ao longo da aplicação dos recursos, possibilitando o despertar dos alunos para a disciplina e contribuindo para desmistificar o conceito de que a Física é uma disciplina incompreensível e restrita a cálculos.

A utilização dos jogos como uma metodologia alternativa e potencializadora da aprendizagem, possibilita aos alunos uma atividade diferenciada e dinâmica, então se espera que esta intervenção seja bastante proveitosa. Segundo Ramos (1997, p. 53): “O uso de brinquedos e jogos para o Ensino da Física, a nosso ver, é uma ‘ferramenta’ pedagógica poderosa, interessante e sedutora para ajudar a construir essa possibilidade educacional. Basta querer participar desta brincadeira!”.

A partir dessa experiência com os alunos e diante de suas impressões sobre a utilização dos materiais didáticos para o ensino de Física, pretende-se, então, por meio de uma pesquisa exploratória, de abordagem qualitativa, investigar o potencial desses materiais como estratégia metodológica para o ensino da TRE, a partir da percepção dos discentes da Educação Básica.

### 3 TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL

Erroneamente, há quem acredite que a TRE foi criada unicamente por Albert Einstein (1879-1955) em seu artigo, intitulado “*A Eletrodinâmica dos Corpos em Movimento*”, publicado em 1905. No entanto, conforme é ressaltado por Martins (2005), o desenvolvimento desta teoria se deve as contribuições de diversos cientistas, como: Thomson, Lorentz, Poincaré, entre outros. Porém, raramente são citados nos livros didáticos.

Ainda segundo Martins (2005), quando Einstein publicou o referido artigo já existia o Princípio da Relatividade, as Transformações de Lorentz (TLs) para o espaço-tempo, as transformações das grandezas eletromagnéticas e a maior parte da dinâmica relativística. Os principais resultados já existentes da dinâmica relativística eram a equação da variação da massa do elétron com a velocidade, a relação entre fluxo de energia e densidade de momento e a relação entre massa e energia, em alguns casos específicos, sem formulação geral. Porém, a publicação de Einstein apresenta uma teoria com visão de mundo e abordagem epistemológica diferente da teoria presente nos artigos anteriores, o que estrutura o mesmo conteúdo empírico de um modo muito mais simples.

Nesta seção, serão expostas algumas discussões, princípios e consequências da TRE, onde os mesmos são parte integrante do conteúdo de Física abordado no produto educacional denominado “*Bingo TRE*”. Ou seja, apresentamos uma divergência entre o Princípio da Relatividade de Galileu (PRG) e o Eletromagnetismo de Maxwell, as TLs e, por fim, algumas consequências dos postulados de Einstein (dilatação do tempo e contração do espaço). Vale ressaltar que o material presente nesta seção é destinado, principalmente, ao professor da Educação Básica que busca compreender de forma mais detalhada a TRE.

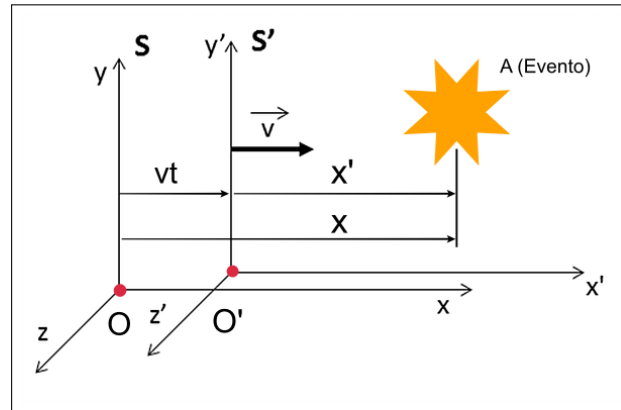
#### 3.1 PRINCÍPIO DA RELATIVIDADE DE GALILEU E O ELETROMAGNETISMO

Sabemos da Mecânica Clássica que as leis de Newton são válidas em certos sistemas de referências chamados referenciais inerciais. “Por definição, um referencial é inercial se nele vale a lei da inércia, ou seja, uma partícula não sujeita a forças (suficientemente afastada das demais) permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme” (NUSSENZVEIG, 1998, p. 175).

Tomemos dois sistemas de referências  $S_{(x,y,z)}$  e  $S'_{(x',y',z')}$ , representados na Figura 1. O referencial  $S'$  move-se, ao longo do eixo  $X$ , com velocidade constante  $\vec{v}$  em relação ao referencial  $S$ . Neste caso, o conceito de tempo é absoluto, ou seja, independe do referencial

adotado, significando que o tempo medido em  $S$  é o mesmo calculado em  $S'$  ( $t = t'$ ).

**Figura 1 – Dois sistemas de referências distintos**



Fonte – Produto educacional de Pereira e Mizukoshi (2019).

Consequentemente, conforme Figura 1, considerando que um evento aconteça num ponto A, como por exemplo o acender de uma luz, a posição desse evento sobre o eixo  $x$  medida pelos observadores nos referenciais  $S$  e  $S'$  são, respectivamente,  $X$  e  $X'$ . Assim, a relação entre tais coordenadas nos dois referenciais é dada pela seguinte Transformação de Galileu (TG)

$$X = X' + vt, \quad (3.1)$$

da qual segue a lei de Galileu de composição de velocidades

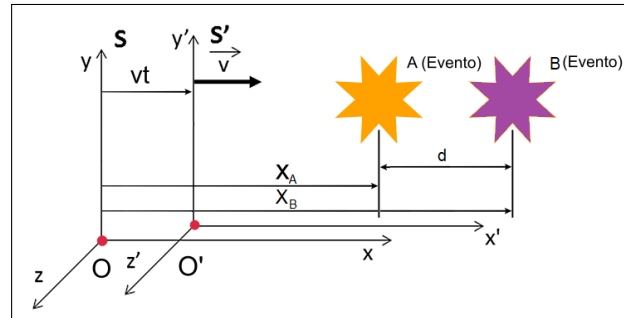
$$V = V' + v, \quad (3.2)$$

onde  $V$  e  $V'$  são as velocidades relativas aos referenciais  $S$  e  $S'$ , respectivamente. Novamente, com a derivação temporal da equação (3.2), decorre a seguinte igualdade das acelerações

$$a = a'. \quad (3.3)$$

Ou seja, as acelerações medidas em ambos os referenciais são iguais. Logo, a aceleração é invariante sob uma TG.

Agora suponha que ocorram dois eventos simultâneos, A e B, conforme Figura 2.

**Figura 2 – Dois eventos simultâneos**

Fonte – Adaptada do produto educacional de Pereira e Mizukoshi (2019).

De acordo com a Figura 2, a distância entre os eventos é dada no referencial  $S$  por

$$d = X_B - X_A, \quad (3.4)$$

na qual  $X_A = X'_A + vt$  e  $X_B = X'_B + vt$  de acordo com TG. Desta forma, aplicando os valores de  $X_A$  e  $X_B$  na equação (3.4), chegamos a expressão

$$d = d'. \quad (3.5)$$

Com isso, podemos dizer que as TGs não afetam as distâncias entre os eventos. Por conseguinte, a massa também é invariante. Portanto, a força não é afetada

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\vec{a}' = \vec{F}', \quad (3.6)$$

isto é, a lei básica da dinâmica não se altera sobre uma TG. Assim, decorre o chamado PRG: as leis da mecânica são as mesmas em todos referenciais inerciais.

Entretanto, se procurarmos estender o PRG às equações de Maxwell, deparamo-nos com um problema. Segundo Nussenzveig (1998, p. 177), decorre das leis do eletromagnetismo

que a luz se propaga, no vácuo, com velocidade  $c$ . Admitindo que isso vale num dado referencial inercial, e que valem as leis da Mecânica Clássica, o resultado não poderia valer num outro referencial inercial em movimento retilíneo uniforme em relação ao primeiro com velocidade  $V$ . Com efeito, pela lei da composição de velocidade de Galileu, seria

$$c' = c - V \quad (3.7)$$

e, conseqüentemente,  $c' \neq c$ , ou seja, a velocidade da luz variaria de um referencial inercial para outro, contradizendo o Princípio da Relatividade no caso do eletromagnetismo. Para resolver este conflito devem ser modificadas as TGs e Mecânica Clássica, pois as equações de Maxwell e o PRG estão corretos (*Ibidem*).

Para estas modificações, Albert Einstein propôs tomar dois postulados como ponto de partida. De acordo com Nussenzveig (1998, p. 182), o primeiro postulado trata do “PRINCÍPIO DA RELATIVIDADE RESTRITA: As leis da Física são as mesmas em todos os referenciais inerciais”. Portanto, uma generalização da PRG a todas as leis físicas. O segundo postulado de Einstein é o “PRINCÍPIO DA CONSTÂNCIA DA VELOCIDADE DA LUZ: A velocidade da luz no vácuo,  $c$ , é a mesma em todas as direções e em todos os referenciais inerciais, e é independentemente do movimento da fonte” (*Ibidem*).

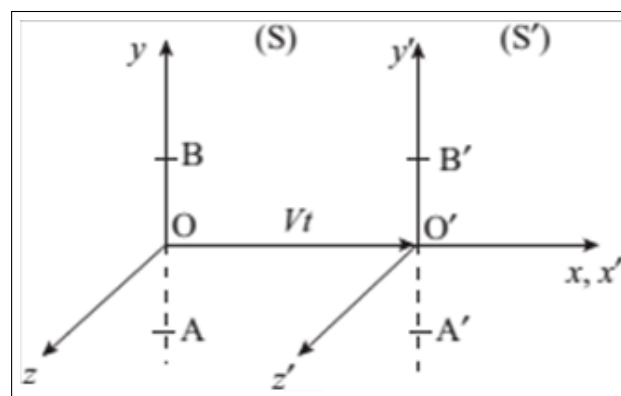
Os postulados de Einstein exigem que se modifique a Mecânica Clássica, de modo que as TGs sejam substituídas pelas chamadas TLs que tornam invariantes as equações de Maxwell e as novas Leis da Mecânica quando passamos de um referencial inercial a outro.

Outra questão levantada por Einstein foi a relatividade da simultaneidade, onde agora para ele, dois eventos em um referencial são simultâneos se sinais luminosos provenientes dos eventos atingirem um observador equidistantes num mesmo intervalo de tempo  $t$ . Essa definição de Einstein para a relatividade da simultaneidade implica que dois eventos que ocorrem simultaneamente em um referencial inercial não são necessariamente simultâneos em outro referencial, conforme Nussenzveig (1998).

### 3.2 TRANSFORMAÇÕES DE LORENTZ

Novamente, tomamos dois referenciais inerciais  $S$  e  $S'$  cujos eixos são paralelos e  $S'$  desloca-se com velocidade  $\vec{V}$  constante na direção paralela ao eixo  $x$ . Além disso, as origens  $O$  e  $O'$  das coordenadas em  $S$  e  $S'$  coincidem num instante  $t = t' = 0$ , Figura 3.

**Figura 3 – Referenciais ( $S$ ) e ( $S'$ )**



Fonte – Nussenzveig (1998, p. 186).

Conforme Nussenzveig (1998), a transformação  $(x, y, z, t) \rightarrow (x', y', z', t')$  tem que

satisfazer as condições:

(i) Um movimento retilíneo uniforme em relação a ( $S$ ) também deve ser retilíneo e uniforme em ( $S'$ ).

(ii) Para  $V = 0$  ( $\vec{V} \equiv V\hat{x}$  é a velocidade de  $S'$  em relação a  $S$ ), a transformação deve reduzir-se à identidade [...].

(iii) Se um sinal luminoso é enviado de  $O \equiv O'$  em  $t = t' = 0$ , a sua frente de onda deve propagar-se com velocidade  $c$  em ambos os referenciais, de modo que

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = 0 \Leftrightarrow x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2t'^2 = 0$$

(cada uma dessas equações deve implicar a outra) (NUSSENZVEIG, 1998, p. 187).

Por outro lado, de acordo com a Figura 3, temos que  $\overline{AB} = \overline{A'B'}$ . Com isso,

$$y = y' \quad \text{e} \quad z = z'. \quad (3.8)$$

Seguindo o raciocínio apresentado por Nussenzveig (1998), como a origem  $O'$  do referencial  $S'$  deve ter coordenada  $x = Vt$  em  $S$ , então

$$x' = A(x - Vt). \quad (3.9)$$

E assim como a transformação anterior a transformação de  $t$  deve ser linear, isto é,

$$t' = Bt + Cx, \quad (3.10)$$

onde não há termos de  $y$  e  $z$ , pois a única direção do movimento é no eixo  $x$ .

Com isso, as expressões de (3.8) a (3.10) satisfazem as condições de (i) e (ii). Nos resta a condição (iii) que implica em

$$A^2(x^2 - 2xVt + V^2t^2) + y^2 + z^2 - c^2(B^2t^2 + 2BtCx + C^2x^2) = 0. \quad (3.11)$$

Sabendo que  $y^2 + z^2 = c^2t^2 - x^2$ , obtemos

$$(A^2 - c^2C^2 - 1)x^2 - 2(A^2V + c^2BC)xt + (A^2V^2 - c^2B^2 + c^2)t^2 = 0. \quad (3.12)$$

De modo que o sistema tem solução quando os coeficientes são nulos. Por isso, chegamos as equações

$$\begin{cases} A^2 - c^2C^2 = 1; \\ A^2V + c^2BC = 0; \\ B^2 - \frac{A^2V^2}{c^2} = 1. \end{cases} \quad (3.13)$$

De acordo com a segunda equação de (3.13)

$$A^2 = -\frac{c^2 BC}{V}. \quad (3.14)$$

Substituindo a equação (3.14) na primeira e terceira expressões de (3.13), obtemos, respectivamente,

$$-\frac{c^2 C}{V}(B + VC) = 1, \quad (3.15)$$

e

$$B + CV = \frac{1}{B}. \quad (3.16)$$

Aplicando a expressão (3.16) em (3.15), dispomos do valor da constante

$$B = -\frac{c^2 C}{V}. \quad (3.17)$$

Agora substituindo (3.17) na segunda equação de (3.13), implica que

$$A^2 = B^2. \quad (3.18)$$

Usando (3.18) na terceira equação de (3.13), temos o valor para segunda constante

$$A^2 = \frac{1}{1 - \frac{V^2}{c^2}}. \quad (3.19)$$

Denotando  $\beta = \frac{V}{c}$  e  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$ , chamado de fator de Lorentz, as expressões (3.18) e (3.19) garantem que

$$A = \pm B = \pm \gamma. \quad (3.20)$$

Assim, pela segunda equação de (3.13) a terceira constante é

$$C = -\frac{V}{c^2} B. \quad (3.21)$$

Por outro lado, usando a condição (ii), ou seja,  $V = 0$ , o novo conjunto de equações que substitui (3.13), se expressa como

$$\begin{cases} A^2 = 1; \\ c^2 BC = 0; \\ B^2 = 1. \end{cases} \quad (3.22)$$

Então,  $C = 0$  e  $A = B = \pm 1$ . Portanto,

$$A = B = \gamma \quad (3.23)$$

e

$$C = -\frac{V}{c^2}\gamma \quad (3.24)$$

o que nos apresenta as seguintes TLs

$$\begin{cases} x' = \gamma(x - Vt); \\ t' = \gamma(t - \frac{V}{c^2}x); \\ y' = y; \\ z' = z. \end{cases} \quad (3.25)$$

Note que quando a velocidade  $V$  do evento, em análise, é muito pequena comparada à velocidade da luz,  $V \ll c$ , temos que  $\gamma \approx 1$ , e assim as TLs fornecem com boa aproximação os resultados obtidos da TG. Vale ressaltar, que as velocidades dos fenômenos descritos pela Mecânica Clássica, velocidades do nosso cotidiano, são muito pequenas quando comparadas com a velocidade da luz. Por isso, as TGs são válidas haja visto que os efeitos relativísticos são desprezíveis. Mas, quando as velocidades dos fenômenos são próximas a velocidade da luz, é necessário usar a TRE e as TLs.

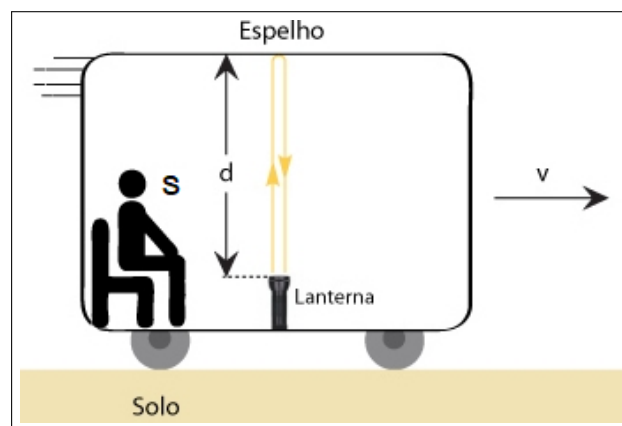
### 3.3 ALGUMAS CONSEQUÊNCIA DOS POSTULADOS DE EINSTEIN

A formulação dos dois postulados da TRE, enunciados por Albert Einstein, suprimiu o caráter absoluto do tempo e do espaço. Isso foi uma das consequências ao aceitarmos estes postulados, pois a ideia de tempo e espaço absolutos, da Mecânica Clássica, tornam-se sem significado na TRE, sendo necessária a revisão desses e outros conceitos físicos que consideramos intuitivos (GAZZINELLI, 2005). Nesta teoria esses conceitos passam a ser relativos, ou seja, dependem do sistema de referencia adotado e do seu estado de movimento. É válido, ressaltar também, que na TRE não teremos apenas o espaço e o tempo, como duas entidades físicas distintas, mas sim o espaço-tempo como uma estrutura unificada quadridimensional (quatro dimensões: três espaciais e uma temporal). Neste contexto, as subseções seguintes apresentam as ideias da dilatação temporal e da contração do espaço.

### 3.3.1 Dilatação Temporal

Com base no conceito de tempo relativo, suponha que um sinal de luz seja emitido por uma fonte, por exemplo uma lanterna situada perpendicularmente ao piso de um trem que se desloca com velocidade constante  $v$  em relação ao solo, até chegar num espelho situado no teto do mesmo a uma distância  $d$  do piso (evento 1). Em seguida, o raio é refletido de volta à fonte (evento 2), veja Figura 4.

**Figura 4 – Eventos do ponto de vista do referencial S**



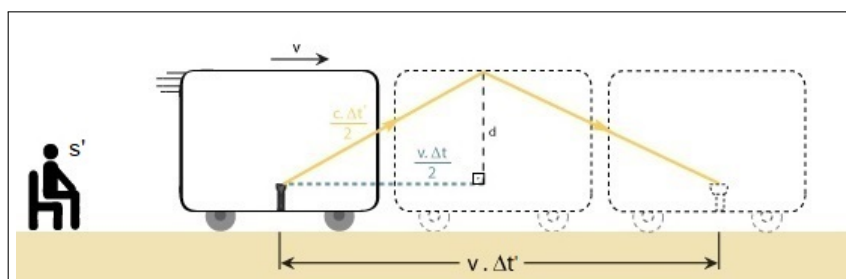
Fonte – Adaptada de “Dilatação do tempo” no site Só Física.

Para um observador S que está no trem, a trajetória da luz é uma reta vertical, que liga a fonte ao espelho. Desta forma, a distância percorrida pelo sinal luminoso, vista pelo observador S, é

$$d = \frac{c\Delta t}{2}. \quad (3.26)$$

No entanto, um observador S', situado fora do trem, percebe outra trajetória para o mesmo sinal de luz, em decorrência do movimento da fonte, conforme Figura 5.

