

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



MARCEL FRANCISCO CARDOSO

**JOGO TEORIA DA RELATIVIDADE: Material Potencialmente
Significativo Para o Ensino da Teoria da Relatividade no
Ensino Médio**

**Teresina
Novembro/2018**

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Campus Universitário Ministro Petrônio Portella
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional

MARCEL FRANCISCO CARDOSO

**JOGO TEORIA DA RELATIVIDADE: Material Potencialmente
Significativo Para o Ensino da Teoria da Relatividade no
Ensino Médio**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Renato Germano Reis
Nunes

Teresina
Novembro/2018

JOGO TEORIA DA RELATIVIDADE: Material Potencialmente
Significativo Para o Ensino da Teoria da Relatividade no Ensino
Médio

Marcel Francisco Cardoso

Orientador:
Prof. Dr. Renato Germano Reis Nunes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dr. Renato Germano Reis Nunes

Dra. Cláudia Adriana de Sousa Melo

Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho

Teresina
Novembro/2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

C268j Cardoso, Marcel Francisco.
Jogo teoria da relatividade: material potencialmente significativo para o ensino da teoria da relatividade no ensino médio. / Marcel Francisco Cardoso. - 2018.
123 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Curso de Mestrado profissional de ensino de física (MNPEF), Teresina, 2018.
"Orientação: Prof. Dr. Renato Germano Reis Nunes"

1. Física – Ensino Médio. 2. Teoria da Relatividade.
3. Aprendizagem Significativa. I. Título.

CDD: 530.07

Dedico esta dissertação a minha mãe Joana Cardoso de Araújo e a minha filha Clarice Cardoso da Silva a quem amo incondicionalmente.

Agradecimentos

Com o término dessa jornada profissional agradeço a Deus, por não jogar dados, por ser um arquiteto hábil da nossa realidade.

Agradeço a minha família pelo apoio incondicional, representada na pessoa de minha majestosa mãe Joana Cardoso, que sempre acreditou “nada é imutável”, desistir não é uma opção e a meu irmão Marcio Cardoso por acreditar e esta sempre ao meu lado quando precisei.

Agradeço aos meus colegas e amigos Joel Brito, Railton, Francisco Vieira e ao amigo-professor Josenildo pela paciência de me aturar durante nossas idas e vindas da UFPI.

Agradeço ao meu orientador Dr. Renato Germano Reis Nunes, pelo empenho e dedicação, por me ensinar que se você aprender a pescar jamais passará fome.

Agradeço aos meus professores do mestrado, pela dedicação e comprometimento com seus alunos.

Agradeço as professoras colegas de trabalho Luzimar Silva de Lima e Sidimar Silva de Lima pela importante contribuição à dissertação.

Agradeço a toda comunidade escolar do CETI Deputada Francisca Trindade pelo apoio e contribuição para a realização dessa pesquisa.

Agradeço a minha companheira e amiga Vanessa Raysla por acreditar no meu potencial com pessoa.

Agradeço aos meus amigos, aqui representados por Fernando Liberado, Ciro Nunes, Islano Ramabir, pela força e crença na minha capacidade.

Agradeço a CAPES e a SBF por proporcionar o avanço na educação através do MNPEF.

RESUMO

JOGO TEORIA DA RELATIVIDADE: Material Potencialmente Significativo Para o Ensino da Teoria da Relatividade no Ensino Médio

Marcel Francisco Cardoso

Orientador:
Renato Germano Reis Nunes

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, do Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O uso de atividades lúdicas na educação é um recurso que favorece uma aprendizagem prazerosa e divertida. O ensino de um modo geral enfrenta dificuldade em alcançar seu objetivo essencial, uma aprendizagem realmente significativa, seja pela falta de recursos ou de interesse dos alunos na aprendizagem. Essa deficiência de aprendizagem é acentuada nas disciplinas de ciências da natureza (Física e Química). Neste estudo, propomos a construção e avaliação de um produto educacional que auxilia o ensino de Física Moderna no ensino médio, que o mesmo tenha potencialidade de significação. A elaboração e construção desse produto tem como referência a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, baseada na estrutura cognitiva do aprendiz. O produto educacional, resultado desta pesquisa, é um jogo de tabuleiro com o título de Jogo da Teoria da Relatividade, nele são abordados os conceitos da Teoria da Relatividade Geral e Restrita e os cientistas cujo estudo levou a sua definição. Este jogo foi aplicado nas turmas de terceira série do ensino médio no Centro de Educação de Tempo Integral Deputada Francisca Trindade, em que o pesquisador é docente desde 2005. Após o uso do jogo em sala de aula, foi aplicado um questionário com o intuito de avaliar sua eficiência como material potencialmente significativo. Os resultados apontam que o jogo apresenta as principais características de uma atividade lúdica (lúdico e frívolo) e os aspectos necessários para a sua caracterização como jogo educacional. Ainda é possível concluir que o jogo despertou o interesse do aluno pela Teoria da Relatividade e promoveu uma maior interação entre os discentes. Assim, esta pesquisa é útil, pois mostra que a aprendizagem pode ocorrer através de uma atividade lúdica, e que sua dinâmica pode ser usada para outras áreas de conhecimento.

Palavras-chave: Ensino de Física. Jogos. Teoria da Relatividade. Aprendizagem significativa.

Teresina
Novembro/2018

ABSTRACT

TEORY GAME OF RELATIVITY: Significant Material to the Teaching of Relativity in High School

Marcel Francisco Cardoso

Orientador:
Renato Germano Reis Nunes

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The use of playful activities in Education is a resource that favors the fun and enjoyable learning. The teaching generally face difficulties to reach the main objective, really a significant learning, either because the lack of resources or interest of students in the learning. This learning disability is accentuated in the Nature Science subjects (Physics and Chemistry). In this study, we proposed the construction and evaluation of a educational product that helps the Modern Physics teaching in high school. The elaboration and construction of this product have as reference the Significant Learning Theory by David Ausubel, based on the cognitive structure of the student. The educational production, result of this research, is a board game with the title of game of relative theory, in this are approached the concepts of general and restricted relativity as well as the scientists whose study caused its definition. This game was applied in the thirds grades in high school in Educational Center of Full Time Deputada Francisca Trindade, where the researcher is teacher since 2005. After the use of the game in classroom, it was applied a questioner with the objective to evaluate its efficiency as a really significant material. The results show that the game shows the main characteristics of a playful activity (playful and frivolous) and the aspects necessary to its characterization as a educational game. It is still possible conclude that the game awakened the interest of the student in Relativity Theory and promoted a great interaction among the students. So, this research is useful, because it show that the learning can happen through of playful activity, and the games can be used to other areas of knowledge.

Key-words: Physics Teaching. Games. Relativity Theory. Significant Learning.

Teresina
Novembro/2018

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Teorias de aprendizagem e seus enfoques.....	24
Figura 2: Diferenciação progressiva e reconciliação integradora	32
Figura 3: Representação dos sistemas de referência R e R'	41
Figura 4: Aparelho utilizado no experimento de Michelson-Morley.....	43
Figura 5: Feixe de luz se deslocando da nave A para a nave B	45
Figura 6: Representação da trajetória da luz observada pelo passageiro do trem.	47
Figura 7: Representação da trajetória da luz observada por um observador externo.....	47
Figura 8: Paradoxo dos gêmeos, cada observador tem sua própria medida de tempo.....	49
Figura 9: O deslocamento de uma nave entre duas estrelas.....	49
Figura 10: Momento da aplicação e avaliação do produto educacional.....	57
Figura 11: Alunos jogando em dupla	58
Figura 12: Alunos jogando em grupo	58
Figura 13: Tabuleiro do Jogo Teoria da Relatividade	61
Figura 14: Carta amarela	61
Figura 15: Carta azul.....	63
Figura 16: Cartas Vermelhas Tipo 1	66
Figura 17: Cartas Vermelhas Tipo 2.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição das Cartas Amarelas	62
Tabela 2: Descrição das Cartas Azuis	64
Tabela 3: Descrição das Cartas Vermelhas	67
Tabela 4: Respostas sobre sugestões de melhoria para o Jogo	84
Tabela 5: Respostas sobre a opinião dos alunos a respeito do jogo.	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Visualmente, o Jogo desperta interesse e capturou minha atenção.	76
Gráfico 2: Eu gostei do jogo e gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.	77
Gráfico 3: As atividades do jogo foram muito difíceis	78
Gráfico 4: Me senti bem ao completar o jogo	78
Gráfico 5: Me senti estimulado a aprender com o jogo.....	79
Gráfico 6: O jogo me manteve motivado a continuar utilizando-o.....	80
Gráfico 7: Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo. ...	81
Gráfico 8: O jogo suporta a interação social entre os jogadores	81
Gráfico 9: Achei o jogo meio parado.	82
Gráfico 10: Depois do jogo, consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.....	83

Sumário

Dedicatória.....	v
Agradecimentos	vi
Resumo	vii
Abstract.....	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas.....	x
Lista de Gráficos	xi
Sumário	xii
Capítulo 1	14
INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.1.2 Objetivos específicos	17
1.2 ORGANIZAÇÕES DO RELATO DA PESQUISA	17
1.3 JUSTIFICATIVAS MOTIVACIONAIS.....	18
Capítulo 2	21
REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM	21
2.1.1 Como acontece a aprendizagem.....	22
2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL.....	25
2.2.1 Aprendizagem significativa.....	26
2.2.2 Os Subsúncores.....	27
2.2.3 Organizadores prévios	28
2.2.4 Requisitos para a aprendizagem significativa.....	29
2.2.5 Tipos de aprendizagem significativa.....	30
2.2.6 Formas de aprendizagem significativa	30
2.2.7 Diferenciação progressiva e reconciliação integradora.....	31
2.2.8 Métodos e recurso facilitadores da aprendizagem significativa	32
2.2.9 Avaliação da aprendizagem significativa	33
2.2.10 Função do professor na aprendizagem significativa	34
2.3 JOGOS NO ENSINO DE FÍSICA	34
2.3.1 O Jogo como recurso pedagógico.....	35
2.3.2 Definição de Jogo	35
2.3.3 Jogos, Ludicidade e aprendizagem	37
Capítulo 3	40
3. TEORIA DA RELATIVIDADE PARA O ENSINO MÉDIO.....	40
3.1. CONTEXTO HISTÓRICO-CIENTÍFICO	40
3.1.1 1905 “Annus Mirabilis”.....	43
3.2 TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA DE EINSTEIN.....	44
3.2.1 Postulados	44
3.2.1.1 Primeiro postulado	44
3.2.1.2 Segundo postulado	44
3.2.2 A relatividade da simultaneidade.....	45
3.2.3 As transformações da relatividade de Einstein	45
3.2.4 Dilatação do Tempo	46
3.2.5 Paradoxo dos gêmeos	48

3.2.6 Contração do espaço	49
3.2.7 A relatividade das velocidades	50
3.2.8 Massa e energia.....	51
3.3 TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL DE EINSTEIN	52
3.3.1 Três importantes contribuições da relatividade geral.....	53
Capítulo 4	54
METODOLOGIA	54
4.1 O LOCAL DA PESQUISA	55
4.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	56
4.3 INSTRUMENTOS	58
4.3.1 Questionário.....	59
4.3.2 Observação.....	59
4.3.3 Produto educacional.....	59
4.3.3.1 O Jogo “Teoria da Relatividade”: Ideias iniciais e sua concepção	59
4.3.3.2 Revelando o “JOGO”.....	60
4.4 DESCRIÇÕES DOS PROCEDIMENTOS	73
4.5 ANÁLISE DE DADOS	74
Capítulo 5	76
RESULTADOS E DISCURSÕES	76
Capítulo 6	89
CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
Referências Bibliográficas.....	92
Apêndice A	97
Apêndice B	98
Apêndice C	100
Apêndice D	101
Apêndice E	102

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

O conhecimento é ponto de partida para compreensão do mundo que nos rodeia, desde a antiguidade o ser humano procura entender e controlar os eventos da natureza. Essa busca pelo conhecimento fez surgir, ao longo da história, diferentes estudos nos mais diversificados campos dos quais podemos citar: Matemática, filosofia, teologia, Química e Física. A aprendizagem adquirida ao longo dessa jornada da humanidade é transmitida às gerações inicialmente através de conversas e nos tempos atuais pela educação escolar.

O ensino de física procurar elucidar as dúvidas do aluno a respeito dos fenômenos que o cerca, subsidiando respostas a seus questionamentos como: “por que somos jogados para frente durante uma freada brusca?”, “como funciona a panela de pressão?”, “o raio é mais rápido que o trovão?”. Para melhor compreensão, a Física está dividida em duas partes: Física Clássica e Moderna ou mais especificamente: Mecânica, Termologia, Óptica, Ondulatória, Eletricidade e Física Moderna e contemporânea, cada uma com suas especificidades. Atualmente, com o advento da tecnologia cinematográfica, conceitos como buraco negro, viagem no tempo, relatividade, campo gravitacional, velocidade da luz têm se tornado questionamentos cada vez mais comuns em sala de aula. A resposta a esses questionamentos fazem parte da Física Moderna, pois dela fazem parte as Teorias da Relatividade e Mecânica Quântica.

No Brasil, o ensino de física tem sua origem no período colonial, através dos jesuítas. Em 1637, durante a invasão holandesa, houve um destaque no campo das ciências naturais, destacando na área da física. J. Marcgrave, físico e astrônomo Marcgrave, após observações feitas no primeiro observatório da América do Sul, escreveu sobre a topologia e o clima brasileiro, surgia assim, as possibilidades de um ensino de física para jovens aprendizes. Durante o Brasil império, em 1837, foi fundado o colégio de Pedro II, que trazia em sua grade de disciplina ciências físicas e naturais (ALMEIDA, 2001). No período da república houve uma dedicação maior da carga horária de ensino destinada a ciências e

matemática. Deste período a diante, houve um crescente estudo e dedicação ao ensino de física. Nos anos 80, a maioria dos professores que lecionavam a disciplina de Física não tinham formação na área (bacharelado ou licenciatura) (BEZERRA, 2009). Este quadro ainda se mantém, mas em menor número. Os conceitos físicos são apresentados inicialmente de forma superficial nas séries finas do ensino fundamental junto aos conceitos químicos e, por conseguinte, visto de forma mais profunda no ensino médio.

Educadores e estudiosos da educação têm o consenso de que aula tradicional, baseada em repetições de exercícios, onde o aluno é um agente passivo do saber, não contribuem para a melhoria dos índices educacionais. É necessário que a escola propicie ao aprendiz situações de aprendizagem que o torne agente ativo no processo de ensino-aprendizagem. O aluno precisa internalizar o conhecimento, que este se ancore em sua estrutura cognitiva, que não seja alheio ao conhecimento já existente. A esta aprendizagem onde o novo conhecimento se ancora em conhecimentos prévios do aprendiz, Ausubel denomina como aprendizagem significativa (Moreira, 2011), assim os conceitos de Física moderna, especificamente Teoria da Relatividade devem ser ancorados em conhecimentos prévios do aluno sobre velocidade, tempo e distância. Pensando tal necessidade é que desenvolveu-se essa pesquisa cujo tema é Aprendizagem Significativa e o Ensino da Teoria da Relatividade no nível médio.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, Ausubel lista alguns critérios essenciais dentre eles vale destacar que o material de estudo seja potencialmente significativo. O material de aprendizagem precisa ter significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitraria e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) (MOREIRA, 2011, p.25). Ainda segundo Moreira (2011) o material não pode ser significativo apenas, ter um potencial de significado, pois o significado está no aprendiz, não no material utilizado. Esse material pode ser livro, aula, aplicativo ou jogo.

A respeito do uso de jogos no ensino, percebe-se que este campo tem sido desenvolvido e envolve muitas áreas de conhecimento. Na matemática, há inúmeros jogos e aplicativos, por exemplo, Voitovicz (2011) nos apresenta a cinco jogos com o tema multiplicação; Na química, Matias (2017) em seu artigo intitulado *Jogos Lúdicos Como Ferramenta No Ensino De Química: Teoria Versus*

Prática faz a análise de jogos para o ensino de química como “Trilhando a Geometria Molecular”, “Bingo Atômico”, “Baralho Químico”. Na Biologia (PEDROSO, 2009) nos apresenta um jogo de cartas através do seu artigo *Jogos Didáticos No Ensino De Biologia: Uma Proposta Metodológica Baseada Em Módulo Didático*, assim concluímos que o jogo como atividade potencialmente significativa permeia todas as área de conhecimento. Na Física não seria diferente, *Força E Movimento, Jogo Educativo Para O Ensino De Física No Ensino Médio* é um artigo desenvolvido por Bernades (20??) que relata a produção de um jogo de trilha sobre a força e o movimento; *Calor E Temperatura Em Jogo: A Termologia Orientada Ao Aluno* é um jogo desenvolvido por Soares (20??) que se propõe a auxiliar no ensino da termometria. A maioria dos jogos relacionados a Física abordam os conteúdos da mecânica, termologia e eletricidade. Nesse contexto, encontramos os problemas a serem enfrentados por essa pesquisa, o baixo número de jogos que contemplem temas referentes à Física Moderna.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

As atividades lúdicas com jogo têm como função principal a diversão, o divertimento sem compromisso, o que não omite de ser aplicada para fins educacionais. Como relato acima, os jogos são utilizados nas mais diversas áreas com o intuito de promover uma aprendizagem mais prazerosa e divertida. O uso de atividades lúdicas se justifica por sua potencialidade de significados, podendo ser utilizada em todos os níveis de ensino do fundamental ao médio. Em sua maioria, os jogos são destinados ao ensino fundamental, devido à seriedade exigida no ensino médio, pois um de seus objetivos é preparar o aluno para os testes de admissão em universidades e/ou para o mercado de trabalho. Nesse sentido, o objetivo geral dessa pesquisa é produzir um material potencialmente significativo para o ensino da teoria da relatividade no ensino médio. Esse material envolve os conteúdos da Teoria da Relatividade presentes nos livros destinados a essa modalidade de ensino e tem por finalidade proporcionar aos alunos, um modo lúdico de aprendizagem.

1.1.2 Objetivos específicos

Baseados na problemática e objetivo geral desse trabalho, os objetivos específicos consistem em:

1. Verificar os conteúdos de Física Moderna, especificamente sobre a Teoria da Relatividade, presentes nos livros didáticos distribuídos aos alunos do ensino médio. Esses conceitos estão presentes nas séries finais (3ª Série do Ensino Médio), geralmente divididos em Mecânica Quântica e Teoria da Relatividade;

2. Produzir um jogo de tabuleiro com os conceitos da Teoria da Relatividade. Esse jogo é no estilo “trilha” em que o aprendiz encontrará conteúdos da teoria da relatividade, tanto os conceitos quanto seus principais estudiosos;

3. Aplicar o produto educacional em sala de aula nas turmas de terceiras séries do ensino médio. Sendo um dos requisitos do MNPEF¹ o produto dessa dissertação deve ser aplicado junto aos alunos em sala de aula;

4. Avaliar o produto como jogo educacional, levando em consideração seus aspectos visuais e as sensações que ele provoca durante sua utilização, e seu potencial como instrumento de aprendizagem;

5. Contribuir para uma possível aprendizagem significativa através do uso de atividade lúdica. A imersão numa atividade lúdica pode levar ao aprendizado, pois o jogador passa a atribuir um significado à atividade lúdica, expressada pelo desejo de vencer.

1.2 ORGANIZAÇÕES DO RELATO DA PESQUISA

Essa dissertação está estruturada em 06 (seis) capítulos, seguindo uma seqüência dos caminhos trilhados durante as etapas de produção e escrita, desta maneira, busca tornar a leitura agradável e dinâmica por essa direção sequencial.

¹ Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física

Capítulo 1 – Neste capítulo inicial, é feita a exposição sobre a disciplina de Física, sua divisão e sua história na educação brasileira, é demonstrado o tema desta pesquisa, problemática, OBJETIVOS (gerais e específicos) a serem alcançados, bem como a organização da dissertação e justificativa motivacional para a escolha do tema.

Capítulo 2 – Neste capítulo com o título REFERENCIAL TEÓRICO, apresentamos a base teórica na qual este estudo está fundamentado, iniciamos com a definição de teoria de aprendizagem e como ocorre; em seguida focamos na aprendizagem significativa de David Ausubel; finalizando este capítulo mostramos as ideias de Huizinga e Lima sobre o uso de jogos na educação e no ensino de Física.

Capítulo 3 – Dedicamos esse capítulo inteiro a uma descrição sobre A TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL E RESTRITA, como descrita nos livros didáticos que foram apreciados para a escolha correspondentes ao triênio (2018, 2019 2020) do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Capítulo 4 – Neste capítulo descrevemos por completa a METODOLOGIA aplicada nessa pesquisa, apresentadas nesta ordem, local da pesquisa, participantes da pesquisa, instrumentos de coleta de dados, a descrição dos procedimentos para a aplicação do produto e a análise de dados. Neste capítulo é apresentado o jogo que é produto educacional desta dissertação.

Capítulo 5 – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS, neste penúltimo capítulo apresentamos as técnicas utilizadas para a análise dos dados obtidos através dos instrumentos de pesquisa, assim como a interpretação destes.

Capítulo 6 – Neste último capítulo, são feitas as CONSIDERAÇÕES FINAIS acerca deste trabalho, descrevendo os objetivos alcançados, a contribuição deste trabalho para o ensino de Física e as conclusões sobre o seu uso em sala de aula.

1.3 JUSTIFICATIVAS MOTIVACIONAIS

Após a conclusão do Ensino Médio me deparei com a difícil decisão de que profissão seguir, que curso escolheria, minha primeira escolha foi Licenciatura

Plena em Matemática na UESPI², no entanto, nesse período não havia teste seletivo para tal curso, seguindo planos de Deus, existia o vestibular para Licenciatura Plena em Física. Por uma graça e esforço consegui êxito no teste e comecei a frequentar o curso de Física na UESPI. Conclui minha graduação em outubro de 2006.

Devido à escassez de professores de Física na época, logo que ingressei na universidade comecei a trabalhar como contratado no ensino médio da rede pública estadual, lecionando Física, Química e Matemática nas três séries do ensino médio, estávamos no ano de 2003. Em 2005, participei do concurso público da SEDUC/PI³, fui aprovado, mas assumi o cargo de professor de Física apenas em 2008, agora apenas com a disciplina de Física. O que foi de grande importância, pois pude me preocupar com as dificuldades enfrentadas por meus alunos no processo de ensino-aprendizagem.

Podendo me dedicar exclusivamente a disciplina na qual sou graduado, percebi que os temas de Física Moderna e Contemporânea pouco ou nunca eram utilizados em sala de aula, talvez por serem conteúdos dispostos no final do ensino médio, por não terem sua importância nos vestibulares ou não estarem presentes no cotidiano do aluno. O tema Teoria da Relatividade tomou mais notoriedade ao ser declarado 2005 como o Ano Internacional da Física, a partir de então, os alunos começaram a manifestar curiosidades sobre o tema, nessa época realizei uma feira cultural com a temática Albert Einstein, esse fato também contribuiu para que os conteúdos de Física Moderna fossem melhor retratados nos livros didáticos.

Sempre desejei fazer pós-graduação, no ano de 2013 ingressei no curso de especialização no ensino superior, mas não me senti realizado, pois percebi que não contribuiria para uma melhoria da minha carreira como docente do ensino médio. Nesse período descobri que o MNPEF iria abrir teste seletivo para UFPI em Teresina, de imediato me inscrevi, visto que encontrei em sua proposta algo que me fizesse crescer como professor e educador. Consegui aprovação, mas por um lance do destino, comecei a cursar como aluno especial, sendo necessária a participação mais uma vez de todo o processo seletivo em 2016.

² Universidade Estadual do Piauí – Parnaíba

³ Secretaria de Estado da Educação/Piauí

Devidamente matriculado e regularmente, participei de encontros com meu orientador Renato Germano e a professora Mônica, em que discutíamos com outros colegas o uso de jogos na educação, a partir dessas reuniões surgiu à ideia que foi desenvolvida nesse trabalho; produzir um jogo o qual beneficiasse os conceitos da Teoria da Relatividade que apresentasse potencialidade em significados e que fosse aplicada no ensino médio, na tentativa de tornar a aprendizagem da Teoria da Relatividade lúdica e significativa.

Assim, resumidamente, o desejo de crescer profissionalmente, de melhorar a minha prática em sala de aula e de contribuir de forma significativa para a melhoria do ensino de Física, levaram-me ao ponto em que estou mestrando no ensino de Física. O meu produto educacional JOGO DA RELATIVIDADE é fruto de um estudo dinâmico e flexível que visa fazer parte do acervo de recursos pedagógicos a serem utilizados em sala de aula.

Por fim, vale mencionar que, minha primeira motivação partiu do meu professor de matemática do ensino médio, Francisco Elineudo, o qual quando trabalhamos juntos sempre me chamava de “mestre”, e sempre pensava “um dia você terá razão pra me chamar assim”.

Capítulo 2

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM

A humanidade está em constante desenvolvimento, o ser humano constrói, modifica o mundo à sua maneira. Para isso, é necessário o conhecimento sobre a natureza e as ferramentas adequadas para a sua transformação. Mas como o ser humano aprende? Por quais processos? Que métodos são eficientes para a aprendizagem?

Existem estudos sobre as teorias de aprendizagem. Segundo Bessa (2008) A cada dia, vemos surgir novas hipóteses e novos conceitos que procuram explicar por que aprendemos de determinada maneira ou mesmo de que maneira funciona o cérebro de quem mais e de quem aprende menos. Esses estudos procuram explicar os processos e as teorias de aprendizagem mostrando os vários aspectos que são levados em consideração nesse processo.