**Figura 5 – Eventos do ponto de vista do referencial S'**



Fonte – Adaptada de “Dilatação do tempo” no site Só Física.

Analogamente a equação (3.26), obtemos a nova distância  $d'$  no referencial  $S'$

$$d' = \frac{c\Delta t'}{2}. \quad (3.27)$$

Aplicando o teorema de Pitágoras, no triângulo da Figura 5 acima, teremos

$$(d')^2 = d^2 + \left(\frac{v\Delta t'}{2}\right)^2. \quad (3.28)$$

Por sua vez, ao substituir as equações (3.26) e (3.27) na expressão (3.28), temos

$$c^2\Delta t'^2 = c^2\Delta t^2 + v^2\Delta t'^2, \quad (3.29)$$

$$\Delta t'^2 = \frac{c^2\Delta t^2}{c^2 - v^2}, \quad (3.30)$$

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (3.31)$$

A equação (3.31) expressa a dilatação temporal, onde  $\Delta t'$  é o tempo medido pelo relógio do observador que vê os eventos acontecerem em locais distintos do espaço (tempo dilatado), e o  $\Delta t$  é o tempo medido no relógio do observador, chamado de tempo próprio. Segundo Nussenzveig (1998, p. 192) “chama-se valor próprio de uma grandeza física o valor dessa grandeza medido num referencial onde o objeto ao qual está associada encontra-se em repouso.”

Como o fator de Lorentz é sempre  $\gamma \geq 1$ , a expressão (3.31) pode se reescrita como

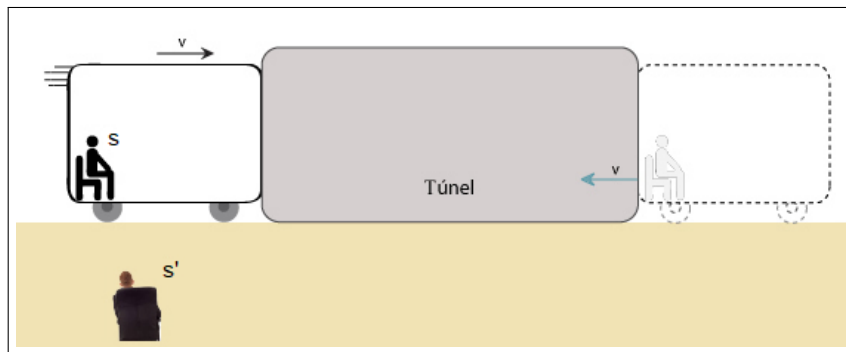
$$\Delta t' = \gamma\Delta t, \quad (3.32)$$

então  $\Delta t' \geq \Delta t$ , ou seja, o tempo próprio é sempre menor ou igual ao tempo relativo. É válido ressaltar, que esse efeito da dilatação do tempo foi comprovado por relógios atômicos, que são extremamente precisos, e que afeta a medida do comprimento de um corpo.

### 3.3.2 Contração do Espaço

Para entendermos melhor a contração do espaço, considere um observador  $S$  situado no interior de um trem que se movimenta com velocidade constante  $v$  em relação a  $S'$ . No instante da passagem do observador  $S$  pelo início do túnel, o mesmo dispara um cronômetro com objetivo de medir o tempo gasto para atravessá-lo por completo, conforme Figura 6.

**Figura 6 – Análise da contração do espaço**



Fonte – Adaptada de “Contração do comprimento” no site Só Física.

Segundo o observador no referencial S, temos o seguinte comprimento medido

$$L = v\Delta t. \quad (3.33)$$

Analogamente, para o referencial S' tem-se

$$L' = v\Delta t'. \quad (3.34)$$

Agora, substituindo a equação (3.31) na expressão (3.33), obtemos

$$L = v\Delta t' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (3.35)$$

Pela aplicação da equação (3.35) em (3.34), concluímos que

$$L = L' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (3.36)$$

A equação (3.36) explicita a contração do espaço, onde  $L$  é o comprimento medido pelo observador em movimento, chamado de comprimento contraído, e  $L'$  é o comprimento medido pelo observador em repouso, o conhecido comprimento próprio. Conseqüentemente, como  $\gamma \geq 1$ , então  $L' \geq L$ . Conforme citado por Nussenzveig (1998, p. 192) “Esse efeito já havia sido sugerido por Lorentz e por FitzGerald antes da teoria da relatividade para explicar o resultado nulo do experimento de Michelson e Morley, mas sem justificá-lo.”

## 4 METODOLOGIA

Nesta seção, serão apresentadas as justificativas da natureza da pesquisa. Posteriormente, será esclarecido sobre os instrumentos de coleta de dados, utilizados neste estudo, e suas análises. Em seguida, informaremos os sujeitos e local da pesquisa. Por fim, descreveremos a sequência didática utilizada na intervenção pedagógica.

### 4.1 A NATUREZA DA PESQUISA

A fim de investigar o potencial dos jogos didáticos como estratégia metodológica para o ensino da TRE, inicialmente fizemos uma revisão de literatura com o objetivo de encontrar estudos que estão relacionados com esta pesquisa. Para isso, escolhemos o catálogo de teses e dissertações da Capes, pois é necessário consultar em materiais adequados e segundo Gil (2008, p. 64) essas fontes “podem ser muito importantes para a pesquisa, pois muitas delas são constituídas por relatórios de investigações científicas originais ou acuradas revisões bibliográficas”.

Concordamos com Triviños (1987) quando diz que a revisão bibliográfica proporciona um aprofundamento no assunto interessado e “fornece uma estrutura para estabelecer a importância do estudo e um indicador para comparar os resultados de um estudo com outros” (CRESWELL, 2007, p. 46). Além da revisão de literatura, esta pesquisa está fundamentada na teoria das IM de Howard Gardner, brevemente apresentada anteriormente que, juntamente à revisão bibliográfica formam a fundamentação teórica deste trabalho.

Assim, o presente estudo buscou explorar questões em torno do ensino de Física na Educação Básica e teve uma abordagem qualitativa e quantitativa, pois segundo Minayo (2002, p. 22):

Não existe um “continuum” entre “qualitativo-quantitativo”, em que o primeiro termo seria o lugar da “intuição”, da “exploração” e do “subjetivismo”; e o segundo representaria o espaço do científico, porque traduzido “objetivamente” e em “dados matemáticos”.

A diferença entre qualitativo-quantitativo é de natureza. Enquanto cientistas sociais que trabalham com estatística apreendem dos fenômenos apenas a região “visível, ecológica, morfológica e concreta”, a abordagem qualitativa aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas.

O conjunto de dados quantitativos e qualitativos, porém, não se opõem. Ao contrário, se complementam, pois a realidade abrangida por eles interage dinamicamente, excluindo qualquer dicotomia.

Conhecida também como pesquisa de métodos mistos, a pesquisa qualitativa e quantitativa se desenvolveu devido

[...] à necessidade de esclarecer o objetivo de reunir dados quantitativos e qualitativos em um único estudo (ou em um programa de estudo). Com a inclusão de métodos múltiplos de dados e formas múltiplas de análise, a complexidade desses projetos exige procedimentos mais explícitos. Esses procedimentos também foram desenvolvidos, em parte, para atender a necessidade de ajudar os pesquisadores a criar projetos compreensíveis a partir de dados e análises complexas (CRESWELL, 2007, p. 211).

Decidiu-se fazer uso do estudo de métodos mistos pois, segundo Creswell (2007, p. 35), nesta abordagem

[...] o pesquisador tende a basear as alegações de conhecimento em elementos pragmáticos (por exemplo, orientado para consequência, centrado no problema e pluralista). Essa técnica emprega estratégias de investigação que envolvem coleta de dados simultânea ou seqüencial para melhor entender os problemas de pesquisa. A coleta de dados também envolve a obtenção tanto de informações numéricas (por exemplo, em instrumentos) como de informações de texto (por exemplo, em entrevistas), de forma que o banco de dados final represente tanto informações quantitativas como qualitativas.

A estratégia escolhida para esta pesquisa é a aninhada concomitante que pode ser identificada pela utilização da coleta de dados em uma única fase, onde são coletados dados quantitativos e qualitativos, simultaneamente e, posteriormente, durante a fase de análise, os dados coletados são reunidos (CRESWELL, 2007). A justificativa desta escolha se deve ao fato de que a estratégia tem vários pontos fortes, conforme relata o autor supracitado. “Além disso, usando os dois métodos diferentes dessa maneira, o pesquisador pode ganhar perspectivas de diferentes tipos de dados ou de diferentes níveis dentro do estudo” (CRESWELL, 2007, p. 221).

Com o objetivo de desenvolver jogos didáticos analógicos que auxiliem a prática pedagógica de Física para investigar o potencial desses materiais como estratégia metodológica para o ensino da TRE a partir da percepção dos discentes da Educação Básica, optou-se por uma pesquisa do tipo exploratória, pois de acordo com Gil (2008, p. 27), “as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”. Outra justificativa para esta escolha é porquê “os estudos exploratórios permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema. O pesquisador parte de uma hipótese e aprofunda seu estudo nos limites de uma realidade específica, buscando antecedentes, maior conhecimentos” (TRIVIÑOS, 1987, p. 109).

## 4.2 INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS E SUAS ANÁLISES

Concordamos com Lüdke e André (1986, p. 34) que “a grande vantagem da entrevista sobre outras técnicas é que ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos”. Neste sentido e com a finalidade de obter informações relevantes para o estudo, lançamos mão da entrevista semiestruturada que, segundo Minayo (2002, p. 58), articula as duas modalidades das entrevistas,

[...] estruturadas e não-estruturadas, correspondendo ao fato de serem mais ou menos dirigidas. Assim, torna-se possível trabalhar com a entrevista aberta ou não-estruturada, onde o informante aborda livremente o tema proposto; bem como com as estruturadas que pressupõem perguntas previamente formuladas.

Conforme Lüdke e André (1986) a entrevista semiestruturada permite que o pesquisador faça as adaptações necessárias. Em geral, de acordo com Triviños (1987, p. 146), podemos entender a entrevista semiestruturada como

aquela que parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses, que interessam à pesquisa, e que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante. Desta maneira, o informante, seguindo espontaneamente a linha de seu pensamento e de suas experiências dentro do foco principal colocado pelo investigador, começa a participar na elaboração do conteúdo da pesquisa.

Concordamos com Minayo (2002) e Gil (2008) quando eles dizem que a entrevista é uma técnica para coletar subsídios de interesse da investigação e que por meio desse procedimento, pode-se obter dados subjetivos e objetivos. Além disso, conforme Gil (2008, p. 110) as mesmas oferecem “flexibilidade muito maior, posto que o entrevistador pode esclarecer o significado das perguntas e adaptar-se mais facilmente às pessoas e às circunstâncias em que se desenvolve a entrevista”. Vale ressaltar, também, que as entrevistas desta pesquisa foram realizadas e gravadas individualmente no *Google Meet*, com a autorização dos sujeitos e mediante o consentimento do diretor da escola *locus*, conforme assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, presente no Apêndice A. A seguir realizou-se a transcrição das entrevistas.

O roteiro da entrevista semiestruturada elaborado está presente no Apêndice B e contém um conjunto de nove perguntas, abertas e fechadas, voltadas aos objetivos da pesquisa. Optamos, aqui, por usar escalas sociais, pois concordamos com Gil (2008, p. 137) quando diz que estas prevêm “sempre a possibilidade de ordenação de itens ao longo de um contínuo. Isto implica que se possa, a partir de pontos extremos, identificar pontos intermediários”. Além disso,

[...] são instrumentos construídos com o objetivo de medir a intensidade das opiniões e atitudes da maneira mais objetiva possível. Embora se apresentem segundo as mais diversas formas, consistem basicamente em solicitar ao indivíduo pesquisado que assinale, dentro de uma série graduada de itens, aqueles que melhor correspondem à sua percepção acerca do fato pesquisado (GIL, 2008, p. 136).

“As escalas sociais têm por objetivo possibilitar o estudo de opiniões e atitudes de forma precisa e mensurável. Isto implica transformar fatos que habitualmente são vistos como qualitativos em fatos quantitativos” (GIL, 2008, p. 137).

Para a coleta de dados, ainda, fizemos uso da observação livre. Segundo Triviños (1987), não se trata de simplesmente olhar, este observar é destacar algo prestando atenção nas atitudes. Este tipo de observação é usada, também quando se deseja buscar a verificação de hipóteses, como por exemplo, o possível despertar do interesse dos alunos pelos temas abordados e pela Física, com a aplicação dos jogos didáticos para o ensino da TRE. “Tanto quanto a entrevista, a observação ocupa um lugar privilegiado nas novas abordagens de pesquisa educacional. Usada como o principal método de investigação ou associada a outras técnicas de coleta, [...] apresenta uma série de vantagens” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 26).

Após a coleta de dados, a fase seguinte da pesquisa é a de análise e interpretação. Estes dois processos, apesar de conceitualmente distintos, aparecem sempre estreitamente relacionados. A análise tem como objetivo organizar e resumir os dados de forma tal que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação. Já a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos (GIL, 2008, p. 156).

Para Minayo (2002), temos que se atentar a duas funções durante a análise das informações.

Uma se refere à verificação de hipóteses e/ou questões. Ou seja, através da análise de conteúdo, podemos encontrar respostas para as questões formuladas e também podemos confirmar ou não as afirmações estabelecidas antes do trabalho de investigação (hipóteses). A outra função diz respeito à descoberta do que está por trás dos conteúdos manifestos, indo além das aparências do que está sendo comunicado. As duas funções podem, na prática, se complementar e podem ser aplicadas a partir de princípios da pesquisa quantitativa ou da qualitativa (MINAYO, 2002, p. 74).

Com isso, decidimos fazer a análise dos dados obtidos de forma analítico-interpretativa.

#### 4.3 SUJEITOS E LOCAL DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa são dezoito discentes, que estão cursando o terceiro ano do Ensino Médio, de uma escola pública do município de Iguatu na região Centro-Sul do

Ceará, e que participaram da aplicação do produto educacional em sala de aula *online* e/ou confeccionaram seu próprio jogo didático. Deste modo, buscamos a partir das falas desses alunos, informações que indicassem o potencial dos jogos didáticos para o ensino da TRE na Educação Básica, além disso, procuramos criar uma discussão dos subsídios com o referencial teórico aqui escrito. A fim de preservar as identidades dos investigados, os mesmos receberam nomes fictícios.

#### 4.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Em 26 de fevereiro de 2020 surgiu o primeiro caso do novo coronavírus no Brasil, conforme notícia divulgada no site do Ministério da Saúde (BRASIL, 2020a). Este caso foi confirmado em São Paulo e não demorou muito tempo para surgir os testes positivos dos cearenses. Segundo a Secretaria da Saúde do Estado do Ceará, os três primeiros casos de Covid-19 no estado foram confirmados na noite do dia 15 de março (CEARÁ, 2020a). Logo no dia seguinte, o governador decretou a suspensão das aulas presenciais, por 15 dias a partir do dia 17 de março, em todo o estado, conforme Artigo 3 do Decreto nº 33.510, de 16 de março de 2020 (CEARÁ, 2020b). Com o avanço da pandemia, foi mantida essa suspensão e de imediato as aulas presenciais foram substituídas por aulas em meios digitais na rede estadual do Ceará, seguindo as orientações da portaria nº 343, de 17 de março de 2020, do Ministério da Educação (BRASIL, 2020b).

A Secretaria Estadual de Educação (Seduc), naquele momento de suspensão das aulas presenciais, com a intenção de auxiliar professores e alunos, firmou parceria com o *Google* para a disponibilização do *G Suite*, pois a plataforma oferece uma série de ferramentas digitais (CEARÁ, 2020e). A partir disso, a interação entre professor e aluno nos ambientes virtuais de ensino ficou mais prática e eficaz.

Deste modo, com a continuidade da pandemia, surgiu a necessidade de desenvolver essa intervenção remotamente, obedecendo, assim, às diretrizes para o período de suspensão das atividades educacionais presenciais por conta da situação de contenção da infecção humana pelo novo coronavírus no âmbito dos estabelecimentos de ensino da rede estadual do Ceará (CEARÁ, 2020c). Tais diretrizes foram divulgadas no dia 26 de março, após serem produzidas pela Seduc, juntamente com o Sindicato dos Trabalhadores da Educação e apoiadas pelo Conselho Estadual de Educação (CEARÁ, 2020d).

Vale ressaltar que o ensino remoto não faz parte do nosso objeto de estudo e foi uma

consequência do cenário da pandemia do novo coronavírus. Estando cientes do contexto atual e tendo em vista que a identificação dos fatores durante a intervenção pedagógica exige que esteja tudo suficientemente descrito e detalhado, essa seção descreve o referido processo realizado por meio dos suportes tecnológicos do *Google meet*, *Google classroom* e *whatsapp*.

Todo o processo de intervenção obedeceu à sequência didática planejada, para obtermos uma aplicação com êxito do produto educacional presente em Apêndice, o Bingo TRE. Os três primeiros encontros foram realizados por meio da apresentação de tela no *Google Meet*, pois esse suporte tecnológico facilita a realização de videochamadas. Para cada encontro foi criado um link da sala virtual e enviado no grupo do *whatsapp* da turma, obedecendo o horário das aulas semanais de Física com duração de quarenta minutos. Tais encontros foram gravados e posteriormente disponibilizados no *Google Classroom* que é um serviço desenvolvido para instituições de ensino que visam simplificar, distribuir e avaliar atividades virtualmente. Nesta plataforma, o professor(a) pode postar e receber tarefas, dialogar, atribuir notas e realizar aulas virtuais. Para isso, foram criadas automaticamente, devido à parceria, as turmas virtuais, obedecendo à mesma organização do ensino presencial.

#### **4.4.1 Primeiro Encontro**

Inicialmente ocorreu uma breve apresentação do projeto de pesquisa, informando que naquele e nos próximos dois encontros seriam desenvolvidas atividades que fazem parte de uma investigação sobre o potencial dos jogos didáticos como ferramenta metodológica para o ensino da TRE na Educação Básica. Em seguida, foram apresentados *slides* com as fotos dos jogos didáticos já confeccionados por mim e com a minha orientação, até a data da intervenção pedagógica - incluindo o jogo produzido diretamente para esta pesquisa e utilizados no meu trabalho de conclusão de curso da graduação - para expor uma pequena diversidade de materiais didáticos para o ensino da Física, caracterizando este momento como ponto de entrada estético, pois segundo Gardner (2013, p. 130) “alguns indivíduos são inspirados por obras de artes ou materiais organizados de maneira que demonstrem equilíbrio, harmonia, uma composição cuidadosamente projetada”.

Durante a apresentação dos materiais foi explicada a dinâmica e adaptação de cada jogo para a área, além de comunicar aos alunos que eles participariam no terceiro encontro da dinâmica apresentada, chamada de Bingo TRE e que para isso, primeiramente, seria necessário a explicação do conteúdo desta teoria, então ministrado no segundo encontro, pois para participação

no referido jogo seria preciso conhecer o conteúdo abordado, neste caso a TRE. Com relação à utilização dos materiais didáticos é válido evidenciar que os jogos “como recurso educativo não é tão recente, Platão já afirmava que os primeiros anos da criança deveriam ser ocupados com jogos didáticos” (OLIVEIRA; SILVA; FERREIRA, 2010, p. 169).