Ainda de acordo com Bessa (2008) não se deve julgar como certa ou eficiente uma teoria e outra como ineficiente, pois cada teoria é construída de uma maneira diferente sobre o enfoque de seus idealizadores, suas ideias e concepções sobre a forma como o indivíduo aprende. Segundo Aposo (2002) é função das teorias de aprendizagem descobrir a dinâmica que cercam a aprendizagem, tentando esclarecer as relações entre o novo conhecimento e o conhecimento presente na estrutura cognitiva do aluno.

Segundo Moreira (1999) teoria é uma tentativa de sistematizar uma área de conhecimento de explicar e prever observações, assim uma teoria de aprendizagem seria uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos de aprendizagem. Ainda de acordo com Moreira (1999) a aprendizagem compreende a obtenção de informações, um condicionamento, uma alteração comportamental, o uso do conhecimento para a construção de novos significados, a reformulação e aquisição de uma nova estrutura cognitiva.

Os principais estudos sobre aprendizagem enfocam a infância por ser a fase de maior desenvolvimento e aprendizagem, pois a criança começa a conhecer o mundo e explora-lo utilizando seus sentidos, internalizando suas concepções, sensações e percepções das informações que recebe. A aprendizagem é uma arrumação de concepções e percepções dos eventos que o indivíduo é exposto.

A aprendizagem pode ser cognitiva, efetiva e psicomotora. De acordo com Moreira.

A aprendizagem cognitiva é a que focaliza a cognição, o ato de conhecer; a aprendizagem efetiva é a que trata mais de experiências tais como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade; a aprendizagem psicomotora se ocupa mais de respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática. (MOREIRA, 1999, p.13).

A grande maioria das teorias de aprendizagem são cognitivas, como por exemplo as teorias de Piaget, Vygotsky, Johnson Laird, Ausubel e Kelly. Podemos citar as teorias de Rogers e a de Novak como aprendizagem efetiva e poucas do behaviorismo antigo com aspectos psicomotor.

2.1.1 Como acontece a aprendizagem

Os processos de aprendizagem começaram a serem entendidos a partir do século XX, com estudos em Psicologia, estudos que levaram a conclusão de que é através da aprendizagem que o ser humano incorpora hábitos e comportamentos necessários para a sua vida em sociedade. A aprendizagem é um processo de aquisição de novos conceitos através de uma troca constante entre o homem e o meio (BESSA, 2008). Alguns elementos como memória, atenção, interesse e a inteligência são necessários ao processo de aprendizagem.

2.1.1.1 Memória

A aquisição de memória ou aprendizado podem ser vistos do mesmo enfoque, visto que só se pode lembrar daquilo que se aprendeu. A aquisição de memória denomina-se aprendizado (IZQUIERDO, 2002). De acordo com Sousa e Salgado (2015) o aprendizado conduz ao estoque de informação decorrente da

prática, da experiência que produz modificações no comportamento, as informações geradas pelo aprendizado convertem-se em memória. A memória é considerada como a habilidade de armazenamento de conhecimento no cérebro, ou mesmo como a habilidade restaura aquilo que foi guardado (BESSA, 2008).

2.1.1.2 Atenção

De acordo com Willian James (1890) atenção pode ser entendido como um processo pelo qual a mente toma posse de objetos ou pensamentos que aparentam ao mesmo tempo serem simultaneamente possíveis. Os fundamentos da atenção são a focalização, concentração e consciência. Um dos aspectos da atenção é o interesse, para que se mantenha a atenção é necessário que o interesse se mantenha. Segundo Bessa (2008) esse interesse pode ser gerado por estímulos internos ou externos como o desejo de saber mais sobre um jogo ou a necessidade de aprender para passar no vestibular.

2.1.1.3 Interesse

O interesse é uma relação entre o sujeito e o objeto, o primeiro sente-se seduzido pelo segundo devido a um estímulo produzido pelo objeto em relação ao sujeito. O interesse intrínseco ao indivíduo. Quando o indivíduo desperta o interesse por um assunto, tem maior facilidade de aprendizagem e uma aprendizagem mais sólida (TABILE; JACOMETO, 2017).

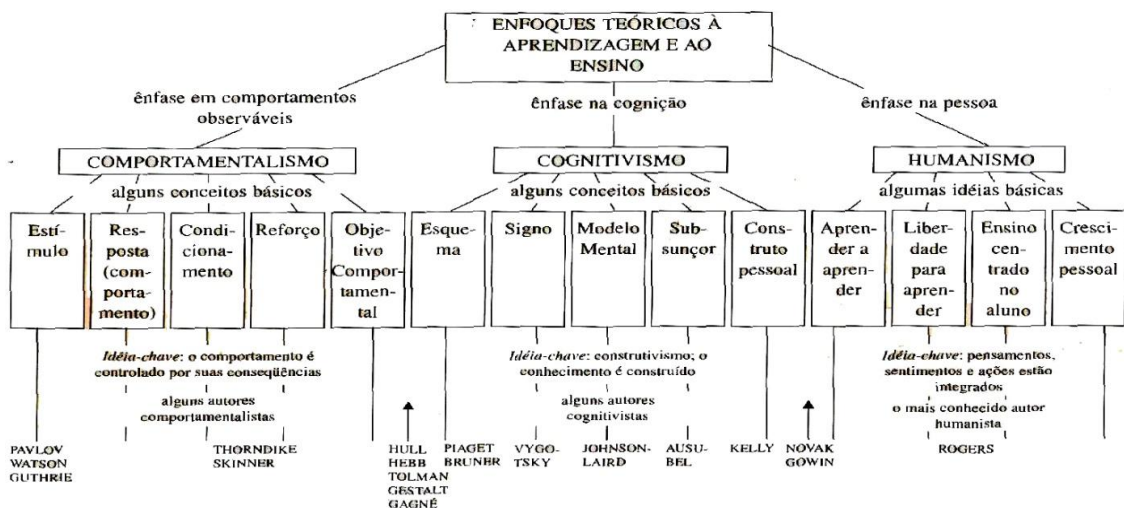
2.1.1.4 Inteligência

A inteligência pode ser definida como a capacidade de compreender, com maior facilidade, informações que lhe são transmitidas (BESSA, 2008). Para Gardner (1995) a inteligência resulta na habilidade de solucionar problemas ou construir produtos que são importantes num determinado tempo e meio social. Essa capacidade de resolver problemas possibilita ao indivíduo encontrar meios e formas de alcançar o objetivo desejado. A inteligência é um conjunto de capacidades que o indivíduo possui para resolver adequadamente um

determinado problema (ZUNA, 2012). Esses aspectos da aprendizagem são levados em consideração quando se estuda ou propõe uma teoria de aprendizagem.

Segundo Moreira (1999) as teorias de aprendizagem têm três filosofias subjacentes: comportamentalista, humanista e a cognitiva mesmo que nem sempre uma teoria de aprendizagem se encontra apenas em uma corrente filosófica. O comportamentalismo tem como ideia central o comportamento observável e mensurável do sujeito, sendo controlado pela consequência com o objetivo de definir, da melhor forma possível, aspectos como capacidade, agilidade e adaptação do indivíduo após receber determinadas instruções. O cognitivismo leva em consideração a cognição, o ato de conhecer tratando principalmente dos processos mentais, o construtivismo faz parte do cognitivismo interpretacionista em que o ser humano tem habilidade criativa de interpretar e representar o mundo. No Humanismo o essencial é a auto realização do ser que aprende, seu crescimento pessoal, levando em consideração seus sentimentos, pensamentos e ações. A figura a seguir mostra os principais enfoques teóricos à aprendizagem e ao ensino e alguns de seus representantes.

Figura 1: Teorias de aprendizagem e seus enfoques



Fonte: Moreira (1999)

Das teorias de aprendizagem mostradas na figura 1, a teoria da aprendizagem de Ausubel é interesse a este estudo.

2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

David Paul Ausubel⁴ (1918 – 2008), psicólogo cognitivista que buscava entender os processos de aprendizagem, acreditava que a aprendizagem se encontrava subordinada a capacidade do aprendiz⁵ em fixar seus novos conhecimentos a uma estrutura cognitiva já existente (BESSA, 2008). De acordo com Bessa (2008) Ausubel buscou verificar a aprendizagem como acontece na sala de aula, demonstrando a necessidade de que para um bom ensino e aprendizagem, é crucial unir os novos conhecimentos proposto ao aprendiz e o conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva. Para Ausubel, o fator isolado mais importante para a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe sendo papel do professor identificar e ensinar de acordo com o conhecimento presente em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999).

Segundo Moreira (1999) a teoria de Ausubel dá ênfase a aprendizagem cognitiva, propondo uma explicação teórica do processo de aprendizagem, para ele aprender é organizar e integrar o conhecimento a estrutura cognitiva. De acordo Moreira e Masini (1982) Ausubel, assim como os demais teóricos cognitivos, são basilares a ideia da existência de uma estrutura onde a organização e a integração ocorre. Ainda segundo Moreira e Masini.

É a estrutura cognitiva, entendida como “conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização; ou conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimento”. É um complexo organizado resultante dos processos cognitivos, ou seja, dos processos mediante os quais se adquire e utiliza o conhecimento. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 4)

As teorias cognitivas abrangem, além da influência de conceitos existentes, os novos conceitos a serem aprendidos, as modificações significativas que esse novo conhecimento faz na estrutura cognitiva. Existe uma interação em que conceitos relevantes interagem com o novo conhecimento, atuando como ancoradouro. Moreira e Masini (1982) relatam que a aprendizagem significativa ocorre quando o novo material interatua com conceitos disponíveis na estrutura cognitiva, auxiliando na diferenciação, elaboração e estabilidade.

⁴ Professor Emérito da Universidade de Columbia, em Nova Iorque, Médico-psiquiatra de formação, mas dedicou-se à carreira acadêmica à psicologia educacional. (Moreira, 1999, p. 151)

⁵ O termo “aprendiz” é usado aqui no sentido geral de “o ser que aprende”, e não no sentido específico de “aquele que aprende arte ou ofício” (MOREIRA; MASINI, 1982, p.7)

Essa interação constitui uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada, que emerge quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativas são relacionados a estrutura cognitiva e nela incorporados. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 4)

Isso significa que quando o novo conhecimento faz relação com os conceitos que já possuímos, esta combinação produz um conhecimento mais amplo que se diferencia tanto do conhecimento anterior como do novo conhecimento, sendo uma aprendizagem resultante da interação de elementos cognitivos provenientes de ambos. Uma vez que isso ocorra, o conhecimento estará ancorado, enraizado no vasto campo de conhecimento adquirido, Ausubel caracteriza essa aprendizagem como aprendizagem significativa (BESSA, 2008).

2.2.1 Aprendizagem significativa

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual um novo conhecimento interage com a estrutura de conhecimento já existente no aprendiz, a nova informação se liga a um conhecimento específico, o qual Ausubel define como subsunção⁶. A aprendizagem significativa acontece quando a nova informação se ancora em conceitos preexistentes na estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 1982). Ainda de acordo com Moreira e Masini (1982) e reiterado por Moreira (1999) para Ausubel o cérebro armazena informação de maneira hierárquica, onde conceitos mais específicos são ligados a conceitos mais gerais, portanto a estrutura cognitiva significa uma hierarquia de conceitos que representam as experiências sensoriais do indivíduo.

Segundo Moreira (2011)

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2011, p. 13)

Em contrapartida, contrariando a aprendizagem significativa, Ausubel caracteriza aprendizagem mecânica (*rote learning*) como a aprendizagem de nova

⁶ A palavra “subsunção” não existe em português: trata-se de uma tentativa de aporuguesar a palavra inglesa “subsumer”. Seria mais ou menos equivalente a inseridor, facilitador ou subordinador. (Moreira, 1999, p.53)

informação não associada a nenhum conceito existente na estrutura cognitiva sendo armazenada de maneira arbitrária, não havendo interação entre o conhecimento novo e o já existente, dificultando a permanência dessa nova informação na estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 1982).

2.2.2 Os Subsunoçores

Para que ocorra aprendizagem significativa é necessária a existência de subsunçor ou ideia-âncora onde o novo conhecimento possa interagir. Subsunoçores são conhecimentos prévios significativos para que os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos, podem ser proposições, construtos pessoais, representações, ideias ou conceitos presentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2011). De acordo com Bessa (2008) subsunoçores também podem ser entendidos como elementos utilizados pelo professor para ordenar e organizar o conhecimento a ser aprendido, sendo qualquer material ou atividade que esteja voltada para uma construção inicial de conceitos e que facilitem a aprendizagem.

Subsunoçores são conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos (MOREIRA, 2011, p. 28). O que corre quando o aprendiz não tem subsunoçores? Como se formam os subsunoçores iniciais?