Posteriormente, como forma de introduzir a TRE, foi discutido sobre o PRG e o Eletromagnetismo. Para este momento, foram elaborados *slides* para apresentar as TGs, a partir de figuras que possam facilitar a visualização dos resultados. Aqui, também foram apresentadas as grandezas físicas que são ou não invariantes sob uma TG, além do PRG. Após essa breve exposição, Maxwell foi apresentado aos alunos como o físico que formulou quatro equações, capazes de explicar todos os fenômenos elétricos e magnéticos da época. Depois, os discentes foram questionados sobre a invariância das equações de Maxwell sobre uma TG, deixando espaço para eles se expressarem e darem suas opiniões. Este momento é caracterizado como uma das linhas de ataque com um foco progressivo, do ponto de vista das IM (GARDNER, 2013).

Após as discussões, foi esclarecido que as TGs e o Princípio da Relatividade no caso do Eletromagnetismo são incompatíveis. Assim, para solucionar este conflito, deve ser modificada a Mecânica Newtoniana e as TGs substituídas, pois as equações de Maxwell e o PRG estão corretos. Por fim, os discentes foram informados que o conteúdo que tem a finalidade de resolver este conflito é a TRE, modificando a Mecânica Newtoniana e substituindo as TGs, tomando dois postulados formulados por Albert Einstein em 1905, como ponto de partida.

#### **4.4.2 Segundo Encontro**

Este encontro foi dedicado à explicação expositiva, com o auxílio de *slides* sobre o conteúdo propriamente dito, tais como os postulados de Einstein, dilatação temporal, contração do espaço e TLs. Entretanto, antes de iniciarmos a explicação ocorreu um momento caracterizado por Gardner (2013) como ponto de entrada narrativo, onde foram introduzidos aspectos gerais do conteúdo a partir da realização de questionamentos a cerca de alguns paradoxos e da promoção de um debate com os estudantes.

Vale ressaltar que, além da importância da TRE para o conhecimento dos discentes sobre a Física Moderna, durante a explanação do conteúdo, os alunos estavam cientes da necessidade de entendê-la para igualmente se saírem bem na dinâmica que seria realizada no terceiro encontro.

#### 4.4.3 Terceiro Encontro

Este encontro foi dedicado para aplicação do produto educacional, Bingo TRE, produzido para essa investigação, que aborda o conteúdo da TRE. Para desenvolver essa atividade remotamente, foi enviada uma mensagem para cada aluno no privado do *whatsapp*, no dia anterior, lembrando-os da realização da dinâmica e enviado a cartela necessária para participação. Além disso, os discentes foram informados da necessidade de encaminharem as cartelas de volta, marcadas conforme a atividade desenvolvida em aula *online*.

Ao enviar a mensagem, os discentes questionaram como eles iriam fazer a marcação da referida cartela virtualmente. Para solucionar essa questão, foram dadas várias alternativas e o aluno escolheria a que achasse melhor. Particularmente, achamos que a melhor sugestão foi a de uma aluna, quando ela deu a ideia de copiar a cartela no caderno, pois temos que levar em consideração a diversidade dos perfis socioeconômicos dos discentes, onde, muitos deles não têm outro aparelho em casa para fazer a marcação virtualmente ou não sabem fazer no mesmo aparelho enquanto estão assistindo a aula. Com esses detalhes resolvidos, anteriormente, estava tudo pronto para a utilização do material didático.

No dia seguinte, a aula foi iniciada com a explicação da dinâmica e adaptação do Bingo TRE para o conteúdo abordado no mesmo. Depois da explicação, foi perguntado se todos estavam com suas cartelas, para iniciar a aplicação do material. Após a confirmação, um dos alunos indagou sobre a possibilidade de existir primeiro e segundo lugar, dois vencedores, e todos aceitaram a ideia.

O início da dinâmica ocorreu com o sorteio *online* dos números de um a trinta, sabendo que cada número está ligado a uma pergunta do jogo, conforme manual presente no Apêndice C. Para facilitar o desenvolvimento desta atividade, foi preparado um *slide* para cada pergunta do jogo, totalizando trinta *slides*. Em cada um desses havia duas páginas, onde na primeira, continha a pergunta e letra da coluna em que está a resposta da referida pergunta e na segunda página, além da identificação da coluna, continha a resposta da referida pergunta sorteada. Quando o número era sorteado, o *slide* correspondente era maximizado para a turma toda visualizar. Com isso, era informado aos participantes apenas a coluna (letra) em que está a resposta desta pergunta. Em seguida era realizada a leitura da pergunta em voz alta, para que os participantes verificassem se continha a resposta em sua cartela e manifestassem suas opiniões a respeito. Essa metodologia foi utilizada durante toda a aplicação do produto educacional, até alguém preencher a cartela e ganhar o Bingo TRE.

No fim da aplicação foi solicitado, como trabalho bimestral, que os alunos fizessem seus próprios jogos abordando a TRE, pois no ponto de entrada prático, segundo Gardner (2013, p. 130) “muitos indivíduos, particularmente os jovens, consideram mais fácil abordar um tema por meio de uma atividade em que possam se envolver ativamente – em que possam construir algo, manipular materiais, realizar experimentos”.

Devido ao cenário de pandemia, foi deixado a critério dos alunos fazerem a confecção dos jogos individuais ou não. No intuito de orientar os discentes a respeito da ação a ser realizada, me coloquei a disposição para auxiliá-los virtualmente em horários extra-aula. Além disso, ficou combinado que para efetivarmos o recebimento dos materiais, era necessário o envio de imagens e vídeos apresentando o jogo e sua dinâmica. Assim, foi estipulado o prazo de uma semana para a confecção desses materiais didáticos pelos alunos e, durante esse período, os alunos interessados em desenvolver algum jogo foram atendidos via *whatsapp*.

Com o fim do período combinado iniciamos as entrevistas que decorreram por mais quatro dias, totalizando, assim, onze dias de atendimentos extra-aulas para auxiliar os alunos a confeccionarem os seus próprios jogos didáticos e, também, para a realização das entrevistas. Os resultados de toda essa intervenção pedagógica, encontros em sala de aula *online* e atendimentos extra-aulas, são apresentados e discutidos na próxima seção.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aqui apresentamos e discutimos, à luz do referencial teórico, os resultados da intervenção pedagógica descrita anteriormente. Para isso, inicialmente, apresentamos os dados obtidos com a observação livre ao longo da explanação do tema e emprego do produto educacional. Posteriormente, trazemos os jogos didáticos confeccionados pelos alunos. E por fim, descrevemos cuidadosamente os resultados das entrevistas, onde investigamos mais a fundo o potencial dos jogos didáticos como estratégia metodológica para o ensino da TRE.

### 5.1 OBSERVAÇÃO LIVRE DURANTE A EXPLICAÇÃO DO CONTEÚDO E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A BNCC orienta fazer a contextualização dos conteúdos com base na realidade dos alunos e isto ocorreu nas discussões levantadas, onde, um dos alunos perguntou se a velocidade da luz do laser é  $c = 300.000km/s$ . Um segundo discente fez a mesma pergunta, porém se referindo à luz solar. Ainda, foi questionado se a TRE poderia ser a responsável pelo mistério no voo 828 da série *Manifest*. Neste momento, foi perceptível que os estudantes estavam buscando sanar dúvidas sobre o conteúdo, ao mesmo tempo em que tentavam associá-lo a acontecimentos do cotidiano, que anteriormente eles nunca tiveram a curiosidade de se questionar a respeito.

Com relação à aplicação do Bingo TRE, produto educacional desenvolvido para essa investigação, foi perceptível que aconteceu uma boa interação e participação dos alunos entre si e com a atividade. Uma justificativa plausível para o interesse dos estudantes é a estratégia utilizada, que neste caso diverge do ensino tradicional. Neste sentido, concordamos com Oliveira, Silva e Ferreira (2010, p. 169) quando dizem que:

Mesmo que o aluno não tenha um desempenho satisfatório durante a aplicação do jogo, é preciso considerar o que ele aprende durante a atividade, pois como o jogo não tem o peso de uma avaliação “formal” o aluno se sente a vontade para arriscar as respostas, o que pode confirmar sua suspeita ou esclarecer alguma dúvida que ele tinha em relação ao conteúdo.

As questões levantadas pelo autor foram verificadas, pois os estudantes não tinham medo nem vergonha de arriscar as respostas e isso possibilitou um ambiente confortável, empolgante e competitivo, pois todos queriam a mesma coisa, vencer. Com base nisso concordamos com Ramos (1997, p. 44) quando diz:

Esse clima didático deve preservar os direitos que temos de errar, de mudar de opinião, de errar de novo (se necessário), de mudar de opinião novamente (se

necessário) e até mesmo de acertar, sem que esta trajetória represente um lado negativo na nota ou no aspecto afetivo do aluno. Não se trata, porém, de esperar o aluno redescobrir conceitos, mas de proporcionar condições de raciocínio, onde possa expor seu ponto de vista e ousar formular palpites e soluções.

## 5.2 JOGOS DIDÁTICOS CONFECCIONADOS PELOS DISCENTES

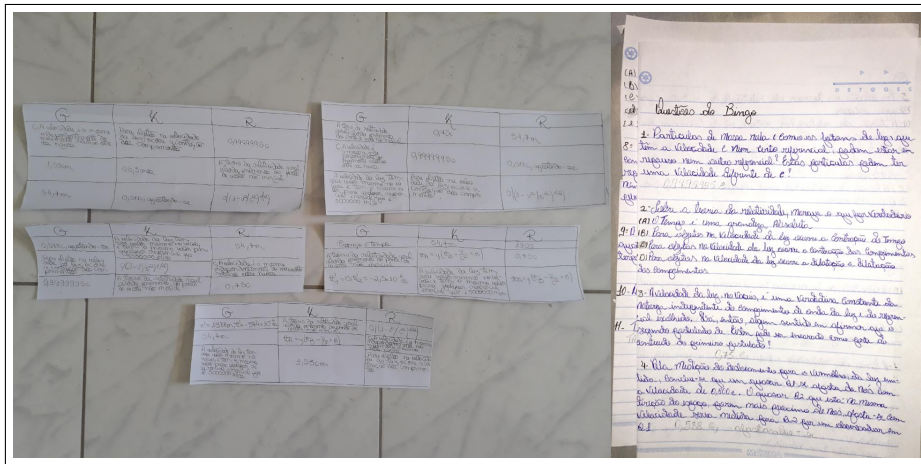
Após a solicitação da construção dos materiais, vários alunos buscaram debater os possíveis jogos a serem confeccionados e sanar suas dúvidas. Alguns já sabiam o que confeccionar, conforme os materiais apresentados no primeiro encontro, mas queriam ajuda na junção da dinâmica e conteúdo. Outros não tinham ideia de qual material produzir, então, a fim de norteá-los, foi enviado o *slide* elaborado com todos os jogos já confeccionados por mim ou com a minha orientação, apresentado anteriormente. No entanto, alguns alunos ainda continuaram indecisos, estendendo um pouco mais os debates até chegar a um propósito. Segundo Shipley *et al.* (1969, p. 159) esse tipo de discussão “proporciona uma interfertilização de idéias e dá às pessoas menos talentosas algum conceito sobre as possibilidades”.

É válido salientar, que duas das dinâmicas escolhidas para confecção são novas para o ensino de Física e foram as que demandaram mais tempo na adaptação para a TRE. Ao fim, obtiveram-se nove materiais confeccionados individualmente, em dupla ou trio, conforme escolha dos alunos. Para Gardner, o trabalho em grupo é um ponto de entrada social, no qual muitos dos envolvidos “aprendem melhor em um ambiente de grupo, no qual têm a oportunidade de assumir papéis diferentes, observar as perspectivas de outras pessoas, interagir regularmente e complementarem uns aos outros” (GARDNER, 2013, p. 130).

Os jogos confeccionados pelos discentes abordam o conteúdo da TRE e são: Bingo GKR, Caça-palavras, Cartas TRE, Jogo da Memória, Minigincana, Pega-varetas, Quebra-cabeça, Relancinho da TRE e Tabuleiro. Para a elaboração desses materiais os alunos utilizaram diversos materiais, como cartolina, cartas de baralhos, garrafa PET, bolinhas de gude, varetas de madeiras, papel, papelão entre outros.

O Bingo GKR, apresentado na Figura 7, contém 5 cartelas e 11 perguntas para serem sorteadas. A escolha da sigla GKR foi realizada a partir das iniciais dos nomes dos integrantes da equipe. Sugere-se que este bingo seja jogado individualmente ou em grupos, a depender do número de jogadores. À medida que as perguntas são sorteadas, as mesmas são ditadas e os jogadores devem procurar a resposta em toda a cartela. Vencerá o Bingo GKR quem marcar corretamente a cartela por completo.

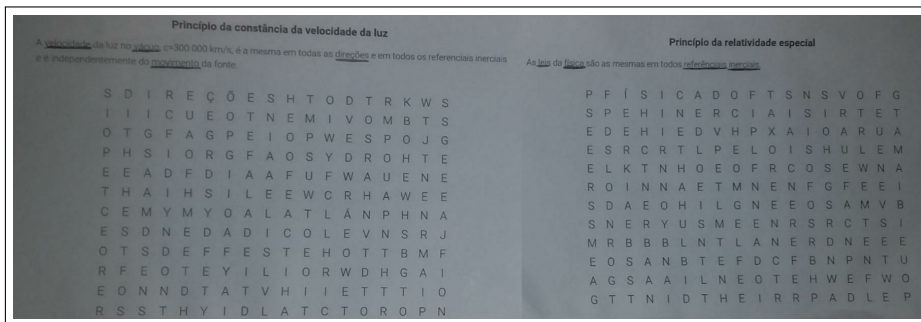
**Figura 7 – Bingo GKR**



Fonte – Sujeito da pesquisa.

Os dois Caça-palavras, ilustrado na Figura 8, trazem como textos auxiliares os dois postulados da TRE e foram gerados a partir do site <https://www.geniol.com.br/palavras/caca-palavras/criador/>. Para este jogo, inicialmente, realiza-se a leitura dos textos. Em seguida, tenta-se encontrar as palavras sublinhadas no texto dentro do caça-palavras, onde estão dispostas na horizontal, vertical, diagonal e provavelmente escritas de trás para frente. O jogo acaba quando todas as palavras sublinhadas são encontradas.

**Figura 8 – Caça-palavras**

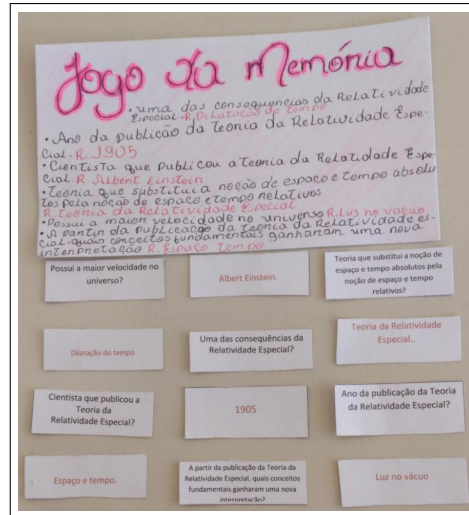


Fonte – Sujeito da pesquisa.

Na Figura 9 é mostrado o jogo da memória que contém 12 peças, 6 destas são perguntas e as outras 6 com as respectivas respostas. Para iniciar são necessário dois jogadores no mínimo. Então, inicialmente as peças são misturadas e organizadas com as faces voltadas para baixo. Depois, um jogador revela duas das peças. Caso as peças não façam um par, elas são viradas e o jogador perde a vez. Se por outro lado elas venham a formar um par de "perguntas e respostas", elas são retiradas do jogo e este jogador repete o processo até errar as combinações.

No final, quando todas as combinações estiverem formadas, cada jogador realiza a contagem de suas peças e o vencedor será aquele que obtiver o maior número de pares "pergunta e resposta".

**Figura 9 – Jogo da Memória**



Fonte – Sujeito da pesquisa.

As 31 Cartas, ilustradas na Figura 10, são recomendadas quando tiverem dois a quatro jogadores. Este jogo tem uma carta TRE, 15 cartas com perguntas e 15 cartas com as respostas das referidas perguntas.

**Figura 10 – Cartas TRE**



Fonte – Sujeito da pesquisa.

O objetivo do jogo é formar os pares de perguntas e respostas. Para iniciar uma jogada, embaralha-se e distribui-se todas as cartas para os jogadores.

[...] Posteriormente, os jogadores verificam se já existe alguma combinação. Caso haja, formam a mesma e a coloca ao centro da mesa. Em seguida, um

jogador inicia o jogo escolhendo uma carta qualquer do vizinho da direita, no intuito de pegar uma que combine com alguma que já pertença a seu jogo para que assim faça a combinação e a coloque também no centro da mesa. O jogador que concedeu a carta escolhe uma do jogador da sua direita com a mesma finalidade e assim por diante, até que alguém fique sem nenhuma carta na mão. À medida que os jogadores vão ficando sem cartas, os mesmos vão saindo do jogo, deixando apenas aqueles que estão com cartas. No final restarão apenas dois jogadores, e o perdedor é aquele que permanecer (SALDANHA, 2018, p. 54)

com a carta TRE, que não faz par com nenhuma outra.

A Figura 11 apresenta uma minigincana constituída de 30 perguntas. Para a realização dessa, é necessário dividir a turma em dois grupos iguais, formando as equipes A e B, conforme placas. Cada equipe tem o direito de responder 15 perguntas que valem 5 pontos cada uma. O tempo para responder cada pergunta é de um minuto. Se a equipe responder errado ou não responder no tempo estipulado, os pontos vão para a outra equipe. Vence o jogo a equipe que pontuar mais.

**Figura 11 – Minigincana**



Fonte – Sujeito da pesquisa.

O Pega-varetas, na Figura 12, é composto por 30 perguntas, 30 varetas, bolas de gude e uma garrafa. Pode ser jogado por 2 a 4 pessoas. Para iniciar o jogo, a garrafa tem que está conforme Figura 12 e inicia a partida quem vencer uma disputa de par ou ímpar, por exemplo. O jogador só passa a vez quando responder alguma pergunta errada. Enquanto estiver respondendo corretamente, retira-se uma vareta para cada pergunta corretamente respondida. As perguntas são respondidas por meio de sorteios e as respondidas erradas ficam fora do jogo. O jogo termina quando as bolas de gude se depositarem na parte inferior da garrafa ou quando as perguntas terminarem. Nesse momento realiza-se a contagem das varetas de cada jogador e de

quantas, ainda, estão na garrafa. Se tiver mais varetas na garrafa ninguém vence, pois vence quem conseguir o maior número de varetas, sendo esse superior ao número de varetas que restou na garrafa.

**Figura 12 – Pega-varetas**



Fonte – Sujeito da pesquisa.

Na Figura 13 é ilustrado um quebra-cabeça com a imagem de Einstein. Do lado esquerdo têm-se as peças embaralhadas e o jogador deve montá-las de forma que fique igual a imagem do lado direito.

**Figura 13 – Quebra-cabeça**



Fonte – Sujeito da pesquisa.

O Relancinho TRE, presente na Figura 14, contém 30 cartas escritas em azul que são as cartas-perguntas e 30 cartas escritas em vermelho que são as cartas-respostas. Para iniciar

uma jogada, embaralham-se as cartas e distribui-se 6 para cada jogador. As demais cartas são colocadas na mesa para serem puxadas. O primeiro jogador inicia retirando uma carta, caso não queira a carta, faz o descarte para o próximo jogador e caso queira, terá que fazer o descarte de outra carta. O próximo fará a mesma coisa e assim por diante. O vencedor do jogo é quem conseguir completar primeiro os 3 pares de perguntas e respostas. Para a realização dessa dinâmica é necessário que os jogadores deixe suas 6 cartas na mesa visíveis para os demais.

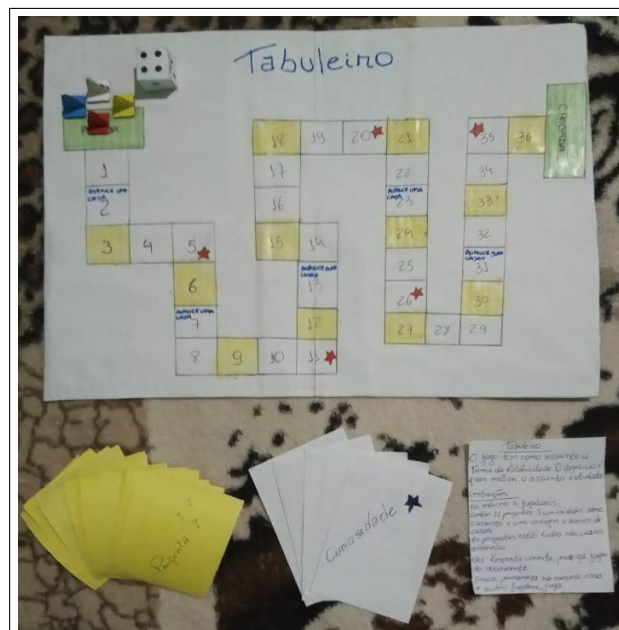
**Figura 14 – Relancinho TRE**



Fonte – Sujeito da pesquisa.

Na Figura 15 está ilustrado um tabuleiro com um dado, quatro pinos de cores distintas, cinco cartões curiosidades e doze cartões com perguntas.

**Figura 15 – Tabuleiro**



Fonte – Sujeito da pesquisa.

Ao lançar o dado, o jogador andará o total de casas equivalentes à numeração do dado. Quando pararem nas casas amarelas, terão que responder uma pergunta, se a resposta for correta o jogador permanecerá na casa e terá o direito de jogar novamente, caso responda errado, voltará para a casa que estava antes de lançar o dado e esperará a próxima rodada. Se o jogador parar nas casas com estrelas terá que ler uma carta-curiosidade e assim ampliar seus conhecimentos. Caso o mesmo pare nas casas solicitando para avançar, basta obedecer à orientação. O objetivo do jogo é chegar ao final do percurso.

As construções dos jogos didáticos realizados pelos discentes mostraram-se bastante eficazes. Uma possível justificativa para este resultado positivo é que a perspectiva “dos “pontos de entrada” coloca os estudantes diretamente no centro de um tema disciplinar, mobilizando seus interesses e garantindo o comprometimento cognitivo com a investigação” (GARDNER, 2013, p. 131).

O atendimento para confecção dos jogos didáticos foi finalizado com o envio dos vídeos das apresentações e explicações da dinâmica de cada um desses materiais, além do envio das referidas imagens aqui apresentadas. Assim, podemos dizer ainda que houve uma boa participação e comprometimento da parte dos estudantes.

No entanto, como tudo foi realizado remotamente devido ao cenário de pandemia, não tivemos a oportunidade de explorar mais os materiais construídos pelos alunos. Se estivéssemos no ensino presencial, após as apresentações dos jogos confeccionados e dinâmicas, deixaríamos a turma a vontade para explorar tais materiais confeccionados e jogá-los de acordo com as orientações de quem desenvolveu, mas infelizmente isso não foi possível.

### 5.3 INVESTIGAÇÃO MAIS PROFUNDA DO POTENCIAL DOS JOGOS DIDÁTICOS COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DA TRE

Para finalizar o processo de intervenção pedagógica, após o recebimento dos vídeos dos jogos didáticos confeccionados, os estudantes foram convidados a participar de uma entrevista elaborada por nós, conforme roteiro no Apêndice B, contendo nove perguntas para investigar o potencial desses materiais como estratégia de ensino e aprendizagem da TRE. As entrevistas foram realizadas individualmente por agendamento, de acordo com a disponibilidade dos discentes, no período de quatro dias e gravadas no *Google meet*, com a autorização dos investigados.

No total, entrevistamos dezoito alunos que participaram da dinâmica em sala de aula

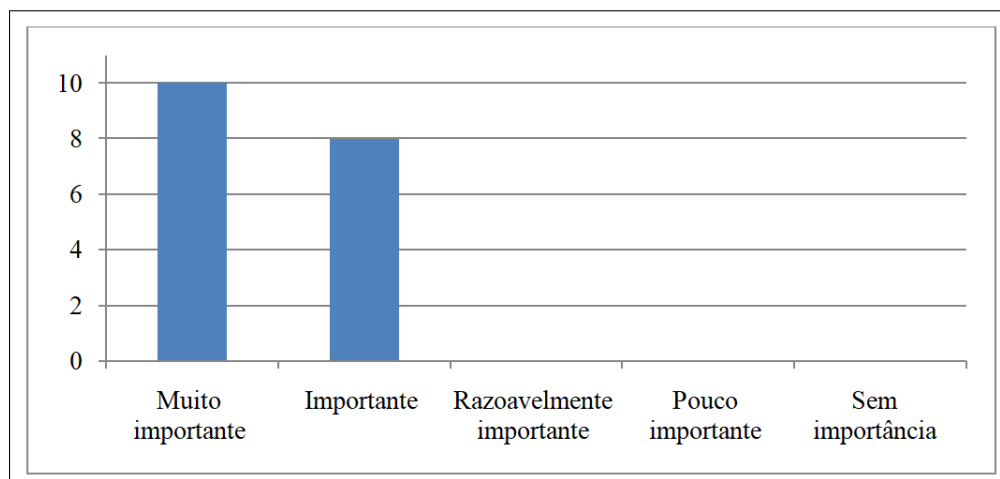
e/ou confeccionaram seu próprio jogo didático, destes, treze são do sexo feminino e cinco do sexo masculino. Todos esses estudantes estão cursando o terceiro ano do Ensino Médio e suas idades são entre 17 e 20 anos. As falas dos discentes, que sinalizam a potencialidade dos jogos didáticos para o Ensino da TRE na Educação Básica, serão aqui discutidas e citadas conforme a denominação dos sujeitos, elencados pelos números de 1 a 18.

### 5.3.1 Papel da utilização dos jogos didáticos como metodologia de ensino de Física na Educação Básica, segundo os discentes investigados

Sabemos que existem diversas metodologias para o ensino de Física, que envolvem jogos didáticos, e fizemos uma breve apresentação, sobretudo das dissertações do MNPEF, na subseção 2.2. Essas estratégias mostram diversas maneiras de abordar os conteúdos físicos com estes materiais e proporcionam uma perspectiva lúdica associada à aprendizagem. Com isso, procuramos, aqui, identificar o papel da utilização dos jogos didáticos como metodologia de ensino na prática docente de Física da Educação Básica, segundo os discentes investigados.

O Gráfico 1, abaixo, foi gerado a partir das respostas dos alunos para a pergunta: "Em relação às metodologias de ensino, qual o papel que você atribui à utilização dos jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Física?"

**Gráfico 1 – Papel atribuído à utilização dos jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Física**



Fonte – Própria autora.

Conforme o Gráfico 1, apresentado, notamos que todos os sujeitos da pesquisa atribuíram papéis importantes ou muito importantes para a utilização dessa metodologia. As justificativas dos alunos para essas atribuições positivas estão presente no Quadro 3.

**Quadro 3 – Justificativas dos discentes para os papéis que eles atribuíram à utilização dos jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Física**

|   |
|---|
| Porque ajuda bastante a compreender certos conteúdos (ALUNA 1).   |
| Porque física é um pouco complicado de entender e os jogos facilitam o entendimento dos conteúdos (ALUNA 2).  |
| Porque os jogos é uma maneira da gente aprender e até se divertir um pouco. A gente vai tentar fazer jogos, querendo ou não a gente vai montar perguntas e respostas e assim vai aprendendo, mesmo sem querer (ALUNA 3).  |
| Eu, particularmente, acho a física muito complexa, aí se você traz jogos como esse e inclui na física, fica muito mais interessante e eu acho que de certa forma quebra essa complexidade da física (ALUNA 4).  |
| Porque, geralmente, na maioria do tempo a gente é só dentro da sala de aula, o professor copiando no quadro e a gente copiando no caderno. Essa parte dos jogos traz uma dinâmica para o nosso dia a dia na sala de aula e isso é bastante importante, porque a pessoa aprende se divertindo. Você sabe que conteúdo demais, na cabeça do aluno, no quadro, tem uns que pegam o ritmo e têm outros que ficam mais atrasados, aí você fazendo uma dinâmica fica mais fácil de todos compreenderem (ALUNO 5). |
| Porque ficar na aula direto, só a explicação, é muito cansativa e o jogo fez muitos alunos interagirem na aula. Eu achei muito bom (ALUNO 6).   |
| Porque eu gostei e achei interessante (ALUNA 7).  |
| Porque tem gente que está entediado com essas aulas <i>online</i> . Assim a gente não aprende muito e também não tem aulas tão legais, pois alguns professores não dão aulas legais como se fosse pessoalmente. Aí tipo, você dizer, vou fazer um joguinho hoje e etc, pode ser que a pessoa se interesse e diga, hoje eu vou participar, ver como é esse jogo, vai que eu gosto (ALUNO 8).   |
| Porque a gente vai aprendendo mais, adquirindo conhecimento e é muito bom (ALUNA 9).  |
| Porque eu acho que evolui mais o aprendizado do aluno (ALUNA 10).   |
| Porque faz parte do conteúdo e do que estudei (ALUNA 11).   |
| Porque é uma metodologia diferente e ajuda no aprendizado (ALUNA 12).   |
| Porque é diferente da aula com a senhora apenas explicando conteúdo. Com os jogos a gente se diverte mais, aprendendo enquanto a senhora ensina (ALUNA 13).   |
| Porque além de aprender a gente está se divertindo e aprende mais (ALUNA 14).   |
| Porque dessa forma a gente, depende também de pessoa para pessoa, mas aprendemos melhor, pois o aluno vai lá e pesquisa as perguntas dos jogos, ler mais, vai entrando tudo na cabeça. Você fica com aquilo e na aula você meio que já está ciente daquilo que a professora ou professor está falando, aí você já se toca logo (ALUNA 15).  |
| Porque é um conteúdo difícil e quando relaciona com jogos, mais dinâmico, a aprendizagem é melhor (ALUNA 16).   |
| Porque os jogos proporcionam uma aprendizagem melhor, pois as pessoas se divertem e aprendem (ALUNO 17).  |
| Porque dar uma diferença na aula (ALUNO 18).  |

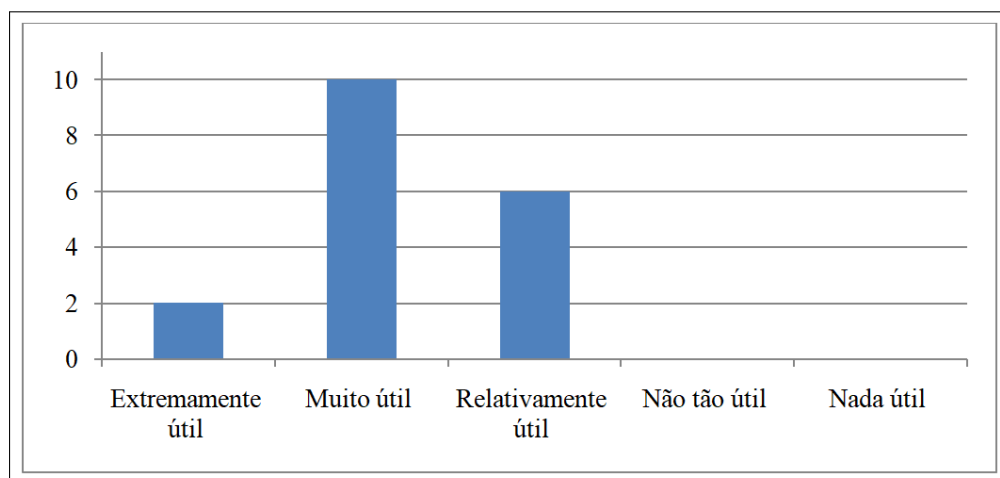
Fonte – Própria autora.

Todas essas justificativas, do Quadro 3, vão de acordo com as pesquisas apresentadas na subseção 2.2 da fundamentação teórica. Com relação à fala do Aluno 8 a respeito do ensino

remoto é válido ressaltar que os estudantes estão muito desestimulados e com essa dinâmica foi possível descontrair um pouco, entusiasamá-los e tornar a aula mais dinâmica.

A fim de explorar mais a respeito do papel dessa ferramenta na aprendizagem, indagamos os estudantes sobre: "Por acaso, essa metodologia foi útil para que você se interessasse pelo tema abordado e pela disciplina?" As respostas dos discentes para essa indagação estão presentes no Gráfico 2, a seguir.

**Gráfico 2 – Utilidade dos jogos didáticos para que os alunos se interessassem pelo tema abordado e pela disciplina**



Fonte – Própria autora.

O Gráfico 2 mostra que, segundo os investigados, os jogos didáticos foram úteis para que eles se interessasse pela TRE e pela Física. Além das justificativas apresentadas no Quadro 3, o porquê desse resultado é o fato de “que o jogo é tipo um resumo de tudo e com ele é mais fácil para a pessoa aprender” (ALUNA 12).

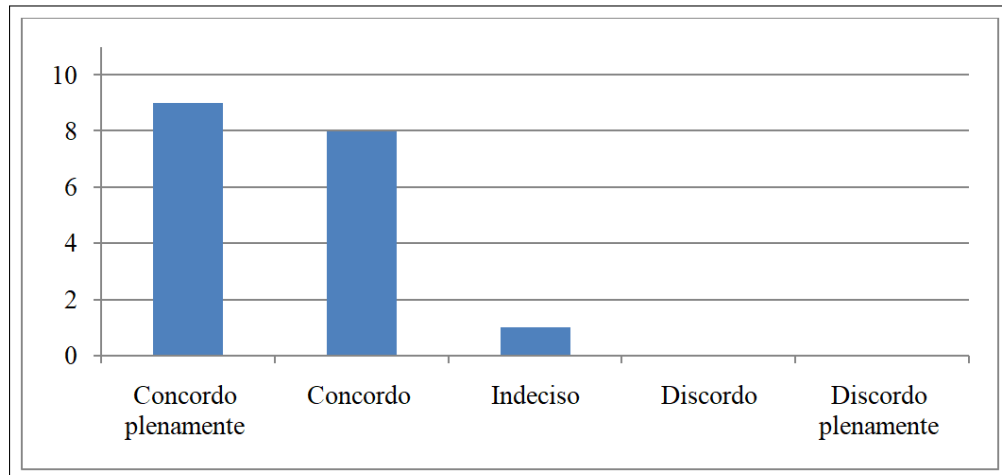
Segundo a Aluna 2 ela não estava dando a devida importância ao conteúdo e não estava absorvendo-o muito bem, porém com a confecção do jogo didático ela foi assimilando melhor o conteúdo. O relato desta estudante vai de acordo com a idéia de Gardner (2013), pois, segundo o autor, para algumas pessoas o conteúdo fica mais fácil quando é abordado através de uma atividade em que possa ser construído algo.

Esses momentos proporcionam a “quem não sabia ou não gostava de jeito nenhum de física uma visão diferente” (ALUNO 8), ou seja, essa atividade “[...] fez o aluno abrir muito a mente e se interessar mais” (ALUNA 10). O aumento desse interesse fica evidente quando a Aluna 15 relata que pesquisando, descobriu “[...] coisas que envolvem gravidade” e isso não foi apresentado em sala, pois faz parte da relatividade geral que não é abordada no ensino médio por

ser um tema muito avançado.

Para finalizar a investigação a respeito do papel da utilização dos jogos didáticos para o ensino de Física, fizemos o seguinte questionamento aos discentes: "Você concorda que os jogos didáticos ajudaram na compreensão do conteúdo?" O Gráfico 3 apresenta as respostas dos estudantes para essa pergunta.

**Gráfico 3 – Colaboração dos jogos didáticos na compreensão do conteúdo**



Fonte – Própria autora.

Percebe-se no Gráfico 3 que os jogos didáticos ajudaram os alunos a compreenderem o conteúdo e isto é devido as diversas justificativas já listadas no Quadro 3. Além disso, concordamos com a Aluna 2 quando ela diz que

[...] quando o aluno vai fazer o jogo, ele tem que conhecer o conteúdo antes de fazer. Então de certa forma, meio que o aluno foi obrigado a estudar o conteúdo para fazer o jogo, ou seja, de certa maneira ele teve que aprender o conteúdo ou pelo menos alguma coisa do conteúdo.

Com relação à aplicação em sala de aula, a Aluna 9 destacou que “[...] às vezes a gente está com dúvida em alguma coisa e como o Bingo, por exemplo, que você passou, tinha as perguntas e respostas que você ia explicando. Além de dar a resposta, você ainda explicava. Isso deu uma clareada na mente”.

No entanto, vale destacar, que o uso do jogo facilitou o entendimento da TRE, mas não foi o único responsável pela compreensão da teoria. Conforme foi citado pelos alunos 4 e 8, a explicação expositiva e dialogada dos conceitos físicos também são importantes e necessárias para a total compreensão.

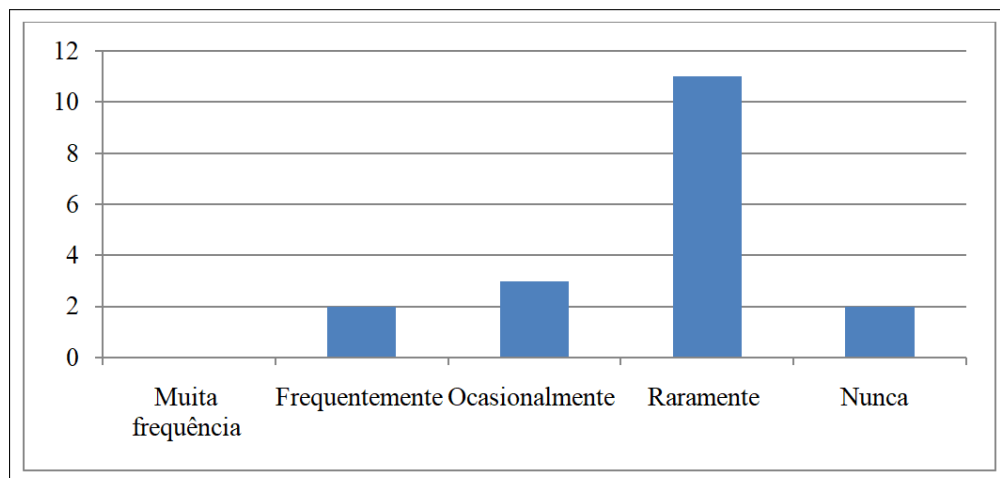
Diante do que foi exposto, aqui, entendemos que o papel da utilização dos jogos didáticos é de suma importância, pois segundo os alunos estes materiais ajudam e facilitam a

compreensão dos conteúdos. Tais materiais desmistificam a Física, mesmo com sua complexidade, e faz com que os alunos se interessem e participem das aulas. Além de tudo, a aula e atividade fogem do tradicional e chamam mais a atenção dos alunos por ser algo interessante e dinâmico. Neste momento, os estudantes que não conseguiram ou não se interessaram em entender o conteúdo nas aulas expositivas, têm a oportunidade de aprender de maneira mais divertida, pois tanto na aplicação, em aula, como na construção, os estudantes alegaram ter ampliado os seus conhecimentos, até mesmo sem a intenção.

### 5.3.2 Saberes dos alunos, a respeito dos jogos didáticos como ferramenta de ensino

Aqui, buscamos conhecer os saberes dos estudantes, a respeito dos jogos didático como ferramenta metodológica de ensino. Para termos uma visão geral perguntamos aos discentes: "Com qual frequência você jogava algum jogo didático na escola anteriormente?" As respostas estão expressas no Gráfico 4.