Uma das respostas para esses questionamentos seria a de que a aprendizagem mecânica é sempre necessária no momento em que o aprendiz obtém conhecimento em uma área completamente nova para ele, em outras palavras, a aprendizagem mecânica transcorre até que exista, na estrutura cognitiva do aprendiz, algum conhecimento relevante à nova informação, servindo de subsunçor mesmo que pouco elaborado (MOREIRA; MASINI, 1982). Outra resposta plausível seria a hipótese de que a construção dos subsunoçores iniciais se dá através de processos de interferência, abstração, discriminação, descobrimentos envolvidos em sucessivos encontros do sujeito com instâncias específicas (MOREIRA, 2011, p. 28).

De acordo com Moreira e Masini (1982) Ausubel recomenda a utilização de organizadores prévios âncoradores que possam levar ao desenvolvimento de

conceitos subsunçores para facilitar a aprendizagem consecutiva. Segundo Moreira (2011, p. 105) O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

2.2.3 Organizadores prévios

Organizadores prévios são elementos apresentados antes do conhecimento a ser aprendido. Moreira (2011) os define como recurso instrucional exposto de forma muito abstrata, generalizado e inclusivo em relação ao objeto de aprendizado, destacando apenas alguns aspectos do objeto de estudo. Segundo Moreira e Masini (1982) organizadores prévios podem facilitar a aprendizagem desde que funcionem como elos cognitivos.

Ainda de acordo com Moreira e Masini

A principal função dos organizadores é, então, superar o limite entre o que o aluno sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada. Permitem prover uma moldura ideacional para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue na aprendizagem, bem como aumentar a discriminabilidade entre este e um outro similar já incorporado na estrutura cognitiva ou, ainda, ressaltar as ideias ostensivas conflitivas. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 12)

Existem dois tipos de organizadores prévios: organizador expositivo e organizador comparativo.

Organizador expositivo – usado quando o aprendiz não tem qualquer familiaridade com o material e nenhum subsunçor que possa ancorar o conhecimento novo, tem a função de prover subsunçores relevantes próximos ao ideal. Deve prover uma ancoragem de ideias com termos que são familiares ao aprendiz.

Organizador comparativo – utilizado quando o aprendiz apresenta certa familiaridade com o material de aprendizagem, tem como função integrar novas ideias com conceitos presentes na estrutura cognitiva, além de acrescentar um novo grau de diferenciação entre as ideias novas e já existentes, que podem ser confundidas, mas são diferentes.

Organizadores prévios são usados para compensar a falta de subsunçores ou para indicar a relação e discriminação entre os conhecimentos já existentes e

os novos conhecimentos, isto é, subsunçores (MOREIRA, 2011). Seu principal benefício é permitir que o aprendiz aproveite a característica de um subsunçor, ou seja, organizadores devem identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva; dar uma visão ampla do material de aprendizagem e prover organizadores inclusivos, destacando o conteúdo específico do novo material.

2.2.4 Requisitos para a aprendizagem significativa

Os fundamentos da aprendizagem significativa é que as ideias novas se relacionem de forma não-arbitrária e não-literal ao conhecimento existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Essa premissa da aprendizagem significativa presume que: 1 – o material deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz manifeste uma predisposição para aprender.

O primeiro desses requisitos leva em consideração dois fatores, a natureza do material e a natureza da estrutura cognitiva. O material deve ser logicamente significativo, não-arbitrário e não-aleatório, de modo que possa interagir com as ideias relevantes dentro da capacidade de aprendizagem, essa interação deve ser substantiva e não-arbitrária. No que se refere ao segundo fator, o aprendiz deve ter em sua estrutura cognitiva conceitos subsunçores inerentes aos quais o material irá se relacionar (MOREIRA; MASINI, 1982).

O segundo requisito enfatiza que mesmo que o material seja potencialmente significativo, se o aprendiz deseja simplesmente memorizar de forma literal, a aprendizagem e o material serão mecânicos. É necessário que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de forma substantiva e não arbitrária o material a sua estrutura cognitiva. De acordo com Moreira (2011, p. 25) “não se trata de motivação, ou de gostar da matéria”. O aprendiz deve estar predisposto a ligar os conhecimentos novos, de modo a diferenciar e integrar os novos conceitos, a sua estrutura cognitiva prévia, com isso, modificando, enriquecendo, elaborando e dando significado a esse conhecimento. Segundo Bessa (2008, p. 135) para Ausubel “essa disposição deve ser espontânea para que a aprendizagem, ao invés de ser significativa, não se torna aprendizagem mecânica”.

2.2.5 Tipos de aprendizagem significativa

Existem três tipos de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional.

A aprendizagem representacional é o tipo mais elementar de aprendizagem significativa, servindo de base para as demais. Está ligada à atribuição de significados a símbolos determinados, tradicionalmente palavras a objetos aos quais se referem. Segundo Moreira (1999, p. 157) “os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam”.

A aprendizagem de conceitos também pode ser vista como uma forma de aprendizagem representacional, uma vez que, conceitos também são representados por símbolos particulares ainda que representem abstrações dos atributos básicos dos referentes (MOREIRA, 1999).

Com relação a aprendizagem proposicional percebemos um, contraste com a aprendizagem representacional, tem como finalidade aprender significados de ideias em forma de proposições, visto que tem como pré-requisito a aprendizagem representacional e a aprendizagem de conceitos, no entanto, o significado de uma proposição não pode ser entendido como a soma de significados. Moreira (1999, p. 157) diz que “a tarefa da aprendizagem proposicional é aprender o significado das ideias expressas verbalmente por meio de conceitos sobre uma forma de proposição”.

2.2.6 Formas de aprendizagem significativa

Analogamente aos tipos de aprendizagem significativa podem-se identificar três formas de aprendizagem: por subordinação, por superordenação e de modo combinatório.

A aprendizagem por subordinação é a aprendizagem até o momento mostrada, onde o novo conhecimento adquire significado por meio da interação entre ele e a estrutura cognitiva existente, ou seja, os subsunçores. Bessa (2008, p. 136) menciona que “na aprendizagem subordinada, o novo conhecimento encontra-se subordinado ao conhecimento anterior, ou seja, depende do conhecimento prévio para poder se ancorar”.

A aprendizagem superordenada está ligada ao processo de generalização, dedução, condensação do novo conhecimento, fazendo-o subordinar aqueles aos quais lhe originaram. Moreira (1999) relata que aprendizagem superordenada ocorre quando um conceito A generalizado e mais inclusivo é adquirido a partir de conceitos existentes na estrutura cognitiva a1, a2, a3 passando estes a instância de ideias mais específicas das ideias subordinadas A. De acordo com Bessa (2008) nessa forma de aprendizagem ocorre a assimilação da nova ideia por meio de acomodação na estrutura cognitiva.

Existem algumas situações em que a aprendizagem não é subordinada e nem superordenada. Como menciona Bessa (2008)

Na aprendizagem significativa combinatória a nova informação, por meio de pressões recíprocas entre os conhecimentos anteriores e os novos conhecimentos, torna-se potencialmente significativa, não necessitando impor uma subordinação ou superordenação dos conhecimentos. (BESSA, 2008, p.136)

Nesse sentido a aprendizagem pode ocorrer das duas formas, apresentando características de aprendizagem por subordinação e aprendizagem por superordenação.

2.2.7 Diferenciação progressiva e reconciliação integradora

Com o desenrolar do processo de aprendizagem significativa, novos conceitos são criados, ocorre uma elaboração e diferenciação de conceitos devido a interações sucessivas entre os subsunçores e as ideias novas. De acordo com Moreira e Masini (1982) a compreensão de conceitos é mais eficiente quando são apresentados de forma mais geral e inclusivo, para que, posteriormente possa ocorrer a diferenciação progressiva. Segundo Moreira (1999) ideias já existentes na estrutura cognitiva pode sofrer modificações de forma a se reorganizar e adquirir novos significados, a esse rearranjo de ideias na estrutura cognitiva é denominada por Ausubel de reconciliação integradora.

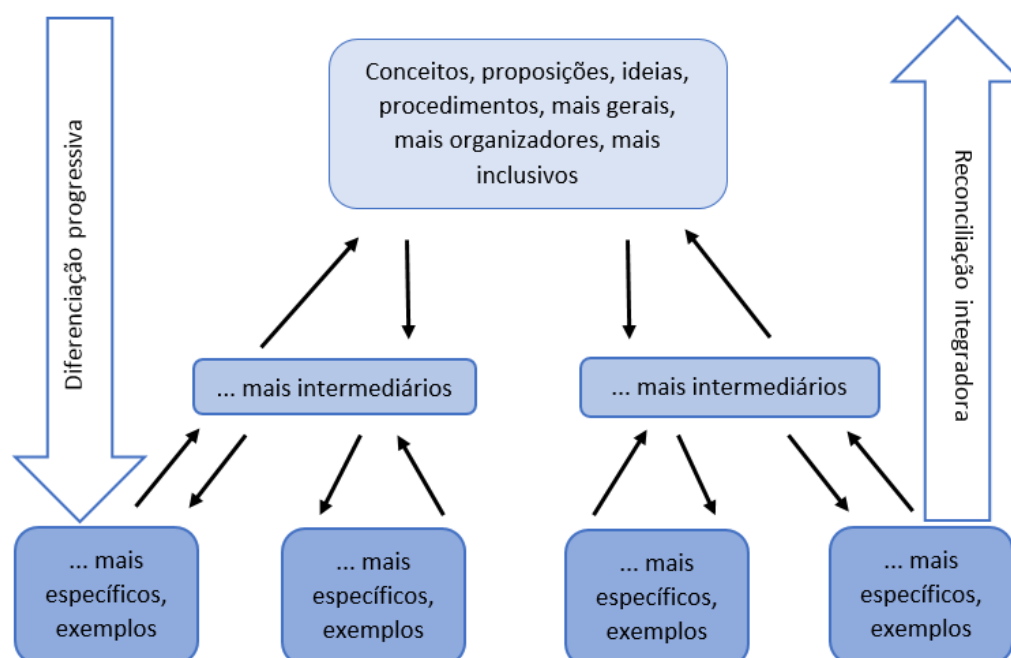
Assim, ainda segundo Moreira e Masini

a) diferenciação progressiva é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzido os detalhes específicos necessários. b) reconciliação integrativa é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e

diferenças significativas, reconciliando discrepância reais e aparentes.
(MOREIRA; MASINI, 1982, p. 22)

A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são processos simultâneos e interdependentes na estrutura cognitiva.

Figura 2: Diferenciação progressiva e reconciliação integradora



Fonte: Adaptado Moreira (2011, p.44)

2.2.8 Métodos e recurso facilitadores da aprendizagem significativa

Alguns instrumentos didáticos e estratégias de ensino podem facilitar a aprendizagem significativa, a saber, podemos citar os já mencionados anteriormente: organizadores prévios, mapas conceituais, diagrama V, além de instrumentos que destaquem a relação entre o pensar e o fazer na elaboração de conceitos a partir de questões-foco. Atividade em pequenos grupos, sejam presenciais ou virtuais, tem um enorme potencial na facilitação da aprendizagem significativa.

Cabe lembrar, que certos instrumentos ou métodos podem ter um grande potencial para a aprendizagem significativa, no entanto, se aplicados de forma equivocada dentro do enfoque comportamentalista provocam o efeito inverso e a aprendizagem será mecânica. Uma nova postura do docente sobre a

aprendizagem significativa é mais relevante ao seu êxito que qualquer diretriz escolar, tecnologia ou novas metodologias (MOREIRA, 2011).

2.2.9 Avaliação da aprendizagem significativa

No contexto da escola atual, o processo avaliativo leva em consideração as ideias behavioristas muito mais que o construtivismo, a sociedade como um todo (escola, pais, docente, discentes) querem teste fechado que mostre o que o aprendiz “sabe” ou “não sabe”, claramente uma avaliação comportamentalista que muitas vezes proporciona uma aprendizagem mecânica. Nesse tipo de avaliação o aprendiz não é requisitado a manifestar sua compreensão sobre determinado conhecimento, bastando apenas enumerar propriedade, resolver problemas mecanicistas (repetitivos).

Segundo Moreira (2011) na abordagem ausubeliana a avaliação tem enfoque na avaliação da compreensão, dos significados adquiridos, com a habilidade de uso do conhecimento em situações desconhecidas. Assim o aprendiz, na avaliação da aprendizagem significativa, deve ser exposto a uma situação nova que necessite de uma reformulação do conhecimento existente em sua estrutura cognitiva. No entanto, como propor ao aprendiz uma situação totalmente nova no momento da avaliação, uma vez que, não é adequado usar atividades desconhecidas para a avaliação somativa? A aprendizagem significativa é progressiva parte de seu desenvolvimento acontece por erro e acerto.

A respeito da avaliação da aprendizagem significativa, Moreira (2011) relata.

A avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele externalize os significados que está captando, que explique, justifique, as suas respostas. (MOREIRA, 2011, p.52)

A avaliação da aprendizagem significativa é um processo que apresenta enorme dificuldade, pois, necessita de uma nova visão e postura acerca da avaliação, alguns métodos avaliativos como uma eficiência considerável, seria a solução de problemas de forma não habitual, requerer do aprendiz a

diferenciação de ideias que se relacionam, mas que não são iguais ou propor uma tarefa de aprendizagem depende de outra que o aprendiz tem em sua estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 1982). Avaliações do tipo certo ou errado são mais simples, fator que talvez explique o seu uso, embora por vezes tem como resultado aprendizagem mecânica.

2.2.10 Função do professor na aprendizagem significativa

A teoria de Ausubel está voltada para a aprendizagem em sala de aula, nela o professor desenvolve papel importantíssimo com a função de ser facilitador dessa aprendizagem. Para cumprir a sua parte no processo de aprendizagem, no intuito de que seja significativa, o professor precisa executar algumas tarefas fundamentais. Como cita Moreira (1999)

1. Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino seus conceitos e princípios unificadores;
2. Identificar quais os Subsúncos relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado;
3. Diagnostica aquilo que o aluno já sabe que subsúncos existem na estrutura cognitiva do aluno;
4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da nova ideia de maneira significativa. (MOREIRA, 1999, p.162)

Assim, na aprendizagem significativa o professor tem o papel de identificar os subsúncos relevantes a aprendizagem, utilizar uma estrutura conceitual unificadora e ensinar de modo a facilitar uma ancoragem entre conhecimentos existentes e o novo.

2.3 JOGOS NO ENSINO DE FÍSICA

Os jogos ainda são muito questionados sobre o valor que desempenham no processo de ensino-aprendizagem, devido a dicotomização do aprender e jogar. Lima (2008) mostra que o jogo é tratado, na maioria das instituições, como uma atividade de descanso onde a criança possa desgastar a energia que tem em excesso. Essa ideia é baseada em relatos de docentes em curso de graduação, estes relatam que sua formação não os propiciou suporte para a utilização de jogos na sala de aula, ou que as escolas não têm condição materiais e até temporais para a utilização do jogo como recurso pedagógico (LIMA, 2008).

2.3.1 O Jogo como recurso pedagógico

Os primeiros pensamentos sobre o jogo e sua importância tem sua origem em Platão, que acreditava que por meio do jogo ocorreria uma aprendizagem significativa onde os conteúdos poderiam ser aprendidos de forma prazerosa através de atividades lúdicas. Aristóteles via o jogo como um meio de relaxamento no qual se podia resgatar a energia para a realização de atividades produtivas. Para os romanos, o jogo era visto como uma festa que atraía multidões, também, como meios de comprovação de conhecimentos e habilidades de seus participantes (BROUGÉRE, 1998).

De acordo com Ariès (1981), na Idade Média, uma parte da sociedade via o jogo como uma prática delituosa, pois defendiam a mortificação do corpo, outra parte tinha o jogo como um importante mecanismo cultural da sociedade sendo que era através do jogo que ocorria a interação social de seus membros sem qualquer distinção. A partir do século XIV o jogo começou a ser aceito oficialmente, até que no século XVI já tinha a sua importância na formação de alunos realizada em escolas jesuítas. Nos séculos que se seguiram (XVII e XVIII) houve um salto na utilização e criação de jogos destinados ao ensino-aprendizagem, no entanto, partes da sociedade moralista ainda viam o jogo como dispensável na educação. No final do século XIX o jogo passou a ser valorizado como indispensável na educação infantil.

Segundo Huizinga (1990) com o advento da Revolução industrial, o jogo perdeu seu espaço gradativamente nos processos culturais. Para a sociedade, o trabalho e bem-estar eram essenciais e primordiais. Assim, o jogo perdeu o seu elemento autêntico, o lúdico, sendo desaparecido gradualmente esse aspecto até chegar ao ponto em que é encontrado no qual é difícil a diferenciação entre jogo e o não-jogo.

2.3.2 Definição de Jogo

O vocábulo jogo tem origem latina “ludus” (jogo, escola) que mais tarde foi substituído por “jocus” (gracejo, zombaria). O Jogo também pode ser entendido como atividade física ou mental, regida por um conjunto de regras que são

obedecidas no ato de jogar, outro significado é um amontoado de coisas que formam uma coleção, como também a uma folga extrema. Metaforicamente pode ser usado para representar atitudes e comportamentos como abrir o jogo, esconder o jogo, fazer o jogo, ter jogo de cintura, jogar limpo (LIMA, 2008).

O jogo está presente em todas as dimensões da sociedade, no entanto, não é exclusivo do ser humano, animais também brincam, filhotes brincam uns com os outros obedecendo às regras, como não morder de forma mais enérgica, mostram estar zangados quando não estão e demonstram se divertirem. Huizinga após essas observações relata que

o jogo é mais do que um fenômeno fisiológico ou um reflexo psicológico. Ultrapassa os limites da atividade puramente física ou biológica. É uma função *significante*, isto é, encerra um determinado sentido. No jogo existe alguma coisa "em jogo" que transcende as necessidades imediatas da vida e confere um sentido à ação. Todo jogo significa alguma coisa. (HUIZINGA, 1938, p.6).

Assim, a psicologia e fisiologia tentam explicar o jogo dos adultos, crianças e animais. Nesse contexto, o jogo tem papel importante no sistema da vida, sendo o ponto de partida a todas as pesquisas científicas. Biologicamente, o jogo pode ser visto como uma preparação dos indivíduos jovens para a vida adulta ou apenas uma descarga de energia acumulada. Existem outras teorias que tratam o jogo como impulso inato, restaurador de energia. Para Huizinga (2000) o jogo se situa em ponto elevado em relação aos processos físicos e biológicos mais fundamentais, o jogo significa algo.

Alguns aspectos são relevantes na caracterização do jogo. De acordo com Huizinga (2000) o jogo deve ser livre caso contrário será tarefa. O jogo não está vinculado à vida cotidiana com seus anseios de sucesso, mas, interrompe essa busca pela satisfação imediata. A satisfação vem do jogo, uma vez que este não pode ser imposto, as obrigações e dever moral se aplicam quando vinculados a cultos e rituais.

Como apresenta Huizinga (2000) às características fundamentais do jogo seriam: ser livre nele próprio a liberdade; uma evasão da vida corrente; limitado e isolado; um fenômeno cultural. Conclui-se que o jogo é livre e seu participante não têm obrigatoriedade de jogar, é uma fuga da vida cotidiana, uma válvula de escape para a satisfação dos desejos imediatos, é limitado por um espaço e tempo próprio, faz parte da cultura social a sua prática e aplicação.

Na visão de Callois (1990) o jogo é definido essencialmente como uma atividade com suas respectivas características:

1. ---- livre: uma vez que, se o jogador fosse a ele obrigado, o jogo perderia de imediato a sua natureza de diversão atraente e alegre;
2. ---- delimitada: circunscrita a limites de espaço e de tempo, rigorosa e previamente estabelecidos;
3. ---- incerta: já que o seu desenrolar não pode ser determinado nem o resultado obtido previamente [...]
4. ---- improdutiva: porque não gera nem bens, nem riqueza nem elementos novos de espécie alguma [...]
5. ---- regulamentada: sujeita a convenções que suspendem as leis normais e que instauram momentaneamente uma legislação nova, a única que conta;
6. ---- fictícia: acompanhada de uma consciência específica de uma realidade outra, ou de franca irrealidade em relação à vida normal. (CALLOIS, 1990, p. 29-30)

O jogo é visto como uma atividade frívola, sem importância que não atribui nenhum bem, nenhum valor, por esse aspecto e muitas vezes desacreditado. De acordo como o autor, o vocábulo jogo pode ser usado para designar um conjunto de peças de um todo, como o jogo de xadrez, também há ideia de uma rede interligada (jogo de engrenagens) e seu funcionamento (CALLOIS, 1990).

Segundo Callois (1990, p.11-12) o jogo apresenta um conjunto de regras que define o que é e o que não é jogo, o que se pode e o que não se pode fazer, as permissões e limitações. As regras não podem ser violadas, caso ocorra o jogo é imediatamente destruído, uma vez que, as regras são impostas pela vontade do jogador e é função dele respeitá-las ou não. Assim, o jogo pode ser entendido como um conjunto de regras e restrições aceitas voluntariamente para se obter uma ordem estável dos acontecimentos.

2.3.3 Jogos, Ludicidade e Aprendizagem

Jogos podem ser classificados em diversas categorias, dentre elas jogos de tabuleiros que podemos citar como exemplo: Xadrez, Banco Imobiliário, Dama, Gamão e Trilha. Esses jogos têm como característica marcante o fato de serem praticados em grupos de duas ou mais pessoas, sendo que cada um, em particularidade apresenta seus benefícios e características ímpar. Existe um número considerável de adeptos e praticantes desta categoria, jogos de tabuleiro tem a praticidade de serem jogados a qualquer hora e local, aspecto importante para a sua utilização.

Schaeffer (2006) descreve que os jogos, quando praticados em grupos, possibilitam aos seus jogadores o exercício da regularidade, o respeito, o limite e a disciplina, pois o jogo está subordinado a obediência de regras estabelecidas, aspectos esses essenciais para o desenvolvimento individual na sociedade. Os jogos beneficiam o desenvolvimento da compreensão, aceitação e reflexão da sociedade que o cerca.

Talvez a característica mais marcante do jogo, seja sua ludicidade, o prazer encontrado ao realizar cada jogada, o descobrimento de novos métodos e táticas do jogo que levem a uma experiência prazerosa e vitoriosa. O lúdico está intimamente ligado ao jogo, tanto que, sua origem epistemológica é do latim “ludus” que significa “jogo”. Assim, um dos aspectos essenciais a qualquer jogo é sua ludicidade, o quanto proporcionará um divertimento, sua espontaneidade e frivolidade.

O lúdico é parte essencial do comportamento humano, fazendo parte do desenvolvimento psicofisiológico do indivíduo. A ludicidade é um espaço para expressão mais genuína do ser, pois segundo Ferreira e Silva (2010) possibilita o exercício das relações afetivas, interpessoais com o mundo, propiciando um crescimento psicológico afetivo no aspecto social do ser. De acordo com Melo e Santiago (2015)

O lúdico faz parte das necessidades essenciais da natureza humana. Caracterizando-se por ser espontâneo e funcional, o ambiente lúdico encerra uma leveza que beneficia aos alunos, despertando o interesse na sala, sua socialização e autoafirmação. (MELO E SANTIAGO, 2015, p. 6)

Atividades lúdicas favorecem a aprendizagem, pois a torna uma atividade prazerosa tirando a resistência ao ensino uma vez que, para muitos alunos a escola e aprendizagem não apresentam nenhum aspecto lúdico. Segundo Silva e Vargas (2014) o lúdico é uma ferramenta de altíssima importância, porque através do lúdico o ato de aprender se tornam belo e prazeroso, sendo necessária sua constância na sala de aula. A ludicidade apresenta aspecto natural para a aprendizagem (atenção, interesse e motivação), característica que justificam seu uso como recurso pedagógico.

Jogos e atividades lúdicas proporcionam aos alunos um novo olhar sobre a aprendizagem, pois possivelmente ela se tornou agradável e prazerosa. Teixeira

(1995) menciona as possíveis razões as quais o educador utilizaria as atividades lúdicas na sala de aula, dentre elas podemos citar: que as atividades lúdicas satisfazem uma necessidade interior; o lúdico é uma atividade prazerosa e de esforço espontâneo capaz de gerar vibração e euforia; as situações lúdicas mobilizam esquemas mentais e ativam as funções psico-neurológicas que estimulam o pensamento e as operações mentais.

Em geral, a escola e o ensino são vistos com pouca atratividade pelo aprendiz devido a sua seriedade com que se aplica o ensino, como o objetivo único de capacitá-lo para o mercado de trabalho ou para testes de admissão em universidades. As atividades lúdicas são apresentadas como opção para um novo olhar sobre a aprendizagem onde se possa despertar o prazer no ato de aprender. Assim, o desenvolvimento de jogos pedagógicos educacionais é um meio de propiciar material necessário à prática de atividades lúdicas na sala de aula, pois não existe “brincadeira” sem o brinquedo. Jogos pedagógicos devem provocar uma aprendizagem significativa, estimulando o desenvolvimento cognitivo do aprendiz.

Capítulo 3

O conteúdo de Física descrito neste capítulo, está presente nos livros didático utilizados no PNLD⁷ de 2018 destinados ao ensino médio. São eles: Física para o Ensino Médio (Yamamoto & Fuke, 2016)⁸, Física em contexto (Pietrocola, 2016)⁹, Física 3 (Válio, 2016)¹⁰ e Física aula por aula (Barreto e Xavier, 2016)¹¹

3 TEORIA DA RELATIVIDADE PARA O ENSINO MÉDIO

A teoria da relatividade trouxe uma concepção de universo físico muito diferente da concepção clássica, e isso se refletiu em um novo entendimento dos conceitos de tempo, espaço e matéria (VÁLIO, 2016).