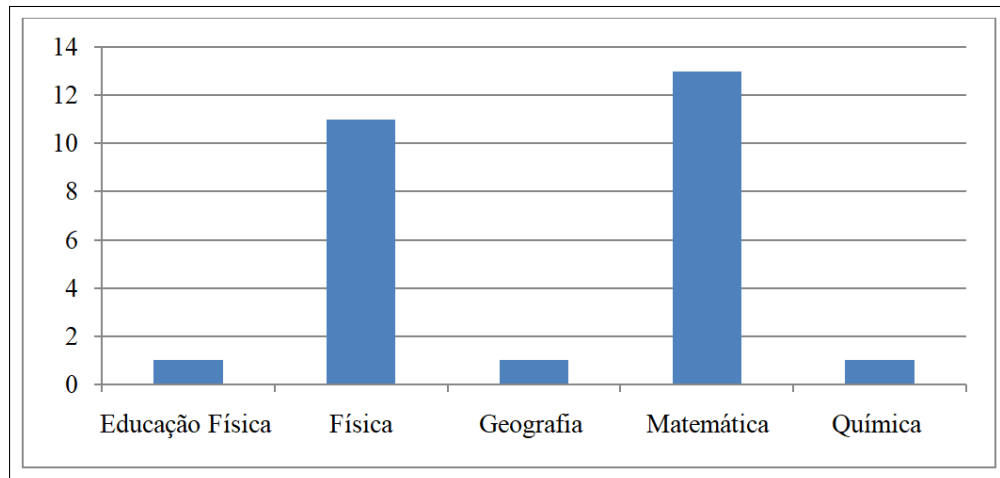
**Gráfico 4 – Frequência que os discentes jogavam algum jogo didático na escola anteriormente**



Fonte – Própria autora.

É possível concluir, a partir do Gráfico 4, que atividades envolvendo jogos didáticos não eram frequentes para os investigados. No entanto, ele já tinham tido algum contato com esses materiais. A fim de identificar em qual (is) disciplina (s) estes materiais eram utilizados, foi solicitado que os alunos especificassem qual (is) o (s) assunto (s) que eles abordavam e esse dado é apresentado no Gráfico 5.

**Gráfico 5 – Quantidade de alunos que participaram de algum jogo didático na escola, anteriormente, por disciplina**



Fonte – Própria autora.

Os alunos informaram que participaram de jogos de cartas, jogo da velha, dominó e roleta. É válido ressaltar que todos que tiveram essa experiência em Física foram comigo no ano passado, ou seja, anteriormente, esses alunos não tiveram experiência alguma com jogos nesta disciplina. Quando pedi para eles comentarem sobre essa experiência, todos afirmaram que gostaram muito e assim como a desse ano facilitou e desmistificou a Física. A Aluna 14 ainda completou dizendo “[...] algumas coisas eu ainda me lembro bem, mas se fosse uma aula normal eu não me recordaria” e a Aluna 10 disse que essa experiência, também, ajudou na socialização com os colegas e aumentou a participação dos alunos nas aulas, indo de acordo com Ré (2016) quando diz que essas atividades proporcionam uma maior interação dos discentes.

É sabido que a Física tem a fama de ser uma disciplina difícil e com cálculos exaustivos. Isto ficou evidente quando o Aluno 5 comentou “achei que nunca teria jogo em física”, pois para ele e para a grande maioria dos alunos não é possível associar a Física a uma perspectiva lúdica. No entanto, concordamos com Gardner (2013) quando ele diz que se o docente usar metodologias distintas tem mais probabilidade de alcançar um número maior de alunos de forma efetivas e conforme o discutido foi exatamente o que aconteceu em ambas às utilizações. Para isso, o Aluno 5 ainda relata sobre a experiência durante a intervenção pedagógica “[...] foi muito divertido, eu gostei bastante e espero que nesse ano ainda tenha aula para a senhora fazer mais. A galera que não queria nada achou muito bom e acabou participando”.

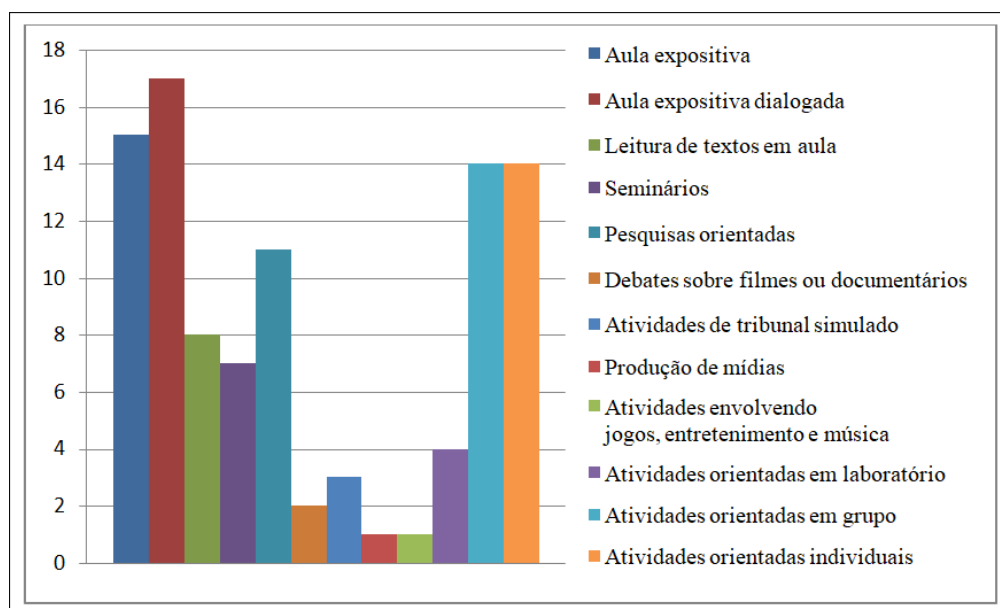
Sabendo que nenhum outro discente de Física utilizou estes materiais com os alunos, foi pedido para eles apontarem, a partir da experiência com o Bingo TRE, uma possível diferença

que a utilização de jogos didáticos poderia ter feito, caso os professores desta disciplina ou de ciências tivessem aplicado anteriormente. Como o esperado, de acordo com os resultados obtidos, vários estudantes disseram que essa utilização teria facilitado o conteúdo, feito com que eles se interessassem mais pela disciplina, consequentemente ampliado os conhecimentos deles e mudando a perspectivas de que a Física é uma disciplina complicada, pois segundo a Aluna 4 “[...] a gente chega no ensino médio achando que física é muito difícil, que é quase impossível saber física”.

### 5.3.3 Percepção dos estudantes da Educação Básica no tocante à utilização dos jogos didáticos como estratégia para o ensino da TRE, a partir da aplicação desse recurso em sala de aula, durante a intervenção pedagógica

Existem vários trabalhos que fortalecem a potencialidade dos jogos didáticos para o ensino. No entanto, vimos na seção anterior que a utilização desses materiais não foi tão presente ao longo das apresentações do conteúdo físico aos discentes, sujeitos da pesquisa, tendo em vista que eles participaram desse tipo de dinâmica na disciplina de Física apenas no segundo ano do Ensino Médio. Com isso, nos vem o questionamento: “Quais eram as metodologias mais utilizadas pelos professores de Física ou ciências, dos alunos investigados?” Nesta intenção, perguntamos aos discentes quais eram as estratégias didáticas mais utilizadas por estes docentes e expressamos os resultados desse questionamento no Gráfico 6.

**Gráfico 6 – Estratégias didáticas mais utilizadas pelos docentes de Física ou ciências, segundo os alunos investigados**



Fonte – Própria autora.

Com o Gráfico 6 é possível inferir a partir das respostas dos alunos investigados que as metodologias mais utilizadas pelos professores de Física ou ciências são as aulas expositivas, expositivas dialogadas, atividades orientadas em grupo e individuais. Todas essas estratégias estão ligadas ao ensino tradicional e fortalecem a ideia de que a Física é uma disciplina complicada e não associável ao lúdico, justificando então a visão que os estudantes têm sobre tal disciplina. No entanto, acreditamos que os jogos didáticos são importantes para mudar essa convicção e com isso, apresentamos no Quadro 4 as percepções dos estudantes da Educação Básica no tocante à utilização dos jogos didáticos como estratégia para o ensino da TRE, durante a intervenção pedagógica.

**Quadro 4 – Relatos dos sujeitos da pesquisa a respeito da utilização de jogos didáticos durante a intervenção pedagógica**

|   |
|---|
| Ficou uma coisa mais razoável, o aprendizado. Não ficou aquela coisa tão pesada, o conteúdo não ficou aquela coisa tão extensa, de dizer é muito difícil, isso e aquilo. Eu aprendi bastante, deu para tirar várias dúvidas. Em minha opinião, é uma coisa muito boa, dá para a pessoa aprender bastante só com uma dinâmica sem ser com aquele conteúdo extenso de sala de aula, essas coisas. Foi muito boa a experiência, gostei bastante (ALUNA 1).   |
| Eu achei bem interessante, porque além de ajudar a gente a entender o conteúdo, aproxima muito os alunos, pois nem todos têm contato uns com os outros e os jogos proporcionaram isso (ALUNA 2).  |
| Eu achei até mais fácil de entender o conteúdo, com o jogo. Porque antes de você aplicar o bingo, eu não tava sabendo quase nada. Aí você foi fazendo e eu fui vendo as perguntas e as respostas, várias vezes, aí eu fui entendendo melhor. [...] Eu acho física uma matéria muito difícil e esses jogos de perguntas e respostas facilita o conteúdo, porque todo mundo vai se interessar. Aí aqueles alunos que estão perdidos, “voando”, que tem muito aluno “voando” nas aulas, eles vão querendo ou vão se interessar porquê é uma coisa diferente (ALUNA 3). |
| Eu achei muito legal, achei que o pessoal participou muito do jogo, gostou muito. Eu particularmente gostei, porque aprendi algumas coisas do conteúdo que eu não estava compreendendo e através do jogo eu consegui compreender algumas coisas (ALUNA 4).  |
| Eu achei muito legal, teve uma boa participação dos alunos e a dinâmica em si facilitou o entendimento do conteúdo. Fica muito cansativo, todo dia a pessoa está em frente ao quadro explicando, e tem aquele pessoal que não quer participar. Já você tendo um planejamento mais dinâmico, fica mais fácil dos alunos absorver o conteúdo e de ministrar a aula (ALUNO 5).   |
| Eu achei bom (ALUNO 6).   |
| Achei muito importante, porque a gente tem que está ligada naquilo (ALUNA 7).   |
| É a primeira dinâmica que participei nas aulas <i>online</i> , eu achei que foi legal. Pensei que não pudesse ter (ALUNO 8).  |
| Achei muito interessante e legal (ALUNA 9).   |

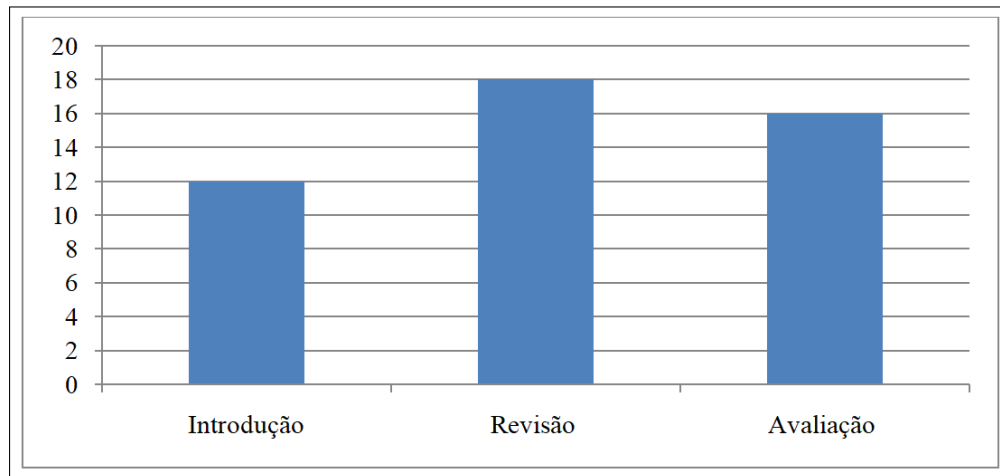
|   |
|---|
| Eu achei muito bom, porque todo mundo interagiu e estava muito ansioso para poder participar. Não é a toa que eu copiei minha cartela, para mim não precisar ficar saindo da aula e voltando. E foi muito bom, muito bom. Eu gostei (ALUNA 10). |
| Os jogos ajudam muito (ALUNA 11).   |
| Eu gostei e achei que os alunos interagiram muito. Eu acho que essa estratégia ajuda o conhecimento da pessoa que vai está estudando aquilo (ALUNA 12).   |
| Achei legal (ALUNA 13).   |
| Muito boa, porquê todos os alunos estavam interagindo (ALUNA 14).   |
| É uma estratégia maravilhosa, eu não estou mentindo não, eu adorei por incrível que pareça e olhe que eu não sou muito fã de física, mas eu adorei (ALUNA 15).  |
| Gostei, porquê com os jogos a pessoa se diverte até mesmo construindo, quebrando a cabeça (ALUNA 16).   |
| Foi bem melhor para a gente aprender a memorizar e ter uma memória melhor na hora da prova. É bom porquê a pessoa se diverte e aprende (ALUNO 17).  |
| Eu achei legal, achei interessante, poderia trazer mais vezes. Porquê bingo é legal e eu fiquei muito empolgado (ALUNO 18).   |

Fonte – Própria autora.

De acordo as percepções dos discentes, expostas no Quadro 4, é possível notar que a utilização dos jogos didáticos caracterizam-se como uma ferramenta pedagógica adequada para o ensino de Física, conforme indicado por Ramos (1997), ao dizer que o uso de jogos para o ensino desta disciplina é um recurso sedutor, poderoso e interessante. No Quadro 3 e 4 foram relatadas apenas boas impressões que levam-nos a considerar a utilização dos jogos didáticos uma metodologia eficaz no processo de ensino e aprendizagem em Física na Educação Básica. Podendo assim, ser considerada um auxílio no que se refere à superação dos desafios inerentes ao ensino de Física, envolvendo apenas aspectos metodológicos (SMOLE; DINIZ; ISHIHARA, 2008), pois, segundo Shipley *et al.* (1969), brincando os alunos podem desenvolver métodos gerais de uma habilidade.

Na intenção de discutir os limites e possibilidades do uso desses materiais, foi solicitada a opinião dos sujeitos da pesquisa a respeito da utilização dos jogos didáticos como estratégia metodológica para a introdução, revisão e/ou avaliação dos conteúdos físicos e os resultados obtidos estão presentes no Gráfico 7.

**Gráfico 7 – Quantidade de alunos que recomendam a utilização dos jogos didáticos como estratégia metodológica para a Introdução, Revisão e/ou Avaliação dos conteúdos**



Fonte – Própria autora.

Os doze alunos que concordam na utilização dos jogos didáticos como uma boa estratégia metodológica para a parte introdutória do conteúdo, justificam suas respostas baseados no aumento da participação e interesse que essa atividade proporciona, além disso, “não fica aquela coisa, que vai ter aluno que não está entendendo. Por que com um jogo, muitos já aprendem de cara, com mais facilidade do que na explicação do conteúdo, porque tem aluno que é mais devagar. Mas de cara, assim, eu acho que seria ótimo” (ALUNA 1). Identificamos também alguns discentes que não recomendaram essa metodologia na parte inicial do conteúdo, pois para eles era necessário “conhecer primeiro o conteúdo para depois jogar” (ALUNO 18). No entanto, concordamos com a Aluna 2 e Aluno 17 quando dizem que dependendo do tipo do jogo e conteúdo, podem sim serem aplicados.

Notamos, no Gráfico 7, que todos os investigados acharam essa utilização viável para revisar o conteúdo, pois segundo a Aluna 3 já “teremos uma noção e não vamos ficar muito perdidos”, teremos uma base e vamos relembrando “[...] no momento do jogo o que foi estudado” (ALUNA 5). O Aluno 17 comentou que a revisão com os jogos “[...] fica melhor até para aprender a matéria”, “pois é o que a senhora sempre fez, revisar o conteúdo, e deu super certo” (ALUNA 1).

Com relação à possibilidade de utilizar esses materiais como método avaliativo, de acordo com o Gráfico 7 temos que dezesseis alunos recomendam essa utilização, pois observando o rendimento dos alunos ao decorrer do jogo podemos avaliá-los e verificar como foi a absorção do conteúdo. Afinal o jogo também é uma forma de avaliar (ALUNA 1; ALUNA 2; ALUNA 3), pois conforme é citado por Gardner (1994) deve existir mais na inteligência do que o avaliado

nos métodos tradicionais.

Segundo o Aluno 17 “às vezes na hora da prova da um branco e talvez no jogo, se divertindo, a pessoa se saia melhor”, com relação a isso a Aluna 15 completou “a prova é um negócio que você fica naquilo: você vai estudar, aí vou fazer uma prova e acaba que não sai o resultado esperado, até porque tem a questão nervosismo e tal. O jogo não, você já vai jogando e achando aquilo interessante”. Já os Alunos 5 e 6 não recomendam os jogos como método avaliativo, pois deve-se “utilizar do jeito que a senhora está fazendo, explicação e depois os jogos. Tipo como uma revisão. Em minha opinião é a única possibilidade da utilização dos jogos” (ALUNO 6) e o Aluno 5 relata, “em minha opinião a utilização dos jogos é melhor na entrada de um conteúdo e para revisar”.

Além disso, os alunos recomendaram “[...] revezar, fazer uma aula normal e uma aula com o jogo. [...] Seria bom que os professores adaptassem pelo menos uma vez no mês ou no ano, não sei, um tipo de jogo ao conteúdo que ele está abordando. Ficaria legal e diferente das aulas normais” (ALUNA 1). Disseram, também, que é bom usar os jogos “[...] sempre, tipo assim, uma ou duas vezes no mês” (ALUNA 2), “de vez em quando, quando puder utilizar é bom” (ALUNA 14), “[...] para a gente poder aprender mais jogando e tendo aula” (ALUNA 13).

Ao serem questionado sobre: Se houvesse mais materiais didáticos, a exemplo dos jogos, disponíveis para o ensino de Física, você gostaria que seus professores utilizassem em suas aulas? 100% dos alunos disseram que sim. Este resultado único é devido aos diversos pontos positivos que a utilização de jogos didáticos proporciona, conforme foi possível notar nas falas dos investigados aqui discutida e presentes no Quadros 3 e 4. Solicitamos, ainda, que os estudantes sugerissem algo a respeito e a Aluna 10 sugeriu:

Qualquer tipo de jogo sendo relativo à aula, a física [...]. Era bom o professor passar de vez em quando [...]. O aluno se interessa muito, pois às vezes os alunos não querem só está estudando, às vezes queremos se entreter com alguma coisa relacionado ao conteúdo e a matéria, como jogos por exemplo.

A Aluna 2 comentou “Eu acho que o jogo que eu confeccionei, relancinho TRE, é uma opção, porque além de você ter o objetivo de ganhar o jogo, você vai correr atrás da resposta da sua resposta ou da pergunta da sua resposta” e a Aluna 3 disse “eu acho muito bom as gincanas, mas esses jogos de perguntas e respostas eu acho muito bom, também”. Alguns alunos disseram que estava bom da maneira que aconteceu, conforme a fala da Aluna 15 “para mim está uma maravilha”, e outros não tinham nada a sugerir. Por fim, o Aluno 8 recomendou “se fosse pessoalmente e tivesse tipo um jogo de tabuleiro, que a professora pudesse levar para sala, e em duas aulas a gente pudesse ter um pequeno jogo. Seria legal, interessante”.