As concepções de espaço e tempo absolutos foram modificadas pelos princípios da Teoria da Relatividade Restrita. Através da Teoria da Relatividade Geral surgiu nova teoria sobre a gravitação esta propunha que o espaço é curvo explicando a existência de buracos negros e a expansão do universo (YAMAMOTO; FUKU, 2016).

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO-CIENTÍFICO

A Física clássica, no começo do século XX, apresentava explicação para ocorrência de fenômenos mecânicos como: movimento planetário, quedas dos corpos. A Física mostrava que o tempo e espaço eram absolutos e independentes, onde o referencial não influencia em suas determinações, ou seja, “as medidas do tempo e espaço seriam sempre as mesmas embora medidas de

⁷ Programa Nacional do Livro Didático

⁸ YAMAMOTO, Kazuhito; FIKE, Luiz Felipe. Física Para o Ensino Médio. Vol. 3: Eletricidade, física moderna. 4 ed. São Paulo. Saraiva, 2016.

⁹ PIETROCOLA, Mauricio [et. al.]. Física em contextos. 1. Ed. São Paulo: Editora Brasil, 2016.

¹⁰ VÁLIO, Adriana Benetti Marques. Ser Protagonista: Física 3º Ano. 2. Ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

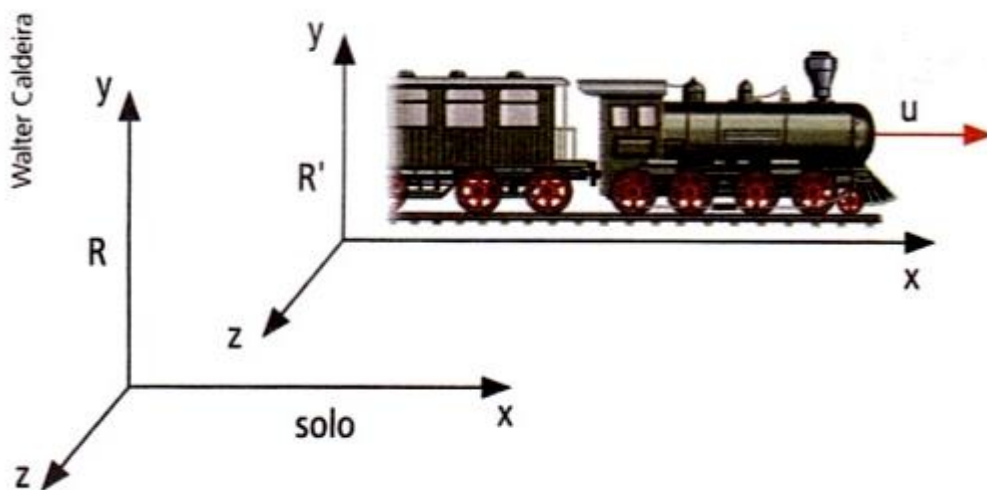
¹¹ BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. Física Aula por Aula: Eletromagnetismo, física moderna. 3.ed. São Paulo: FDT, 2016.

referenciais diferentes” (SILVA, 2016) embora esses referenciais estivessem se movimentando.

Um dos pioneiros no estudo da relatividade do movimento foi Galileu Galilei (1564-1642), ao estudar o movimento dos corpos celestes e de objetos na superfície da Terra propôs o chamado princípio da inércia, segundo o qual um “objeto inicialmente em repouso ou em movimento retilíneo uniforme permanecerá nesse estado a menos que submetido à ação de uma força externa” (BARRETO; SILVA, 2016). Para ambos, objeto em repouso ou em movimento, as leis da Física são iguais, esta definição é denominada o princípio da relatividade de Galileu.

Na figura 3 está representado dois referenciais, um em movimento e outro em repouso R e R'. Para Galileu a velocidade de um corpo depende de qual referencial é adotado para medi-la. Assim, as velocidades determinadas por R e R' poderão ter divergência.

Figura 3: Representação dos sistemas de referência R e R'



Fonte: Barreto e Silva (2016, p. 202).

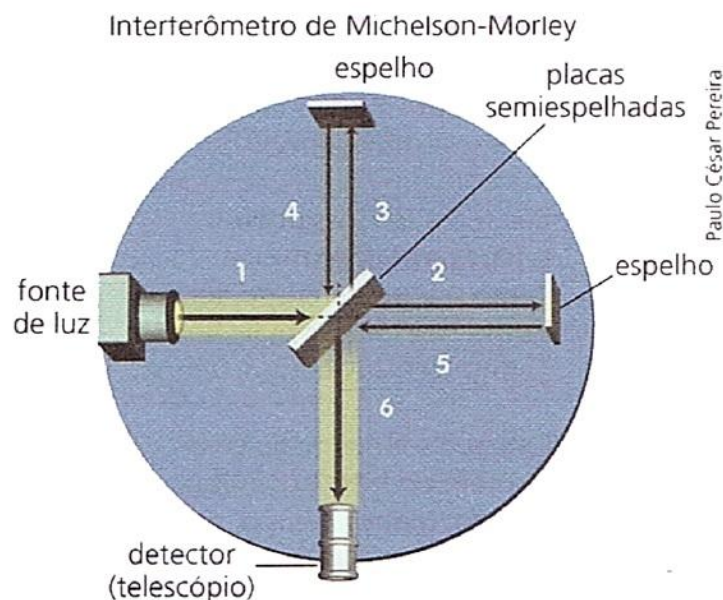
As leis Física são as mesmas, tanto para R que esta em repouso como para R' que esta em movimento. Quando um referencial realiza um movimento uniforme e retilíneo, o denominamos como referencial inercial (BARRETO; SILVA, 2016).

Durante o século XIX, cientistas ao estudarem as ondas sonoras e considerando os fenômenos eletromagnéticos como tipos de onda determinaram que as ondas eletromagnéticas necessitam de um meio material para se propagar assim com as ondas mecânicas. Nesse contexto a luz sendo uma onda necessitaria desse meio para se propagar do Sol a Terra, esse material preencheria todo o universo. Este foi denominado Éter ou Éter Lumionoso (PIETROCOLA, 2016).

James Clerk Maxwell (1831-1879) em meado dos anos de 1860 apresentou ao mundo científico seus estudos sobre os fenômenos eletromagnética, de acordo com suas pesquisas esse fenômenos se propagam com velocidade finita. Maxwell em seus estudos concluiu que a velocidade de uma onda eletromagnética tem valor igual da onda de luz, assim, a luz passou as ser caracterizada como uma onda eletromagnética (VÁLIO, 2016)

No ano de 1887, “Albert Abraham Michelson (1852-1931) e Edward Williams Morley (1838-1923) haviam produzido a primeira evidência forte de que o éter não existia” (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 235). Em seus experimentos estabeleceram que a velocidade da luz se matinha constante em qualquer direção que fosse medida, sendo desnecessário considerar o movimento da Terra. Para esse experimento, utilizaram o aparelho de interferência proposto por Michelson em 1881 (figura 4). Michelson e Morley realizaram esse experimento repetidas vezes alternando suas variáveis como locais, épocas e técnicas, no entanto sempre com os mesmos resultados, a velocidade da luz não dependia de um meio material, o que contrariava as ideias iniciais de seus realizadores quanto a necessidade do éter luminoso para a luz se propagar. Por sua dedicação Michelson recebeu o prêmio Nobel de Física de 1907 (YAMAMOTO; FUKU, 2016).

Figura 4: Aparelho utilizado no experimento de Michelson-Morley



Fonte: Yamamoto e Fuke (2016, p. 235)

3.1.1 1905 “Annus Mirabilis”

Em 1905, Albert Einstein (1879-1955) teve quatro artigos publicados pelo periódico alemão *Annalen der Physik* (<http://myweb.rz.uni-augsburg.de/~eckern/adp/history/Einstein-in-AdP.htm>).

O primeiro relatava sobre o efeito fotoelétrico fenômeno em que raio de luz quando incidido sobre determinadas superfícies arrancar elétrons. Einstein recebeu o prêmio Nobel de 1921 por seu estudo sobre esse fenômeno quântico.

O segundo artigo tratava do movimento browniano, que se refere ao movimento de uma partícula quando imersa em um líquido. Einstein propôs que as partículas estavam em constante movimento devido à colisão desordenadas entre elas e as partículas do líquido. Esse estudo teve grande contribuição na determinação do número de Avogadro (BARRETO; SILVA, 2016).

“Sobre a eletrodinâmica de corpos em movimento” como foi intitulado seu terceiro artigo, nesse estão presentes as bases de sua Teoria da Relatividade. O quarto artigo tratava sobre a inércia dos corpos e sua energia e tem como título “A inércia de um corpo depende de seu conteúdo de energia?” nele é apresentado a relação entre massa e energia.

3.2 TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA DE EINSTEIN

Einstein em 1905 apresentou sua teoria denominada Teoria da Relatividade Especial ou Restrita. “A teoria da Relatividade encontra seu alicerce em dois postulados: princípio da relatividade e princípio da constância da velocidade da luz” (BARRETO; SILVA, 2016, p. 204).

3.2.1 Postulados

3.2.1.1 Primeiro postulado

As leis da Física são as mesmas em qualquer referencial inercial;

Para Einstein, não existe um sistema de referência universal, assim observador em sistemas de referencial inercial diferentes observam fenômenos físicos da mesma maneira (BARRETO; SILVA, 2016). “Esse postulado é uma afirmação de invariância¹², e confirma a independência das leis da natureza em relação ao ponto de vista do observador” (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 238).

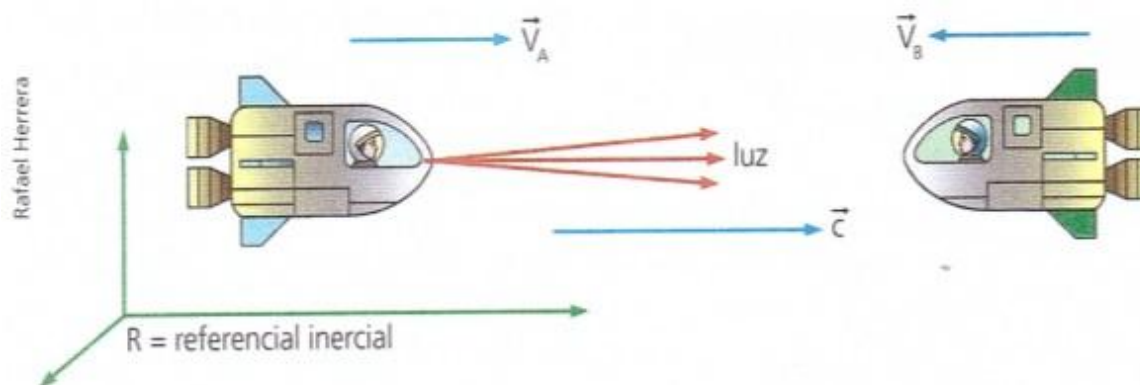
3.2.1.2 Segundo postulado

A velocidade da luz é constante em qualquer referencial inercial, independentemente de a fonte emissora estar ou não em movimento.

Einstein nesse postulado afirma que a velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor para qualquer observador este estando em movimento ou em repouso. A velocidade da luz no vácuo tem valor 299 792 458 m/s é um limite universal e intransponível. Nenhum corpo pode, em situação alguma, se mover com velocidade superior à da luz no vácuo (VÁLIO, 2016). Na figura 5, estão representadas duas naves uma de encontro a outra, ambos os astronautas veem as naves se aproximando com velocidade composta pela soma das duas aeronaves.

¹² O nome que Einstein deu a seu trabalho foi Teoria dos Invariantes (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 238)

Figura 5: Feixe de luz se deslocando da nave A para a nave B



Fonte: Fonte: Yamamoto e Fuke (2016, p. 238)

No entanto, embora as naves estejam em movimento relativo uma em relação à outra, a velocidade da luz tem o mesmo valor c medido em relação as aeronaves (YAMAMOTO; FUKU, 2016).

3.2.2 A relatividade da simultaneidade

Levando em consideração os conceitos da teoria da relatividade especial, simultaneidade é um conceito relativo, dependendo da velocidade relativa de seus observadores. Para Einstein “é improvável que dois observadores concordem sobre o instante de tempo em que ocorreu um evento a que estejam assistindo” (BARRETO; SILVA, 2016, p. 205).

3.2.3 As transformações da relatividade de Einstein

Com o advento da ideia de constância da velocidade da luz as transformadas de Galileu Galilei fossem modificadas. Hendrik Lorentz (1853-1928) formulou um conjunto de equações para fazer a correspondência entre as equações de um referencial para outro. Essas transformações relacionam as medidas da posição e do tempo feita por observadores em cada um dos referenciais (VÁLIO, 2016). São elas respectivamente:

$$x' = \gamma (x - ut) \text{ e } t' = \delta \left(t - \frac{ux}{c^2} \right) \quad (1)$$

Em que os coeficientes γ e δ são definidas pelas expressões:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \text{ e } \delta = \frac{1}{1-\frac{u^2}{c^2}} \quad (2)$$

“Quando um corpo apresenta velocidade cujos valores são muito pequenos em relação à velocidade da luz, os valores de γ e δ ficam muito próximos de 1” (BARRETO; SILVA, 2012, p. 209).

3.2.4 Dilatação do Tempo

Pelos postulados da Teoria da Relatividade Restrita, o tempo é relativo. “Assim, cada observador inercial tem seu “próprio tempo”, e esse tempo transcorre mais lentamente para um observador que se move do que para um que permanece em repouso” (VÁLIO, 2016, p. 255).

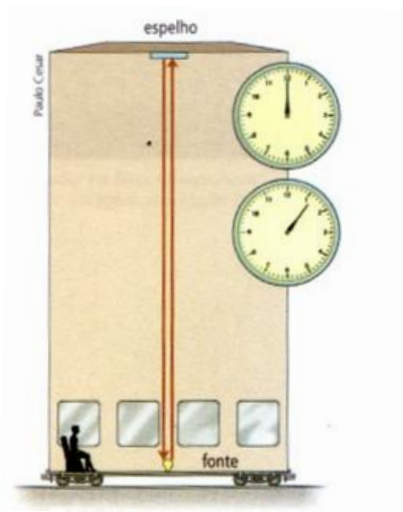
Para exemplificar tal ideia, veremos uma situação hipotética descrita no livro Aula por Aula de Barreto e Silva (2016) um “Gedanken Experiments”¹³ ou, experimento de pensamento.

“Imagine um trem viajando a 240 000 km/s, cujos vagões têm 900 000 km de altura. Há uma lanterna que está no chão do vagão apontada para o teto, onde há um espelho, pisca e, no mesmo instante, um cronômetro é disparado. Um passageiro dentro do vagão observa a luz subir e descer na vertical.”. (BARRETO; SILVA, 2016, p. 209)

Levando em consideração que o passageiro dentro do trem (figura 6) observa o raio de luz descrever uma trajetória de subida e descida, e ainda, que a velocidade da luz nesse evento é aproximadamente 300 000 km/s. Aferimos que o tempo necessário para o raio subir e descer é de 6 segundo, descrito no calculo a seguir.

¹³ Einstein “testava” suas hipóteses pensando em experimentos hipotéticos, possíveis em princípios. (YAMAMOTO e FUKU, 2016, p. 240)

Figura 6: Representação da trajetória da luz observada pelo passageiro do trem.

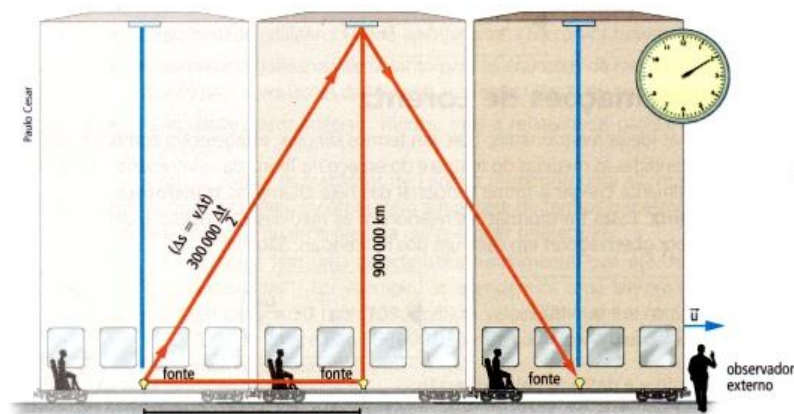


Fonte: Barreto e Silva (2016)

$$\Delta t = \frac{900\,000 + 900\,000}{300\,000} = \frac{1\,800\,000}{300\,000} = 6\text{ s}$$

Porem, se um observado externo, vendo o mesmo evento medir o tempo que o raio de luz demora em subir e descer, este medirá um tempo de 10 segundos, pois para ele o raio descreve os lados de um triângulo como mostra a figura 7. Utilizando o teorema de Pitágoras e fazendo as devidas considerações matemáticas encontramos o valor de 10 s.

Figura 7: Representação da trajetória da luz observada por um observador externo



Fonte: Barreto e Silva (2016)

$$(1,5 \cdot 10^2 \Delta t)^2 = (1,2 \cdot 10^5 \Delta t)^2 + (9,0 \cdot 10^5)^2$$

$$2,25 \Delta t^2 = 1,44 \Delta t^2 + 81$$

$$0,81 \Delta t^2 = 81$$

$$\Delta t^2 = 100$$

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

Concluimos que para o observador fora do trem o tempo a luz leva 4 s a mais para subir e descer que o tempo medido por um observador no interior do trem. Fato que explicita a dilatação do tempo (BARRETO; SILVA, 2016)

A dilatação do tempo pode ser expressa pela fórmula:

$$\Delta t' = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \text{ ou } \Delta t' = \gamma \Delta t_0 \quad (3)$$

Onde:

$\Delta t'$ é o intervalo de tempo no referencial que observa o “evento” em movimento.

Δt_0 é o intervalo de tempo no referencial do evento, chamado tempo próprio.

u é a velocidade de deslocamento do referencial móvel.

c é a velocidade da luz no vácuo.

“Na relatividade, a velocidade relativa u entre dois referenciais deve ser sempre menor que c ” (PIETROCOLA, 2016, p.188).

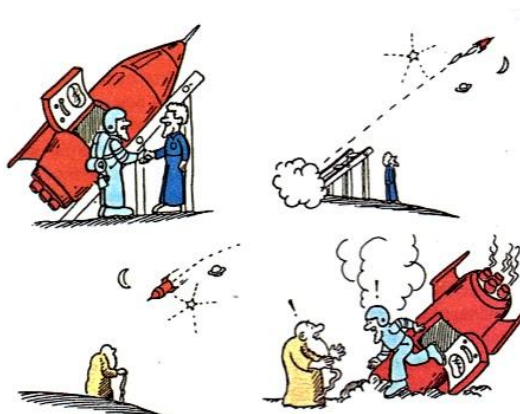
3.2.5 Paradoxo dos gêmeos

Em 1911, para explicar os efeitos da dilatação temporal, o físico francês Paul Langevin (1872-1946), propôs uma situação imaginária com dois irmãos gêmeos. Um deles faria uma viagem em uma nave que se moveria com velocidade próxima a da luz e o outro permaneceria no local de nascimento. Após retorna da viagem e reencontra o irmão, ambos teriam idades diferentes, assim um estaria mais velho que outro, o gêmeo que viajou estaria mais novo (PIETROCOLA, 2016).

A assimetria no envelhecimento dos irmãos ocorreu devido ao fato do irmão que ficou ter se mantido em movimento em relação a um único referencial inercial, e irmão viajante ter mudado de referenciais durante seu deslocamento

(VÁLIO, 2016). A figura 8 ilustra a situação descrita nesse experimento de pensamento.

Figura 8: Paradoxo dos gêmeos, cada observador tem sua própria medida de tempo.

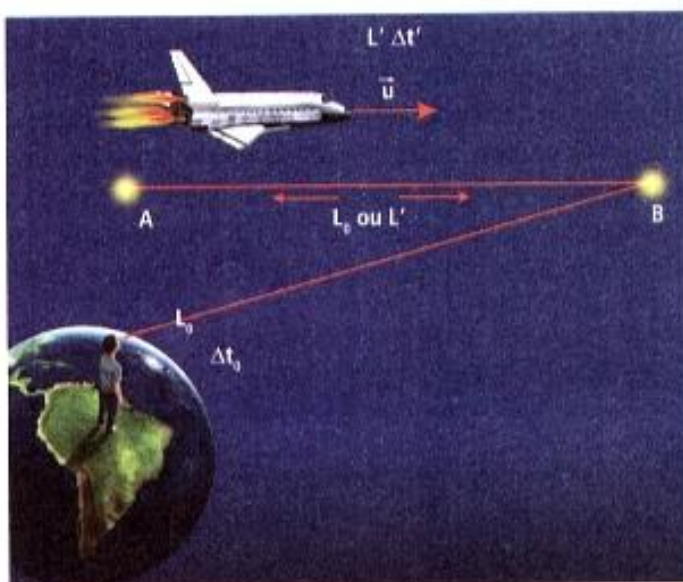


Fonte: Gonçalves Filho e Toscano (2016)

3.2.6 Contração do espaço

Dos princípios da relatividade restrita, a distância entre dois pontos sofre variação dependendo do referencial adotado para realizar sua medição. Para exemplificar esse fenômeno de contração do espaço, consideremos uma nave em deslocamento entre duas estrelas e observada por dois observadores distintos um dentro da nave e outro em repouso na Terra (figura 9). A nave está a uma velocidade u próxima a da luz (PIETROCOLA, 2016)

Figura 9: O deslocamento de uma nave entre duas estrelas



Walter Caldeira

Fonte: Barreto e Silva (2016, p. 211)

Ao medir a distância L_0 entre as duas estrelas, um observador na Terra medirá da seguinte maneira:

$$L_0 = u \Delta t' \rightarrow \Delta t' = \frac{L_0}{u} \quad (4)$$

À distância L' é o espaço percorrido na visão do observado dentro da nave, dada por:

$$L' = u \Delta t_0 \rightarrow \Delta t_0 = \frac{L'}{u} \quad (5)$$

De acordo com a equação (3) as equações (4) e (5) podem ser relacionadas da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \Delta t' &= \gamma \Delta t_0 \\ \frac{L_0}{u} &= \gamma \frac{L'}{u} \\ L' &= \frac{L_0}{\gamma} \text{ ou } L' = L_0 \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}} \end{aligned} \quad (6)$$

Na expressão:

L' é o comprimento (distância) no referencial que se observa o “evento” em movimento.

L_0 é o comprimento (distância) no referencial fixado no “evento”, denominado comprimento próprio.

Assim podemos enunciar que:

Assim, podemos concluir que objetos em movimento sofrem uma contração em uma dimensão (comprimento) na direção desse movimento em relação ao comprimento que tem quando medido em repouso (YAMAMOTO; FUKU, 2016).

3.2.7 A relatividade das velocidades

Os efeitos da Teoria da Relatividade alteram a noção de tempo e espaço, classicamente a relação entre essas duas grandezas é a velocidade. Nesse contexto a velocidade também sofre efeitos relativísticos. Adotando dois sistemas

de referência inerciais R e R', em que R' se desloca com velocidade u em relação ao sistema de referência inercial R. Suponha agora um corpo em movimento com velocidade v' (na mesma direção de u) com relação ao referencial R' (BARRETO; SILVA, 2010).

De acordo com a relatividade de Galileu Galilei a velocidade do corpo é dada por:

$$v = v' + u \quad (7)$$

Pela Teoria da Relatividade Restrita a velocidade da luz é um limite universal intransponível. Assim, para Einstein a velocidade é expressa por:

$$v = \frac{v' + u}{1 + \frac{v'u}{c^2}} \quad (8)$$

“Se o produto $v'u$ for muito pequeno em relação a c (velocidade da luz), a expressão de Einstein assume a forma da expressão desenvolvida por Galileu” (BARRETO; SILVA, 2010, p. 337).

3.2.8 Massa e energia

Em decorrência dos postulados da Relatividade Especial, A Física Moderna relaciona a massa relativística de um corpo com sua velocidade (YAMAMOTO; FUKU, 2016). A massa de uma partícula em repouso em relação a um referencial inercial é conhecida como massa de repouso representada por m_0 . Quando um está em movimento com velocidade u sua massa, de acordo com as ideias de Einstein, passa a ser definida por:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \text{ ou } m = \gamma m_0 \quad (9)$$

Quando o valor da velocidade de um corpo tende ao da velocidade da luz sua massa tende ao infinito. “Massa não é quantidade de matéria. Por tanto, o que aumenta com a velocidade não é a quantidade de matéria, mas a massa que

mede a inércia do corpo” (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 242). Na teoria da Relatividade Especial, a relação massa-energia é expressa pela relação:

$$E_0 = m_0c^2 \quad (10)$$

Em que E_0 representa a energia medida no referencial de repouso da massa (m_0).

“Essa equação implica que a massa pode ser convertida em energia, e vice-versa” (VÁLIO, 2016, p. 256). Por esta definição mesmo em repouso corpos apresentam grandes quantidades de energia, que é denominada energia de repouso do corpo (BARRETO; SILVA, 2016). Quando um corpo está em movimento, sua energia total E é a soma de sua energia de repouso E_0 com sua energia cinética E_c .

$$E = E_0 + E_c \quad (11)$$

3.3 TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL DE EINSTEIN

Em 1915, Einstein propôs a teoria da relatividade geral, que substituiu a teoria da gravitação universal proposta por Newton. A teoria da relatividade geral descreve a interação gravitacional entre quaisquer corpos do Universo, inclusive aquelas geradas por superaglomerados de galáxias.

A gravidade é uma manifestação da curvatura do espaço-tempo. Essa curvatura é produzida pela quantidade de massa-energia no espaço-tempo.