Contudo, concluímos, a partir das falas dos sujeitos da pesquisa, que esses materiais didáticos podem ser utilizados a qualquer momento do processo de ensino e aprendizagem em Física. No entanto, temos que nos atentar ao conteúdo e dinâmica por ele abordada, pois a utilização dos jogos depende disso. Assim, corroboramos com Gardner (2013) quando ele diz que usando uma metodologia diferente, podem-se alcançar mais discentes e de maneiras mais satisfatória.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metodologias tradicionais de ensino continuam predominantes na docência fazendo com que a disciplina de Física seja vista como complicada e restrita a cálculos, criando assim, uma má reputação para o ensino dessa disciplina. Com a intenção de reverter esse estereótipo e incentivar os professores a usar novas estratégias metodológicas, propusemos um trabalho com jogos didáticos com a finalidade de unir o lúdico ao ensino de Física. A referida proposta surgiu após reflexões sobre as práticas pedagógicas utilizadas no ensino desta disciplina nas escolas públicas que, como sabemos, se distanciam do sugerido pela BNCC e pouco despertam a curiosidade e interesse dos discentes. No entanto, vale ressaltar que estamos cientes das dificuldades inerentes à docência e do seu pouco tempo disponível para procurar e adquirir novas metodologias.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, constatamos que os jogos didáticos são importantes ferramentas metodológicas no processo de ensino e aprendizagem de Física na Educação Básica, pois os mesmos surgem como um recurso que desperta o interesse dos alunos por essa ciência e pelo tema abordado, além de facilitarem a compreensão dos conteúdos. Esses pontos positivos são válidos tanto na aplicação - na qual o professor é o intermediador - como na construção desses materiais pelos próprios estudantes. Em ambas as etapas, os jogos didáticos estimulam os alunos e proporcionam uma melhor compreensão dos conteúdos, fortalecendo assim, a possibilidade de superar os obstáculos para a inserção de novas metodologias e a necessidade de associar o lúdico à aprendizagem de Física.

Mostramos ainda, que é possível fugir do tradicional e desmistificar esta disciplina, conquistando assim a atenção dos estudantes com algo dinâmico e interessante. Além disso, também vimos que podemos mudar a perspectiva de que a Física é uma ciência exaustiva e contribuir para a melhoria na qualidade no processo de ensino e aprendizagem desta disciplina. Contudo, o rompimento do paradigma que a Física é uma disciplina entediante e limitada a cômputo, se faz altamente necessário e pode ser efetivado a partir da adesão ao uso de novas estratégias para o ensino desta ciência na Educação Básica.

Os resultados deste estudo indicaram também, que a utilização dos jogos didáticos, mesmo sendo uma metodologia desejada pelos discentes, não foi tão presente no decorrer das apresentações dos conteúdos físicos na Educação Básica. Concluimos ainda que, dependendo da dinâmica e conteúdo abordado nesses materiais, eles podem ser aplicados em qualquer instante do processo de ensino e aprendizagem desta ciência. Podendo ainda, serem utilizados como

método avaliativo, onde observa-se o rendimento dos estudantes ao longo do jogo e avalia-se o nível de conhecimento de cada um dos discentes. Afinal, existe mais no intelecto do que aquilo avaliado nas avaliações tradicionais.

Vale ressaltar que mesmo concordando com a utilização dos jogos a qualquer momento do processo de ensino e aprendizagem, não recomendamos o uso do produto educacional, em apêndice, para apresentar e/ou introduzir a TRE. Neste caso, indicamos, principalmente, para revisar e/ou avaliar o referido tema, pois acreditamos que ele será mais bem aproveitado quando os alunos já tiverem um conhecimento prévio do conteúdo nele abordado.

Aqui, precisamos deixar claro que o nosso objetivo não é incentivar a substituição total dos métodos tradicionais de ensino apenas pelo uso de jogos didáticos, mas, sim, apresentar uma alternativa para sair da rotina do ensino tradicional. Assim, a presente pesquisa, aponta a utilização dos jogos didáticos como uma boa estratégia metodológica e recomenda-a para o ensino da TRE.

No entanto, destacamos que assim como toda metodologia o uso dessas ferramentas tem falhas e não são completamente eficazes, para o ensino. Falando especificamente da Física, sabemos que é uma disciplina com bastante teoria e linguagem matemática. Deste modo, nem sempre será possível desenvolver a intuição Física, ensinar ou praticar algum cálculo com esses materiais didáticos. Porém, mesmo com tais imperfeições, foi possível verificar que o uso desses materiais é uma metodologia eficaz e bastante aceita pelos discentes, pois instiga os alunos e proporciona um aumento considerável na participação da aula.

Todavia, mesmo diante da complexidade que a TRE apresenta, estes estudantes, além de participarem ativamente da dinâmica em aula, conseguiram desenvolver seus próprios jogos didáticos, abordando esse conteúdo e fazendo novas descobertas. Assim, podemos considerar que esta estratégia, que envolve apenas elementos metodológicos, auxilia os docentes de Física e pode ser uma saída para os desafios enfrentados no ofício de se ensinar Física.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. M. **PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DO JOGO DE COMPUTADOR NO ÂMBITO DO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA**. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7554986](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7554986)>. Acesso em: 23 set. 2019.

ALVES, H. A. **CASSINO DA FÍSICA**: Material complementar, lúdico e potencialmente significativo para o ensino de ciências no 6º ano do nível fundamental. 2018. 153 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7242894](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7242894)>. Acesso em: 23 set. 2019.

ANTUNES, C. **As Inteligências Múltiplas e Seus Estímulos**. 8ª. ed. São Paulo: Papyrus, 2002. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/lista/77879211-gardner/arquivo/41456494-264961532-as-inteligencias-multiplas-e-seus-estimulos-celso-antunes-2>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

AVILA, D. d. S. d. **Explorando o Lúdico no Ensino da Física**. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Matemática, Estatística e Física, Rio Grande, 2016. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=3607358](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3607358)>. Acesso em: 23 set. 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2019.

BRASIL. **Coronavírus**: Brasil confirma primeiro caso da doença. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46435-brasil-confirma-primeiro-caso-de-novo-coronavirus>>. Acesso em: 09 set. 2020.

BRASIL. **PORTARIA Nº 343, DE 17 DE MARÇO DE 2020**. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Brasília: MEC, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>>. Acesso em: 09 set. 2020.

CEARÁ. **Ceará confirma três casos do novo coronavírus**. Ceará: Secretaria da Saúde do Estado do Ceará., 2020. Disponível em: <<https://www.saude.ce.gov.br/2020/03/15/ceara-confirma-tres-casos-do-novo-coronavirus/>>. Acesso em: 09 set. 2020.

CEARÁ. **DECRETO Nº33.510, de 16 de março de 2020**. 2020. Disponível em: <<http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20200316/do20200316p01.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2020.

CEARÁ. **DIRETRIZES PARA O PERÍODO DE SUSPENSÃO DAS ATIVIDADES EDUCACIONAIS PRESENCIAIS POR CONTA DA SITUAÇÃO DE CONTENÇÃO DA INFECÇÃO HUMANA PELO NOVO CORONAVÍRUS NO ÂMBITO DOS ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DA REDE ESTADUAL DO CEARÁ**. SEDUC: APEOC, 2020. Disponível em: <[https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2020/03/Diretrizes\\_escolas.pdf](https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2020/03/Diretrizes_escolas.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2020.

CEARÁ. **Diretrizes para unidades de ensino durante período de suspensão de aulas presenciais.** Ceará: SEDUC, 2020. Disponível em: <<https://www.seduc.ce.gov.br/2020/03/28/seduc-e-apeoc-divulgam-diretrizes-para-escolas-durante-periodo-de-suspensao-de-aulas>>. Acesso em: 09 set. 2020.

CEARÁ. **Parceria entre Seduc e Google permite acesso de estudantes e professores a ferramentas educacionais online.** 2020. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2020/04/02/parceria-entre-seduc-e-google-permite-acesso-de-estudantes-e-professores-a-ferramentas>>. Acesso em: 09 set. 2020.

COSTA, M. R. **Avaliação e Ensino de Ondulatória, Acústica e Movimento Harmônico Simples usando contexto musical e jogo de tabuleiro.** 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7568172](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7568172)>. Acesso em: 23 set. 2019.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 2ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/696271/mod\\_resource/content/1/Creswell.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/696271/mod_resource/content/1/Creswell.pdf)>. Acesso em: 14 nov. 2020.

CUNHA, A. C. T. **Importância das atividades lúdicas na criança com Hiperatividade e Déficit de Atenção segundo a perspectiva dos professores.** 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação na Especialidade de Educação Especial: Domínio Cognitivo e Motor) – Escola Superior de Educação João de Deus, Lisboa, 2012. Disponível em: <<https://comun.rcaap.pt/bitstream/10400.26/2585/1/TeseAnaCunha.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

DINIZ, F. V. d. S. **Uso do jogo digital “Em busca do prêmio Nobel” para abordar tópicos de atomística.** 2018. 193 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7594961](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7594961)>. Acesso em: 23 set. 2019.

FAVARETTO, D. V. **Construção e aplicação de um jogo de tabuleiro para o ensino de Física.** 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2017. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=5137346](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5137346)>. Acesso em: 23 set. 2019.

FELIZARDO, R. d. O. **Aplicação do jogo “Aventuras Radiológicas” para o Ensino de Física.** 2018. 97 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=6236852](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6236852)>. Acesso em: 23 set. 2019.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente: A teoria das inteligências múltiplas.** trad. sandra costa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1994. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/lista/77879211-Gardner/arquivo/52224538-estruturas-da-mente-howard-gardner>>. Acesso em: 18 maio 2020.

GARDNER, H. Abordagens múltiplas à inteligência. In: ILLERIS, K. (ORG.). **Teorias contemporâneas da aprendizagem.** Porto Alegre: Penso, 2013.

GAZZINELLI, R. **Teoria da Relatividade Especial**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

LIMA, C. G. M. d. **Criação, construção, uso e análise de um jogo digital voltado ao ensino de circuitos elétricos**. 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=3596375](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3596375)>. Acesso em: 23 set. 2019.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. Disponível em: <[https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/2431625/mod\\_resource/content/1/Pesquisa](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/2431625/mod_resource/content/1/Pesquisa)>. Acesso em: 15 nov. 2020.

MARTINS, R. d. A. A dinâmica relativística antes de einstein. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 11–26, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v27n1/a03v27n1.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

MINAYO, M. C. d. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M. C. DE S. (ORG.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21<sup>a</sup>. ed. Petrópolis: Vozes, 2002. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/franciscovargas/files/2012/11/pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 4: Ótica, relatividade e física quântica**. São Paulo: Blucher, 1998. Disponível em: <[https://www.academia.edu/40049593/Moyses\\_Nussenzveig\\_Curso\\_de](https://www.academia.edu/40049593/Moyses_Nussenzveig_Curso_de)>. Acesso em: 08 jun. 2020.

OLIVEIRA, L. M. S.; SILVA, O. G. d.; FERREIRA, U. V. d. S. Desenvolvendo jogos didáticos para o ensino de química. **HOLOS**, v. 5, p. 166–175, 2010. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/567/397>>. Acesso em: 05 out. 2019.

PAIVA, A. K. d. **Dominó didático de física: Uma estratégia para o estudo de conceitos de física no ensino médio**. 2018. 144 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7557161](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7557161)>. Acesso em: 23 set. 2019.

RAMOS, E. M. d. F. Brinquedos e jogos no ensino de física. **Ciência e Educação**, v. 4, n. 1, p. 40–53, 1997.

RIBEIRO, A. Q. A. **Desvendando as Estrelas: Um jogo colaborativo para o ensino médio**. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=6677831](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6677831)>. Acesso em: 23 set. 2019.

RODRIGUES, M. H. S.; PINON, J. d. C. S.; LOPES, S. d. S.; ALMEIDA, A. C. P. C. d. Lucidade e ensino de física: Desenvolvendo uma atividade lúdica sobre o movimento circular uniforme. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, p. 52–57, 2017. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol15-Num2/a09.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2019.

Ré, R. L. d. **Física de partículas na escola: um jogo educacional**. 2016. 181 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Florianópolis, 2016. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=4464233](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4464233)>. Acesso em: 23 set. 2019.

SALDANHA, T. M. M. **A POTENCIALIDADE DOS JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: A percepção dos professores em foco**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura Plena em Física) - Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu da Universidade Estadual do Ceará, Iguatu, 2018. Disponível em: <<http://www.uece.br/fisicaiguatu/dmdocuments>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

SATO, A. M. **Ensinando produção sustentável de energia elétrica por meio de jogos didáticos em sala de aula**. 2017. 65 fls. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=6045728](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6045728)>. Acesso em: 23 set. 2019.

SHIPLEY, C. M.; CANN, M. M.; HILDEBRAND, J.; MITCHELL, G. T. **Síntese de métodos didáticos**. Porto Alegre: Editora globo S. A., 1969.

SMOLE, K. C. S. **Múltiplas Inteligências na Prática Escolar**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, 1999. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://livros01.livrosgratis.com.br/me002751.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; ISHIHARA, C. **Caderno do mathema - jogos de matemática de 1º a 3º ano**. 1ª. ed. Porto Alegre: grupo A, 2008.

SOUZA, A. I. E. d. **Ensino de Física por meio de Jogo Online**. 2018. 182 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7550331](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7550331)>. Acesso em: 23 set. 2019.

STIZ, A. M. **UTILIZAÇÃO DE JOGOS EDUCATIVOS COMO RECURSO NO PROCESSO DE ENSINO DE CIÊNCIAS ABORDANDO TÓPICOS DE ASTROFÍSICA**. 2017. 155 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2017. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=6138431](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6138431)>. Acesso em: 23 set. 2019.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987. Disponível em: <<http://www.hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Trivinos-Introducao-Pesquisa-em-Ciencias-Sociais.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

UYEDA, F. A. S. **CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA COLEÇÃO DE JOGOS DIDÁTICOS PARA ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**. 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7505751](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7505751)>. Acesso em: 23 set. 2019.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**Universidade Regional do Cariri**  
**Centro de Ciência e Tecnologia**  
**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física**  
**Polo 31 URCA – Juazeiro do Norte – CE**



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estimado Diretor, \_\_\_\_\_

Por este meio informamos o desenvolvimento da pesquisa **“Utilização e Desenvolvimento de Jogos Didáticos Analógicos Para o Ensino da Teoria da Relatividade Especial: Uma Investigação a Partir da Percepção dos Discentes da Educação Básica”**. A pesquisa está sendo realizada pela professora **THAIANA MAGNA MOURA SALDANHA**, mestranda em Ensino de Física do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Regional do Cariri (URCA). O objetivo desta pesquisa é desenvolver jogos didáticos analógicos, que auxiliem a prática pedagógica de Física, e assim investigar o potencial desses materiais como estratégia metodológica para o ensino da Teoria da Relatividade Especial, a partir da percepção dos discentes da Educação Básica. Realizaremos essa pesquisa em sala de aula virtual, seguindo uma sequência didática planejada, utilizaremos recursos de **entrevistas e gravações em vídeo** das aulas que comporão o processo de geração dos dados. Ressalto que o material gerado neste estudo será tratado de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado o nome da escola e dos estudantes participantes da pesquisa. Quando for necessário exemplificar determinada situação, a privacidade dos participantes será assegurada uma vez que mantereirei o nome dos alunos em segredo. Os dados coletados serão utilizados apenas NESTA pesquisa e os resultados serão publicados em eventos e/ou revistas científicas.

A participação é voluntária e a qualquer momento você pode desistir de autorizar a participação do estudante e pedir para retirar o seu consentimento, seja antes ou depois da coleta de dados, independentemente do motivo e sem nenhum prejuízo ao estudante. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

A sua participação no estudo não traz riscos e nem complicações legais. O benefício será a contribuição da pesquisa para fortalecer o campo de estudos científicos que trata sobre o ensino de Física, particularmente sobre o uso dos jogos didáticos no ensino desta disciplina na Educação Básica. O estudante não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora, podendo tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sobre a sua participação, agora ou a qualquer momento.

Após estes esclarecimentos, solicito abaixo o seu consentimento de forma livre para autorizar a participação dos estudantes nesta pesquisa.

### **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Tendo compreendido a temática, os objetivos, a forma como será desenvolvida a pesquisa, a minha colaboração no estudo, e estando consciente dos riscos e dos benefícios que a participação do estudante implica, concordo em autorizar a participação dos estudantes na pesquisa e para isso eu dou o meu consentimento livre e esclarecido.

Iguatu-CE, 12 de agosto de 2020.

---

NOME COMPLETO DO DIRETOR

---

THAIANA MAGNA MOURA SALDANHA  
Pesquisadora

**CONTATOS DA PESQUISADORA:**

ENDEREÇO: Rua Lino Pereira, 130, Vila Nova, Cariús – CE, CEP 63.530-000;  
CELULAR: (88) 9991998-39;  
E-MAIL: [thaiana.magna@urca.br](mailto:thaiana.magna@urca.br);

## APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA DIRECIONADO AOS DISCENTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA QUE PARTICIPARAM DAS AÇÕES COM OS JOGOS DIDÁTICOS

### ROTEIRO DE ENTREVISTA

1) Em relação às metodologias de ensino, qual o papel que você atribui à utilização dos jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Física?

( ) Muito importante ( ) Importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Pouco importante ( ) Sem importância

Justifique.

2) Com qual frequência você jogava algum jogo didático na escola anteriormente? Em caso afirmativo, diga qual (is) jogo (s) e assunto (s) eles abordavam.

( ) Muita frequência ( ) Frequentemente ( ) Ocasionalmente ( ) Raramente ( ) Nunca

Especifique: \_\_\_\_\_

3) Seus antigos professores de Física utilizaram em alguma de suas aulas estes materiais com você? Em caso positivo, poderia comentar sobre essa experiência? Em caso negativo, poderia apontar uma possível diferença que essa utilização poderia ter feito, caso tivesse sido aplicada, anteriormente?

4) A partir de sua experiência na utilização de jogos didáticos durante a intervenção pedagógica, o que você poderia nos relatar a respeito? Quais suas impressões sobre essa estratégia? Como você a percebe considerando o processo de ensino-aprendizagem em Física na Educação Básica?

5) Em sua opinião, a utilização dos jogos didáticos é uma boa estratégia metodológica para a parte inicial/introdutória do conteúdo? Essa utilização é viável para revisar o conteúdo? É possível utilizar esses materiais como método avaliativo? Quais as possibilidades da utilização dos jogos didáticos como estratégia metodológica para o ensino de Física na Educação Básica, assim como os limites para a utilização dos mesmos?

ensino de Física na Educação Básica, assim como os limites para a utilização dos mesmos?

6) Se houvesse mais materiais didáticos, a exemplo dos jogos, disponíveis para o ensino de Física, você gostaria que seus professores utilizassem em suas aulas? Poderia sugerir algo a respeito?

7) Por acaso, essa metodologia foi útil para que você se interessasse pelo tema abordado e pela disciplina?

( ) Extremamente útil ( ) Muito útil ( ) Relativamente útil ( ) Não tão útil ( ) Nada útil

Justifique.

8) Você concorda que os jogos didáticos ajudaram na compreensão do conteúdo?

( ) Concordo plenamente ( ) Concordo ( ) Indeciso ( ) Discordo

( ) Discordo plenamente

Justifique.

9) Quais são as estratégias didáticas mais utilizadas pelos seus professores de física ou ciências em suas aulas? (marque quantas alternativas desejar)

( ) aula expositiva ( ) aula expositiva dialogada – interação com os alunos. ( ) Leitura de textos em aula ( ) Seminários – os alunos apresentam ( ) Pesquisas orientadas ( ) Debates sobre filmes, documentários ( ) Atividades de tribunal simulado ( ) Produção de mídias - filmes, áudio ( ) Atividades envolvendo jogos, entretenimento e música. ( ) Atividades orientadas em laboratório ( ) Atividades orientadas em grupo ( ) Atividades orientadas individuais ( ) outras

---

APÊNDICE C – MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO  
CHAMADO DE BINGO TRE



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

THALANA MAGNA MOURA SALDANHA

**MANUAL DO BINGO TRE**

JUAZEIRO DO NORTE - CE  
2021

THAIANA MAGNA MOURA SALDANHA

**MANUAL DO BINGO TRE**

Manual do produto educacional desenvolvido como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestra em Ensino de Física, pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri.

Orientador: Prof. Dr. Jamil Saade

JUAZEIRO DO NORTE - CE  
2021

**SUMÁRIO**

|              |  |          |
|--------------|--|----------|
| <b>1</b>     | <b>INSTRUÇÕES</b> .....  | <b>3</b> |
| 1.1          | MANUAL DO BINGO TRE .....  | 3        |
| 1.2          | PERGUNTAS E RESPOSTAS ABORDADAS NO BINGO TRE .....                   | 4        |
| 1.3          | SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO DO<br>BINGO TRE .....  | 7        |
| <b>1.3.1</b> | <b>Primeiro Encontro</b> .....                                       | 7        |
| <b>1.3.2</b> | <b>Segundo Encontro</b> .....  | 8        |
| <b>1.3.3</b> | <b>Terceiro Encontro</b> .....                                       | 8        |
| 1.4          | INSTRUÇÕES PARA QUEM DESEJA IMPRIMIR E UTILIZAR O<br>BINGO TRE ..... | 9        |
|              | <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 10       |

## 1 INSTRUÇÕES

É sugerido que este jogo seja utilizado em sala de aula, após a explicação de todo o conteúdo de Teoria da Relatividade Especial (TRE), tais como o Princípio da Relatividade de Galileu (PRG), Transformações de Galileu (TG), os postulados de Einstein, dilatação temporal, contração do espaço, Transformações de Lorentz (TL), entre outros conceitos abordados nos livros didáticos do Ensino Médio.

A seguir, constam o manual do Bingo TRE e todas as perguntas e respostas abordadas nesta dinâmica. Aconselha-se que o docente veja todas as combinações antes de iniciar a abordagem do referido conteúdo, para assim, saber o que tratar nas aulas anteriores a dinâmica. Apresentamos, também, a sequência didática utilizada durante a intervenção pedagógica, como uma sugestão de sequência didática para a aplicação do Bingo TRE, e as instruções para quem deseja imprimir e utilizar este material didático em sala de aula.

### 1.1 MANUAL DO BINGO TRE

Este jogo contém quarenta e oito cartelas, três listas com as trinta perguntas, um globo e trinta bolinhas com a numeração das trinta perguntas a serem sorteadas. As perguntas foram separadas de forma que fiquem dez perguntas para cada coluna da cartela, obedecendo à seguinte ordem:

Na coluna **T**: Estão as respostas das perguntas de 1 a 10;

Na coluna **R**: Estão as respostas das perguntas de 11 a 20;

Na coluna **E**: Estão as respostas das perguntas de 21 a 30.

**Número de jogadores:** Pode-se jogar em grupo ou individual e a quantidade de cartela por pessoa/grupo fica a depender do número de jogadores, sabendo-se que quanto maior for o número de cartela, mais chance o jogador terá de ganhar.

**Jogando:** Inicialmente serão distribuídas as cartelas para os jogadores. Em seguida, será conferido, se a quantidade de bolas do globo é de trinta bolas, inserido-as no globo, para serem misturadas e dar início ao bingo. Ressalto que ao sortear a bolinha a pessoa, tem que informar apenas a coluna (letra) que está à resposta desta pergunta e posteriormente ditar a pergunta para que os participantes verifiquem se contém a resposta em sua cartela. Por fim, o (os) jogador (es) que preencher (em) primeiro a cartela, terá que falar TRE, entregar a cartela para conferir, se foi realmente sorteadas todas as perguntas das respostas contidas na

mesma. Se a cartela estiver, marcada corretamente este (es) jogador (es) será (ão) o (os) vencedor (es), caso contrario, informamos a inconsistência e daremos continuidade até que uma cartela seja preenchida corretamente.

#### 1.2 PERGUNTAS E RESPOSTAS ABORDADAS NO BINGO TRE

1) Ano da publicação da Teoria da Relatividade Especial?

**R:** 1905.

2) Cientista que publicou a Teoria da Relatividade Especial?

**R:** Albert Einstein.

3) Teoria que substitui a noção de espaço e tempo absolutos pela noção de espaço e tempo relativos?

**R:** Teoria da Relatividade Especial.

4) Possui a maior velocidade no universo?

**R:** Luz no vácuo.

5) A partir da publicação da Teoria da Relatividade Especial, quais conceitos fundamentais ganharam uma nova interpretação?

**R:** Espaço e tempo.

6) A constatação de Einstein de que diferentes observadores em movimento relativo entre si com velocidade constante medem a mesma velocidade para a luz contraria que princípio físico?

**R:** Adição de velocidades de Galileu.

7) Uma das consequências da Relatividade Especial?

**R:** Dilatação do tempo.

8) O espaço-tempo na Relatividade Especial é uma estrutura constituída de quantas dimensões?

**R:** Três espaciais e uma temporal.

9) A Teoria da Relatividade Especial mostrou que um novo conjunto de transformações era necessário para que a invariância das leis físicas fosse mantida no estudo de fenômenos eletromagnéticos, qual é o nome desse conjunto de transformações?

**R:** Transformações de Lorentz.

10) Equação da dilatação do tempo, onde  $\Delta t_B$  é o tempo medido no relógio em repouso?

$$\mathbf{R:} \Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

11) De acordo com qual princípio, a velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) é a mesma em todas as direções e em todos os referenciais inerciais e é independente do movimento da fonte?

**R:** Princípio da Constância da Velocidade da Luz.

12) Qual a velocidade da luz no vácuo?

**R:** 300.000 km/s.

13) Qual a outra denominação da Teoria da Relatividade Especial?

**R:** Teoria da Relatividade Restrita.

14) Quais são as transformações, na mecânica clássica, que relacionam quantidades físicas em dois sistemas de referência em movimento relativo com velocidade constante?

**R:** Transformações de Galileu.

15) São desprezíveis para as velocidades do nosso cotidiano, ou seja, para movimentos com velocidades muito pequenas, quando comparada à velocidade da luz?

**R:** Efeitos relativísticos.

16) Transformação de Galileu que relaciona a posição de uma partícula observada por A, em repouso na estação, com a posição da mesma observada por B num trem em movimento com velocidade constante em relação a A?

$$\mathbf{R:} x_A = x_B + v \cdot t.$$

17) Na Relatividade de Galileu, mecânica clássica, o tempo possui a característica de ser?

**R:** Absoluto.

18) Quantos postulados sustentam a Teoria da Relatividade Especial?

**R:** Dois.

19) Qual princípio diz que as leis físicas são as mesmas em todos os referenciais inerciais?

**R:** Princípio da Relatividade Especial.

20) É o intervalo de tempo medido pelo observador para o qual os eventos ocorrem num mesmo ponto em seu referencial?

**R:** Intervalo de tempo próprio.

21) Equação da contração do espaço, onde  $L_A$  é o comprimento medido pelo observador que vê o objeto em repouso?

$$\mathbf{R}: L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A.$$

22) Relógios extremamente precisos que comprovaram o efeito da dilatação temporal?

**R:** Atômicos.

23) Uma das aplicações da Teoria da Relatividade muito usadas no nosso cotidiano?

**R:** GPS.

24) Comprimento medido pelo observador em movimento em relação ao evento?

**R:** Comprimento relativo.

25) Transformação de Lorentz para a posição X, no movimento paralelo ao eixo X?

$$\mathbf{R}: x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B).$$

26) Transformação de Lorentz para o tempo?

$$\mathbf{R}: t_A = \gamma \left( t_B - \frac{v}{c^2} x_B \right).$$

27) Transformação de Lorentz para as posições Y e Z, no movimento paralelo ao eixo X

$$\mathbf{R}: y_A = y_B \text{ e } z_A = z_B.$$

28) Fator de Lorentz?

$$\mathbf{R}: \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

29) Eventos que ocorrem simultaneamente em um referencial inercial não são necessariamente simultâneos em outro referencial em movimento relativo, tal enunciado corresponda a?

**R:** Relatividade da Simultaneidade.

30) Se os sinais de dois eventos atingirem um observador equidistante num mesmo instante de tempo podemos dizer que tais eventos são?

**R:** Simultâneos

### 1.3 SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO DO BINGO TRE

#### 1.3.1 Primeiro Encontro

Para este momento inicial, sugerimos que apresente alguns jogos didáticos para o Ensino da Física, seja em slides ou com os próprios materiais em sala. Neste trabalho, por exemplo, é exposta uma pequena diversidade de materiais didáticos para o Ensino da Física que podem ser apresentados aos estudantes. Segundo Gardner (2013, p. 130), este momento é caracterizando como ponto de entrada estético, pois “alguns indivíduos são inspirados por obras de artes ou materiais organizados de maneira que demonstrem equilíbrio, harmonia, uma composição cuidadosamente projetada”.

Durante a apresentação dos materiais sugerimos que explique a dinâmica e adaptação de cada jogo para a área, além de comunicar aos alunos que eles participarão posteriormente da dinâmica, chamada de Bingo TRE e que para isso, primeiramente, é necessário a explicação do conteúdo desta teoria, que será ministrado no próximo encontro, pois para participação no referido jogo é preciso conhecer o conteúdo abordado, neste caso a TRE. Com relação à utilização dos materiais didáticos é válido evidenciar que os jogos “como recurso educativo não é tão recente, Platão já afirmava que os primeiros anos da criança deveriam ser ocupados com jogos didáticos” (OLIVEIRA; SILVA; EFERRERA, 2010, p. 169).

Posteriormente, como forma de introduzir a TRE, sugerimos uma discussão sobre o PRG e o Eletromagnetismo. Para este momento, pode-se elaborar slides para apresentar as TG, a partir de figuras que possam facilitar a visualização dos resultados. Aqui, também podem ser apresentadas as grandezas físicas que são ou não invariantes sob uma TG, além do PRG. Após essa breve exposição, Maxwell pode ser apresentado aos alunos como o físico que formulou quatro equações, capazes de explicar todos os fenômenos elétricos e magnéticos da época. Depois, questione os discentes sobre a invariância das equações de Maxwell sobre uma TG, deixando espaço para eles se expressarem e darem suas opiniões. Este momento é caracterizado como uma das linhas de ataque com um foco progressivo, do ponto de vista das inteligências múltiplas (GARDNER, 2013).

Após as discussões, esclareça que as TG e o princípio da relatividade no caso do eletromagnetismo são incompatíveis. Informando assim, que para solucionar este conflito, deve ser modificada a mecânica newtoniana e as TG substituídas, pois as equações de Maxwell e o PRG estão corretos. Por fim, informe aos discentes que o conteúdo que tem a finalidade de resolver este conflito é a TRE, modificando a mecânica newtoniana e substituindo as TG, tomando dois postulados formulados por Albert Einstein em 1905, como ponto de partida.

### **1.3.2 Segundo Encontro**

Este encontro será dedicado a explicação expositiva do conteúdo propriamente dito, tais como, os postulados de Einstein, dilatação temporal, contração do espaço e transformações de Lorentz. Mas antes de iniciar a explicação instigue um momento caracterizado por Gardner (2013) como ponto de entrada narrativo, onde foram introduzidos aspectos gerais do conteúdo a partir da realização de questionamentos a cerca de alguns paradoxos e da promoção de um debate com os estudantes.

Durante a explanação do conteúdo, vale ressaltar para os alunos que além da importância da TRE para o conhecimento sobre a física moderna é necessário entendê-la para se saírem bem na dinâmica que será realizada posteriormente.

### **1.3.3 Terceiro Encontro**

Com a explicação do conteúdo finalizada, pode-se aplicar o produto educacional, Bingo TRE, que aborda o conteúdo da TRE. Para isto, sugerimos que inicialmente explique

aos discentes a dinâmica e adaptação do Bingo TRE para o conteúdo abordado no mesmo. Depois da explicação, pergunte se todos estão com suas cartelas, para iniciar a aplicação do material. Após a confirmação, inicie a dinâmica conforme instruções no manual.

No fim da aplicação, sugerimos que solicite aos alunos que façam seus próprios jogos abordando a TRE, pois no ponto de entrada prático, segundo Gardner (2013, p. 130) “muitos indivíduos, particularmente os jovens, consideram mais fácil abordar um tema por meio de uma atividade em que possam se envolver ativamente – em que possam construir algo, manipular materiais, realizar experimentos”.

Sugerimos, também, que a confecção dos jogos didáticos seja realizada em grupo, pois para Gardner o trabalho em equipe é um ponto de entrada social, onde muitos dos envolvidos “aprendem melhor em um ambiente de grupo, no qual têm a oportunidade de assumir papéis diferentes, observar as perspectivas de outras pessoas, interagir regularmente e complementarem uns aos outros” (GARDNER, 2013, p. 130).

Vale ressaltar que é interessante que o docente se coloque a disposição para orientar os discentes a respeito da ação a ser realizada. Além disso, deve-se combinar um dia para os alunos apresentarem os materiais confeccionados e sua dinâmica. Neste momento, o docente deverá corrigir o conteúdo físico abordado nos materiais e verificar se a dinâmica é válida. Após as apresentações, deixe a turma a vontade para explorar os materiais construídos e jogá-los de acordo com as orientações de quem desenvolveu.

#### 1.4 INSTRUÇÕES PARA QUEM DESEJA IMPRIMIR E UTILIZAR O BINGO TRE

As quarenta oito cartelas que contém o Apêndice D são as cartelas que devem ser distribuídas entre os participantes da dinâmica. Essas são as cartelas que serão marcadas pelos jogadores. Já as listas que estão nos Apêndices E, F e G são as que ficarão com quem está sorteando as bolas do Bingo TRE. Cada uma dessas deverá ser impressa em frente e verso, para que a letra correspondente a coluna fique no verso da lista de perguntas e assim os alunos visualizarem a coluna sorteada enquanto a pessoa dita a pergunta.

## REFERÊNCIAS

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **Física: volume único**. 2ª edição. São Paulo: Moderna, 2003.

GARDNER, H. Abordagens múltiplas à inteligência. In: ILLERIS, K. (ORG.). **Teorias contemporâneas da aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2013.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física: Ensino Médio**. São Paulo: Ática, 2010.

MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIAS, H. C.; SANT'ANNA, B. **Conexões com a Física**. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2016.

OLIVEIRA, L. M. S.; SILVA, O. G. de; FERREIRA, U. V. d. S. Desenvolvendo jogos didáticos para o ensino de química. **HOLOS**, v. 5, p. 166–175, 2010. Disponível em: <http://www2.ifm.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/567/397>. Acesso em: 05 out. 2019.

TORRES, C. M. A. *et al.* **Física – ciência e tecnologia**. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2013.

APÊNDICE D – CARTELAS DO BINGO TRE

|  |  |   |  |  |   |
|--|--|---|--|--|---|
| <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  | <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  |
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Albert Einstein  | 300.000 km/s                                 | Atômicos  | Albert Einstein  | 300.000 km/s                                 | Atômicos  |
| Luz no vácuo   | Absoluto                                     | Simultâneos                                     | Luz no vácuo   | Absoluto                                     | Simultâneos                                     |
| Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       | Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| Transformações de Lorentz                                    | Efeitos relativísticos                       | Relatividade da Simultaneidade                  | Espaço e tempo   | $x_A = x_B + v \cdot t$                      | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$              |

|  |  |   |  |  |   |
|--|--|---|--|--|---|
| <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  | <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  |
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Albert Einstein  | 300.000 km/s                                 | Atômicos  | Albert Einstein  | 300.000 km/s                                 | Atômicos  |
| Luz no vácuo   | Absoluto                                     | Simultâneos                                     | Luz no vácuo   | Absoluto                                     | Simultâneos                                     |
| Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       | Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| 1905   | Dois   | GPS   | Adição de velocidades de Galileu                             | Princípio da Relatividade Especial           | $L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$    |

|  |  |   |                               |                            |                                |
|--|--|---|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  | <b>T</b>                      | <b>R</b>                   | <b>E</b>                       |
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Albert Einstein               | 300.000 km/s               | Atômicos                       |
| Albert Einstein  | 300.000 km/s                                 | Atômicos  | Luz no vácuo                  | Absoluto                   | Simultâneos                    |
| Luz no vácuo   | Absoluto                                     | Simultâneos                                     | Três espaciais e uma temporal | Intervalo de tempo próprio | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$      |
| Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       | Transformações de Lorentz     | Efeitos relativísticos     | Relatividade da Simultaneidade |
| Teoria da Relatividade Especial                              | Teoria da Relatividade Restrita              | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$        | 1905                          | Dois                       | GPS                            |

|  |  |   |                                 |                                 |  |
|--|--|---|---------------------------------|---------------------------------|--|
| <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  | <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Albert Einstein                 | 300.000 km/s                    | Atômicos                                 |
| Albert Einstein  | 300.000 km/s                                 | Atômicos  | Luz no vácuo                    | Absoluto                        | Simultâneos                              |
| Luz no vácuo   | Absoluto                                     | Simultâneos                                     | Três espaciais e uma temporal   | Intervalo de tempo próprio      | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                |
| Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       | Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |
| Dilatação do tempo   | Transformações de Galileu                    | Comprimento relativo                            | Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |

| <b>T</b>                      | <b>R</b>                   | <b>E</b>                       |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Albert Einstein               | 300.000 km/s               | Atômicos                       |
| Luz no vácuo                  | Absoluto                   | Simultâneos                    |
| Três espaciais e uma temporal | Intervalo de tempo próprio | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$      |
| Transformações de Lorentz     | Efeitos relativísticos     | Relatividade da Simultaneidade |
| Dilatação do tempo            | Transformações de Galileu  | Comprimento relativo           |

| <b>T</b>                      | <b>R</b>                   | <b>E</b>                           |
|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Albert Einstein               | 300.000 km/s               | Atômicos                           |
| Luz no vácuo                  | Absoluto                   | Simultâneos                        |
| Três espaciais e uma temporal | Intervalo de tempo próprio | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$          |
| Transformações de Lorentz     | Efeitos relativísticos     | Relatividade da Simultaneidade     |
| Espaço e tempo                | $x_A = x_B + v \cdot t$    | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$ |

| <b>T</b>                         | <b>R</b>                           | <b>E</b>                                     |
|----------------------------------|------------------------------------|--|
| Albert Einstein                  | 300.000 km/s                       | Atômicos                                     |
| Luz no vácuo                     | Absoluto                           | Simultâneos                                  |
| Três espaciais e uma temporal    | Intervalo de tempo próprio         | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                    |
| Transformações de Lorentz        | Efeitos relativísticos             | Relatividade da Simultaneidade               |
| Adição de velocidades de Galileu | Princípio da Relatividade Especial | $L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$ |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Luz no vácuo                    | Absoluto                        | Simultâneos                              |
| Três espaciais e uma temporal   | Intervalo de tempo próprio      | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                |
| Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |
| 1905                            | Dois                            | GPS                                      |
| Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Dilatação do tempo              | Transformações de Galileu       | Comprimento relativo                     |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Luz no vácuo                    | Absoluto                        | Simultâneos                              |
| Três espaciais e uma temporal   | Intervalo de tempo próprio      | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                |
| Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |
| 1905                            | Dois                            | GPS                                      |
| Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Dilatação do tempo              | Transformações de Galileu       | Comprimento relativo                     |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Luz no vácuo                    | Absoluto                        | Simultâneos                              |
| Três espaciais e uma temporal   | Intervalo de tempo próprio      | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                |
| Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |
| 1905                            | Dois                            | GPS                                      |
| Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Dilatação do tempo              | Transformações de Galileu       | Comprimento relativo                     |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Três espaciais e uma temporal   | Intervalo de tempo próprio      | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                |
| Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |
| 1905                            | Dois                            | GPS                                      |
| Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Espaço e tempo                  | $x_A = x_B + v \cdot t$         | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$       |

| <b>T</b>                         | <b>R</b>                           | <b>E</b>                                     |
|----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1905                             | Dois                               | GPS  |
| Teoria da Relatividade Especial  | Teoria da Relatividade Restrita    | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$     |
| Dilatação do tempo               | Transformações de Galileu          | Comprimento relativo                         |
| Espaço e tempo                   | $x_A = x_B + v \cdot t$            | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$           |
| Adição de velocidades de Galileu | Princípio da Relatividade Especial | $L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$ |

| <b>T</b>                         | <b>R</b>                           | <b>E</b>                                     |
|----------------------------------|------------------------------------|--|
| Três espaciais e uma temporal    | Intervalo de tempo próprio         | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                    |
| Transformações de Lorentz        | Efeitos relativísticos             | Relatividade da Simultaneidade               |
| 1905                             | Dois                               | GPS  |
| Teoria da Relatividade Especial  | Teoria da Relatividade Restrita    | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$     |
| Adição de velocidades de Galileu | Princípio da Relatividade Especial | $L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$ |

| <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  |
|--|--|---|
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Luz no vácuo   | Absoluto                                     | Simultâneos                                     |
| Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| Transformações de Lorentz                                    | Efeitos relativísticos                       | Relatividade da Simultaneidade                  |
| 1905   | Dois   | GPS   |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |
| 1905                            | Dois                            | GPS                                      |
| Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Dilatação do tempo              | Transformações de Galileu       | Comprimento relativo                     |
| Espaço e tempo                  | $x_A = x_B + v \cdot t$         | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$       |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Albert Einstein                 | 300.000 km/s                    | Atômicos                                 |
| Três espaciais e uma temporal   | Intervalo de tempo próprio      | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                |
| Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |
| 1905                            | Dois                            | GPS                                      |
| Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |

| <b>T</b>                         | <b>R</b>                           | <b>E</b>                                     |
|----------------------------------|------------------------------------|--|
| Transformações de Lorentz        | Efeitos relativísticos             | Relatividade da Simultaneidade               |
| 1905                             | Dois                               | GPS  |
| Teoria da Relatividade Especial  | Teoria da Relatividade Restrita    | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$     |
| Dilatação do tempo               | Transformações de Galileu          | Comprimento relativo                         |
| Adição de velocidades de Galileu | Princípio da Relatividade Especial | $L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$ |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Albert Einstein                 | 300.000 km/s                    | Atômicos                                 |
| Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |
| 1905                            | Dois                            | GPS                                      |
| Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Dilatação do tempo              | Transformações de Galileu       | Comprimento relativo                     |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Luz no vácuo                    | Absoluto                        | Simultâneos                              |
| Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |
| 1905                            | Dois                            | GPS                                      |
| Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Dilatação do tempo              | Transformações de Galileu       | Comprimento relativo                     |

| <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  |
|--|--|---|
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| 1905   | Dois   | GPS   |
| Teoria da Relatividade Especial                              | Teoria da Relatividade Restrita              | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$        |
| Dilatação do tempo   | Transformações de Galileu                    | Comprimento relativo                            |
| Espaço e tempo   | $x_A = x_B + v \cdot t$                      | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$              |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  |
|---------------------------------|--|---|
| Teoria da Relatividade Especial | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Dilatação do tempo              | 300.000 km/s                                 | Atômicos  |
| 1905                            | Absoluto                                     | Simultâneos                                     |
| Três espaciais e uma temporal   | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| Transformações de Lorentz       | Efeitos relativísticos                       | Relatividade da Simultaneidade                  |

| <b>T</b>                        | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Albert Einstein                 | 300.000 km/s                    | Atômicos                                 |
| 1905                            | Dois                            | GPS                                      |
| Teoria da Relatividade Especial | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Dilatação do tempo              | Transformações de Galileu       | Comprimento relativo                     |
| Espaço e tempo                  | $x_A = x_B + v \cdot t$         | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$       |

| <b>T</b>                         | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  |
|----------------------------------|--|---|
| Adição de velocidades de Galileu | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| 1905                             | 300.000 km/s                                 | Atômicos  |
| Espaço e tempo                   | Absoluto                                     | Simultâneos                                     |
| Teoria da Relatividade Especial  | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| Dilatação do tempo               | Efeitos relativísticos                       | Relatividade da Simultaneidade                  |

| <b>T</b>   | <b>R</b>                        | <b>E</b>  |
|--|---------------------------------|---|
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Teoria da Relatividade Restrita | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Albert Einstein  | Dois                            | Atômicos  |
| Luz no vácuo   | Absoluto                        | Simultâneos                                     |
| Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio      | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| Transformações de Lorentz                                    | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade                  |

| <b>T</b>   | <b>R</b>                        | <b>E</b>  |
|--|---------------------------------|---|
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Teoria da Relatividade Restrita | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Albert Einstein  | $x_A = x_B + v \cdot t$         | Atômicos  |
| Luz no vácuo   | Dois                            | Simultâneos                                     |
| Três espaciais e uma temporal                                | Transformações de Galileu       | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| Transformações de Lorentz                                    | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade                  |

| <b>T</b>   | <b>R</b>                           | <b>E</b>  |
|--|------------------------------------|---|
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Teoria da Relatividade Restrita    | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Albert Einstein  | Dois                               | Atômicos  |
| Luz no vácuo   | $x_A = x_B + v \cdot t$            | Simultâneos                                     |
| Três espaciais e uma temporal                                | Princípio da Relatividade Especial | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| Transformações de Lorentz                                    | Transformações de Galileu          | Relatividade da Simultaneidade                  |

| <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>  |
|--|--|---|
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Albert Einstein  | 300.000 km/s                                 | Atômicos  |
| Espaço e tempo   | Absoluto                                     | Simultâneos                                     |
| Três espaciais e uma temporal                                | Transformações de Galileu                    | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| Transformações de Lorentz                                    | $x_A = x_B + v \cdot t$                      | Relatividade da Simultaneidade                  |

| <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>                                     |
|--|--|--|
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$ |
| Albert Einstein  | 300.000 km/s                                 | Comprimento relativo                         |
| Luz no vácuo   | Absoluto                                     | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$           |
| Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                    |
| Transformações de Lorentz                                    | Efeitos relativísticos                       | Relatividade da Simultaneidade               |

| <b>T</b>   | <b>R</b>                                     | <b>E</b>                                     |
|--|--|--|
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Constância da Velocidade da Luz | $L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$ |
| Albert Einstein  | 300.000 km/s                                 | GPS  |
| Luz no vácuo   | Absoluto                                     | Simultâneos                                  |
| Três espaciais e uma temporal                                | Intervalo de tempo próprio                   | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                    |
| Transformações de Lorentz                                    | Efeitos relativísticos                       | Relatividade da Simultaneidade               |

| <b>T</b>   | <b>R</b>                           | <b>E</b>  |
|--|------------------------------------|---|
| $\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | Princípio da Relatividade Especial | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Albert Einstein  | $x_A = x_B + v \cdot t$            | Atômicos  |
| Luz no vácuo   | Dois                               | Simultâneos                                     |
| Dilatação do tempo   | Intervalo de tempo próprio         | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                       |
| Espaço e tempo   | Efeitos relativísticos             | Relatividade da Simultaneidade                  |

| <b>T</b>                      | <b>R</b>                        | <b>E</b>                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|--|
| Espaço e tempo                | Dois                            | GPS                                      |
| Dilatação do tempo            | Teoria da Relatividade Restrita | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Luz no vácuo                  | Absoluto                        | Simultâneos                              |
| Três espaciais e uma temporal | Intervalo de tempo próprio      | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                |
| Transformações de Lorentz     | Efeitos relativísticos          | Relatividade da Simultaneidade           |

| <b>T</b>                      | <b>R</b>                   | <b>E</b>                                 |
|-------------------------------|----------------------------|--|
| Dilatação do tempo            | 300.000 km/s               | Atômicos                                 |
| Luz no vácuo                  | Transformações de Galileu  | Simultâneos                              |
| Três espaciais e uma temporal | Intervalo de tempo próprio | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |
| Transformações de Lorentz     | Efeitos relativísticos     | Relatividade da Simultaneidade           |
| 1905                          | Dois                       | GPS                                      |

| <b>T</b>                         | <b>R</b>                           | <b>E</b>                                     |
|----------------------------------|------------------------------------|--|
| Luz no vácuo                     | Intervalo de tempo próprio         | GPS  |
| Teoria da Relatividade Especial  | Efeitos relativísticos             | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$     |
| Dilatação do tempo               | Transformações de Galileu          | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                    |
| Espaço e tempo                   | $x_A = x_B + v \cdot t$            | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$           |
| Adição de velocidades de Galileu | Princípio da Relatividade Especial | $L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$ |

| <b>T</b>                         | <b>R</b>                           | <b>E</b>                                 |
|----------------------------------|------------------------------------|--|
| Albert Einstein                  | 300.000 km/s                       | Atômicos                                 |
| Luz no vácuo                     | Absoluto                           | Simultâneos                              |
| Dilatação do tempo               | Intervalo de tempo próprio         | Comprimento relativo                     |
| Adição de velocidades de Galileu | Efeitos relativísticos             | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$       |
| Teoria da Relatividade Especial  | Princípio da Relatividade Especial | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |

| <b>T</b>                      | <b>R</b>                   | <b>E</b>  |
|-------------------------------|----------------------------|---|
| Albert Einstein               | 300.000 km/s               | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Luz no vácuo                  | Absoluto                   | GPS   |
| Três espaciais e uma temporal | Intervalo de tempo próprio | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$        |
| Transformações de Lorentz     | Transformações de Galileu  | Comprimento relativo                            |
| 1905                          | $x_A = x_B + v \cdot t$    | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$              |

| <b>T</b>                         | <b>R</b>                        | <b>E</b>                           |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Albert Einstein                  | 300.000 km/s                    | Atômicos                           |
| Espaço e tempo                   | Absoluto                        | Simultâneos                        |
| Adição de velocidades de Galileu | Intervalo de tempo próprio      | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$ |
| Transformações de Lorentz        | Dois                            | Relatividade da Simultaneidade     |
| Teoria da Relatividade Especial  | Teoria da Relatividade Restrita | GPS                                |

| <b>T</b>                  | <b>R</b>                           | <b>E</b>                                 |
|---------------------------|------------------------------------|--|
| Luz no vácuo              | Transformações de Galileu          | Simultâneos                              |
| Espaço e tempo            | Intervalo de tempo próprio         | $y_A = y_B$ e $z_A = z_B$                |
| Dilatação do tempo        | Efeitos relativísticos             | $x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$       |
| 1905                      | $x_A = x_B + v \cdot t$            | GPS                                      |
| Transformações de Lorentz | Princípio da Relatividade Especial | $t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$ |

## APÊNDICE E – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA T

1) Ano da publicação da Teoria da Relatividade Especial?

**R:** 1905.

2) Cientista que publicou a Teoria da Relatividade Especial?

**R:** Albert Einstein.

3) Teoria que substitui a noção de espaço e tempo absolutos pela noção de espaço e tempo relativos?

**R:** Teoria da Relatividade Especial.

4) Possui a maior velocidade no universo?

**R:** Luz no vácuo.

5) A partir da publicação da Teoria da Relatividade Especial, quais conceitos fundamentais ganharam uma nova interpretação?

**R:** Espaço e tempo.

6) A constatação de Einstein de que diferentes observadores em movimento relativo entre si com velocidade constante medem a mesma velocidade para a luz contraria que princípio físico?

**R:** Adição de velocidades de Galileu.

7) Uma das consequências da Relatividade Especial?

**R:** Dilatação do tempo.

8) O espaço-tempo na Relatividade Especial é uma estrutura constituída de quantas dimensões?

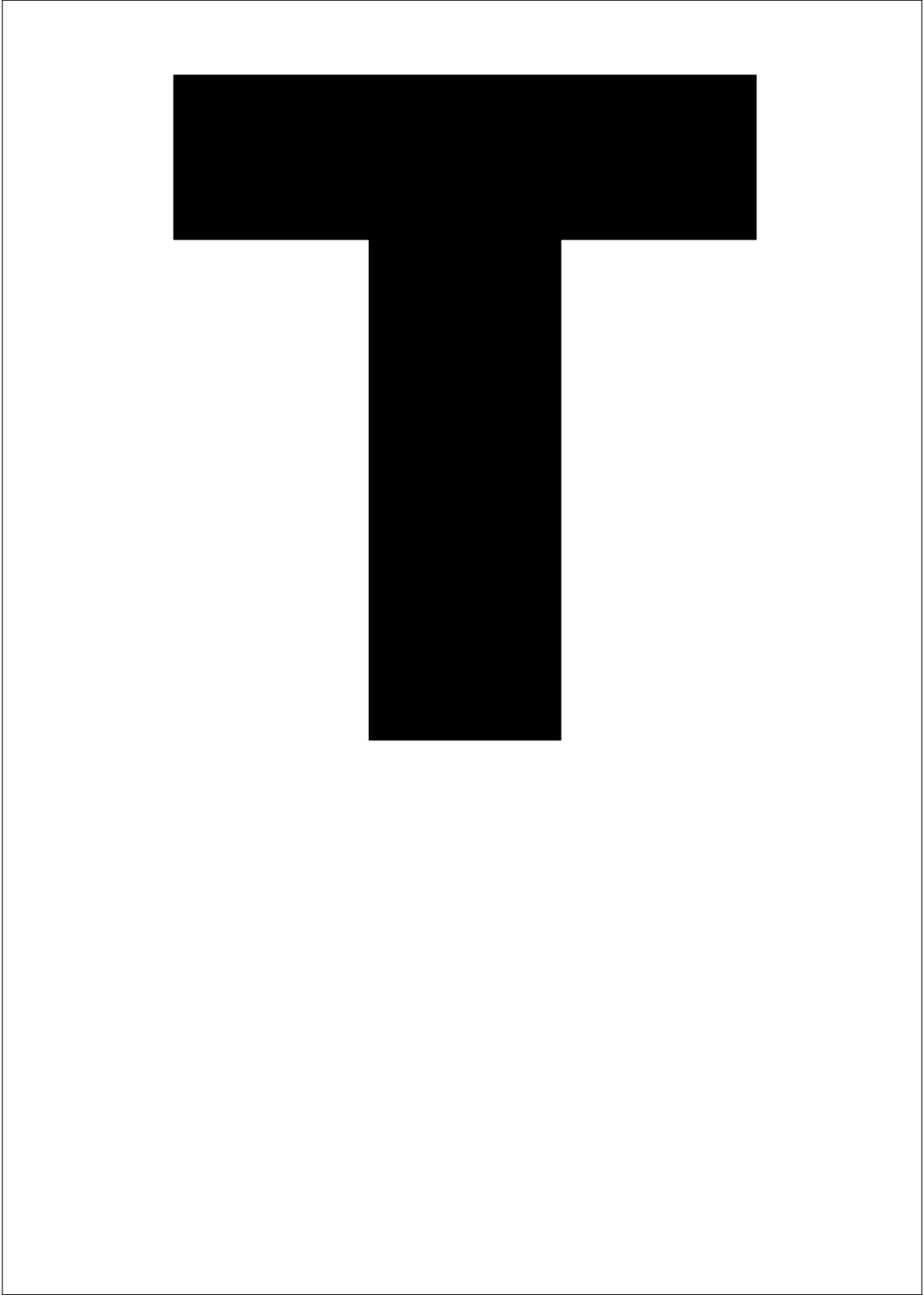
**R:** Três espaciais e uma temporal.

9) A Teoria da Relatividade Especial mostrou que um novo conjunto de transformações era necessário para que a invariância das leis físicas fosse mantida no estudo de fenômenos eletromagnéticos, qual é o nome desse conjunto de transformações?

**R:** Transformações de Lorentz.

10) Equação da dilatação do tempo, onde  $\Delta t_B$  é o tempo medido no relógio em repouso?

**R:** 
$$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$



## APÊNDICE F – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA R

11) De acordo com qual princípio, a velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) é a mesma em todas as direções e em todos os referenciais inerciais e é independente do movimento da fonte?

**R:** Princípio da Constância da Velocidade da Luz.

12) Qual a velocidade da luz no vácuo?

**R:** 300.000 km/s.

13) Qual a outra denominação da Teoria da Relatividade Especial?

**R:** Teoria da Relatividade Restrita.

14) Quais são as transformações, na mecânica clássica, que relacionam quantidades físicas em dois sistemas de referência em movimento relativo com velocidade constante?

**R:** Transformações de Galileu.

15) São desprezíveis para as velocidades do nosso cotidiano, ou seja, para movimentos com velocidades muito pequenas, quando comparada à velocidade da luz?

**R:** Efeitos relativísticos.

16) Transformação de Galileu que relaciona a posição de uma partícula observada por A, em repouso na estação, com a posição da mesma observada por B num trem em movimento com velocidade constante em relação a A?

**R:**  $x_A = x_B + v \cdot t$ .

17) Na Relatividade de Galileu, mecânica clássica, o tempo possui a característica de ser?

**R:** Absoluto.

18) Quantos postulados sustentam a Teoria da Relatividade Especial?

**R:** Dois.

19) Qual princípio diz que as leis físicas são as mesmas em todos os referenciais inerciais?

**R:** Princípio da Relatividade Especial.

20) É o intervalo de tempo medido pelo observador para o qual os eventos ocorrem num mesmo ponto em seu referencial?

**R:** Intervalo de tempo próprio.

**R**

## APÊNDICE G – LISTA DAS PERGUNTAS DA COLUNA E

21) Equação da contração do espaço, onde  $L_A$  é o comprimento medido pelo observador que vê o objeto em repouso?

$$\mathbf{R}: L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A.$$

22) Relógios extremamente precisos que comprovaram o efeito da dilatação temporal?

**R:** Atômicos.

23) Uma das aplicações da Teoria da Relatividade muito usadas no nosso cotidiano?

**R:** GPS.

24) Comprimento medido pelo observador em movimento em relação ao evento?

**R:** Comprimento relativo.

25) Transformação de Lorentz para a posição X, no movimento paralelo ao eixo X?

$$\mathbf{R}: x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B).$$

26) Transformação de Lorentz para o tempo?

$$\mathbf{R}: t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B).$$

27) Transformação de Lorentz para as posições Y e Z, no movimento paralelo ao eixo X

$$\mathbf{R}: y_A = y_B \text{ e } z_A = z_B.$$

28) Fator de Lorentz?

$$\mathbf{R}: \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

29) Eventos que ocorrem simultaneamente em um referencial inercial não são necessariamente simultâneos em outro referencial em movimento relativo, tal enunciado corresponda a?

**R:** Relatividade da Simultaneidade.

30) Se os sinais de dois eventos atingirem um observador equidistante num mesmo instante de tempo podemos dizer que tais eventos são?

**R:** Simultâneos.