A teoria da relatividade geral baseia-se nos princípios expostos a seguir.

- Princípio geral da relatividade. As leis físicas da natureza são as mesmas para qualquer observador, esteja em movimento ou em repouso;
- Princípio da covariância geral. As leis da Física têm a mesma forma em todos os sistemas de coordenadas;
- Princípio da invariância local de Lorentz. As leis da relatividade se aplicam localmente para todos os observadores inerciais.
- O movimento inercial é um movimento geodésico, ou seja, curvilíneo. (VÁLIO, 2016, p.256)

A curvatura do espaço-tempo é criada pela distribuição da matéria-energia contida no próprio espaço-tempo. Essa relação é descrita pelas equações de campo de Einstein.

3.3.1 Três importantes contribuições da relatividade geral

A Teoria da Relatividade Geral de Einstein é fundamental para a explicação de três fenômenos naturais.

1. A órbita do planeta Mercúrio. Esse planeta apresentava um avanço em seu periélio ao longo do tempo, cerca de 43' de arco por Século. A teoria da relatividade mostra que pelo fato de mercúrio estar mais próximo do Sol nesse ponto, efeitos particulares distorcem a métrica do espaço-tempo nessa região.

2. O desvio dos raios de luz por um campo gravitacional. A Luz emitida é desviada ao passar nas proximidades de um grande corpo massivo. Constatado em 1919 durante a observação de um eclipse solar na Ilha de Príncipe, no Golfo da Guiné, na África, e no Brasil, na cidade de Sobral, no Ceará.

3. Deslocamento do comprimento de onda da luz para o vermelho na presença de um campo gravitacional. O efeito Doppler da luz mostra que os astros ao se aproximarem da Terra sofrem efeito do blueshift, e se afastam pelo efeito *redshift*. A teoria da relatividade geral indica que o efeito gravitacional sobre o espaço deve gerar um desvio para o vermelho, como se o astro estivesse se afastando (PIETROCOLA, 2016).

Capítulo 4

METODOLOGIA

O ser humano procura conhecer e compreender o mundo que o rodeia. Ao longo dos séculos, desenvolveu sistemas que lhe permite produzir conhecimento sobre o mundo e o comportamento das pessoas, utiliza-se da ciência para compreender sua realidade e a veracidade dos fatos, para tanto é necessário a utilização de métodos que possibilitem chegar a esse conhecimento.

De acordo com Prodanov e Emani (2013) a Metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade. Nesse sentido, para melhor compreensão da pesquisa apresentaremos a metodologia adotada, descrição da instituição onde foi desenvolvido, o tipo de pesquisa, os instrumentos, a coleta de dados, plano de análise e período de execução.

Segundo Gil (2008) A metodologia científica pode ser classificada levando-se em consideração diversos fatores como: o objetivo da pesquisa, a natureza da pesquisa, a escolha do objeto de estudo, técnica de coleta de dados e técnica de análise de dados.

Dessa forma a pesquisa realizada é de cunho descritivo com características qualitativo, utiliza como técnica de coleta de dados questionário e observação para uma análise estatística descritiva de um estudo de caso de amostragem probabilística.

De acordo com Gil (2008) as pesquisas descritivas têm como objetivo principal descrever características de determinadas populações ou fenômeno, esse tipo de pesquisa tem como característica a presença e utilização de técnicas padronizadas de coletas de dados. Ao lado da pesquisa exploratória, é o modelo de pesquisa mais solicitado pelas instituições educacionais.

A pesquisa qualitativa tem êxito na obtenção de dados descritivos através do contato direto do pesquisador com o fato estudado, tem mais importância o

processo do que o produto preocupando-se em apresentar as perspectivas dos participantes (BOGDAN; BIKLEN, 2003). A análise de dados tende a seguir indutivamente, pois a abordagem qualitativa trabalha os dados buscando seu significado.

São vários os procedimentos para a realização da coleta de dados, que variam de acordo com as circunstâncias ou com o tipo de investigação (LAKATOS; MARCONI, 2003). Sendo as mais utilizadas: a entrevista, o questionário, a observação e a pesquisa documental e bibliográfica.

Segundo Gil (2008) o questionário é uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas à pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas. A observação é parte fundamental para o estudo, é o uso dos sentidos com o objetivo na aquisição de conhecimento necessário à sua realização. Ao observar, os fatos são percebidos diretamente reduzindo a subjetividade presente no processo de investigação social.

As pesquisas sociais abrangem um universo de elementos tão grande que se torna impossível considerá-los em sua totalidade, por isso, utiliza uma amostra que é parte dos elementos que compõem o universo (GIL, 2008). A amostra deve ter elementos com a mesma característica do universo, o tamanho da amostra deve minimizar os custos de amostragem, por exemplo, uma amostra de cem alunos de uma população de 4.000 de uma determinada modalidade de ensino.

4.1 O LOCAL DA PESQUISA

O presente estudo foi realizado no CETI Deputada Francisca Trindade, localizada na Travessa Josias Leódido S/N – Centro – Buriti dos Lopes. A escola foi inaugurada no dia 20 de abril de 2005, no governo de José Wellington Barros de Araújo Dias – governador do estado do Piauí.

A escola funciona nos turnos manhã, tarde e noite com uma clientela diversificada. No turno manhã, há o atendimento prioritário para os alunos da própria sede em que nesse turno a distorção idade série é menos acentuada; no turno tarde, a grande maioria dos alunos é egressa da zona rural, dependendo do transporte público estadual. No turno noite, frequentam alunos, em sua maioria,

que trabalham no período da manhã, funcionando nas duas modalidades de ensino médio regular e educação de jovens e adultos.

O corpo docente da Unidade Escolar Deputada Francisca Trindade é composto de 42 professores das quais 27 efetivos e o restante contratado. Tem um quadro de funcionário com: 03 vigias, 01 secretário, 01 auxiliar de secretaria, 01 bibliotecária, 03 zeladores, 02 merendeiras. O corpo discente tem um total de 497 alunos divididos nos três turnos; pela manhã 296 (1º A, B, C e D, 2º A, B e C, 3º A e B), no turno tarde 70 (3º A e B) no turno noite 131 (1º U, 2º U e 3º U).

A estrutura física é constituída de 26 dependências, sendo: 08 salas de aula cada uma com um quadro de acrílico, 01 sala de direção com um computador de mesa, 01 sala da coordenação, 01 secretaria, 01 sala para professores, 01 biblioteca, 01 sala multiuso, 01 sala para grêmio estudantil, 01 cantina, 01 cozinha, 01 dispensa, 01 laboratório de informática, 03 depósitos, 01 banheiro masculino com 03 sanitários comuns e 01 adaptado a portadores de necessidades especiais, 01 mictório, 04 lavabos sem espelho, 02 chuveiros; 01 banheiro feminino contendo: 04 sanitários comuns e 01 adaptado a portadores de necessidades especiais, 01 mictório, 04 lavabos com espelho, 02 chuveiros; 02 banheiros para professores com 01 sanitário e 01 chuveiro cada e 01 pia com espelho em ambos. Além de uma quadra poliesportiva coberta e um pátio para realização de eventos extraclasse.

Nessa instituição de ensino são disponibilizados aos professores e agentes educacionais os seguintes itens pedagógicos: 03 notebooks, 03 Datashow, 01 DVD, 02 TVs tela plana, 04 caixas de som, 02 microfones sem fio, bem como estabilizadores e cabos necessário ao seu funcionamento e demais materiais inerentes a sua função.

4.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os participantes da pesquisa são alunos das séries finais da referida instituição num total de 52 alunos do ensino médio, sendo: 20 alunos do 3º “A” Manhã, 20 alunos 3º “B” manhã, 6 alunos do 3º “A” Tarde e 6 alunos 3º ”B” Tarde. Alunos com idades entre 16 e 18 anos.

A escolha das séries finais 3ª Série do ensino médio se justifica pelo fato de que o conteúdo trabalhado nessa pesquisa pertence a sua grade curricular, no caso Física Moderna – Relatividade. Esses conteúdos têm como objetivo de aprendizagem: Diferenciar as concepções de Espaço e Tempo na Mecânica Clássica e na Teoria da Relatividade e suas consequências na solução de situações-problema (BNCC, 2018). Nas figuras 10, 11 e 12 apresentam o momento da aplicação do produto educacional. Na figura 10 o professor pesquisador observa atento o desenvolvimento da atividade, servindo como suporte caso necessite.

Figura 10: Momento da aplicação e avaliação do produto educacional



Fonte: Autoria própria

Nas figuras 11 e 12 os participantes jogam respectivamente em dupla e em grupo de quatro pessoas, mostrando as maneiras possíveis de ser utilizado o jogo em sala de aula.

Figura 11: Alunos jogando em dupla



Fonte: Autoria própria

Figura 12: Alunos jogando em grupo



Fonte: Autoria própria

4.3 INSTRUMENTOS

A coleta de dados, foi realizada por meio de questionário aplicado após a aplicação do jogo e observação não-estruturada ou assistemática durante a realização da atividade. Segundo Lakatos e Marconi (2003) nesse tipo de observação o pesquisador tem finalidade com o grupo, no entanto não faz

anotações perante o grupo e durante os acontecimentos. Além do questionário e a observação, o Jogo Teoria da Relatividade também foi utilizado como instrumento de coleta de dados.

4.3.1 Questionário

Para a pesquisa de opinião dos alunos sobre o jogo, foi aplicado um questionário com 10 afirmações utilizando a escala Likert. Segundo Nogueira (2002).

A escala de Likert, que consiste de uma série de afirmações a respeito de um determinado objeto. Para cada afirmação há uma escala de cinco pontos, correspondendo nos extremos a "concordo totalmente" e "discordo totalmente". Uma aplicação típica apresenta um número de afirmações em torno de 20, com escala de resposta de 1 a 5. (NOGUEIRA, 2002, p. 05)

A escala likert permite avaliar a aceitação dos participantes da pesquisa em relação ao jogo, através de afirmações positivas e negativas sobre este.

4.3.2 Observação

Segundo os meios utilizados, a observação pode ser estruturada ou não estruturada. Segundo o grau de participação do observador, pode ser participante ou não participante (GIL, 2008). A observação feita nesta pesquisa será não estruturada e participante, o professor pesquisador fez anotações no seu diário de campo, não intervindo nas estratégias dos sujeitos da pesquisa, salvo quando estritamente necessário.

4.3.3 Produto educacional

4.3.3.1 O Jogo “Teoria da Relatividade”: Ideias iniciais e sua concepção

Na rede pública de ensino estadual, percebemos uma carência no ensino de Física Moderna no Ensino Médio, essa deficiência poderia esta relacionada a dois aspectos: a pouca carga horaria dedicada as aulas de Física na 3ª Série (3 aulas semanais) ou a indisponibilidade de material pedagógico com os temas da

Física Moderna. Com a disseminação e facilidade do acesso a internet, percebemos que os alunos começaram a questionar, com mais frequência, conceitos da Física Moderna que lhe eram mostrados em filmes, documentários, programas de TV.

De início, a proposta era a criação de um app que englobasse todos os temas da Física Moderna. Amadurecendo a ideia com pesquisas e o auxílio do orientador, optamos por um jogo no estilo tabuleiro com a tema Mecânica Quântica que foi intitulado *“Proposta Para O Ensino De Mecânica Quântica Na 3 Série Do Ensino Médio Utilizando O Jogo Trilha Quântica”* este artigo foi apresentado em 2017 no SNEF realizado em São Carlos/SP. A participação nesse evento foi vital ao aperfeiçoamento e modificação do jogo.

Mais uma vez, junto ao orientador, modificamos a temática do jogo que, então beneficiaria os conceitos sobre a Teoria da Relatividade. Iniciamos com uma pesquisa bibliográfica nos livros didáticos disponibilizados aos alunos e naqueles que foram enviados para serem agraciados na escolha do livro didático para o triênio 2018 a 2020. Para a concepção do jogo foram utilizados recursos de informática e materiais de papelaria como cartolina, dados entre outros. Foram realizados alguns testes com alunos do ensino médio para nortear alguma alteração necessária no jogo para torna-lo mais atrativo e interativo.

A ideia para o uso de atividades lúdicas na escola tem como objetivo inicial potencializar a participação, interação e motivação dos alunos frente aos conceitos estudados. O uso de jogos educativos beneficia o ensino, pois acreditamos que a escola precisa de propostas inovadoras que auxiliem a concretização dos objetivos da educação no ensino-aprendizagem.

4.3.3.2 Revelando o “JOGO”

O jogo “Teoria da Relatividade” é formado por: dois dados, dez cartas amarelas, dez cartas azuis e vinte cartas vermelhas, no total de 40 cartas, um tabuleiro com quarentas casas, um manual de instruções e quatro peões. A forma do tabuleiro tem inspiração no jogo Monopoly criado em 1934 por Charles Brace Darrow (MUNDODASMARCAS, 2018).

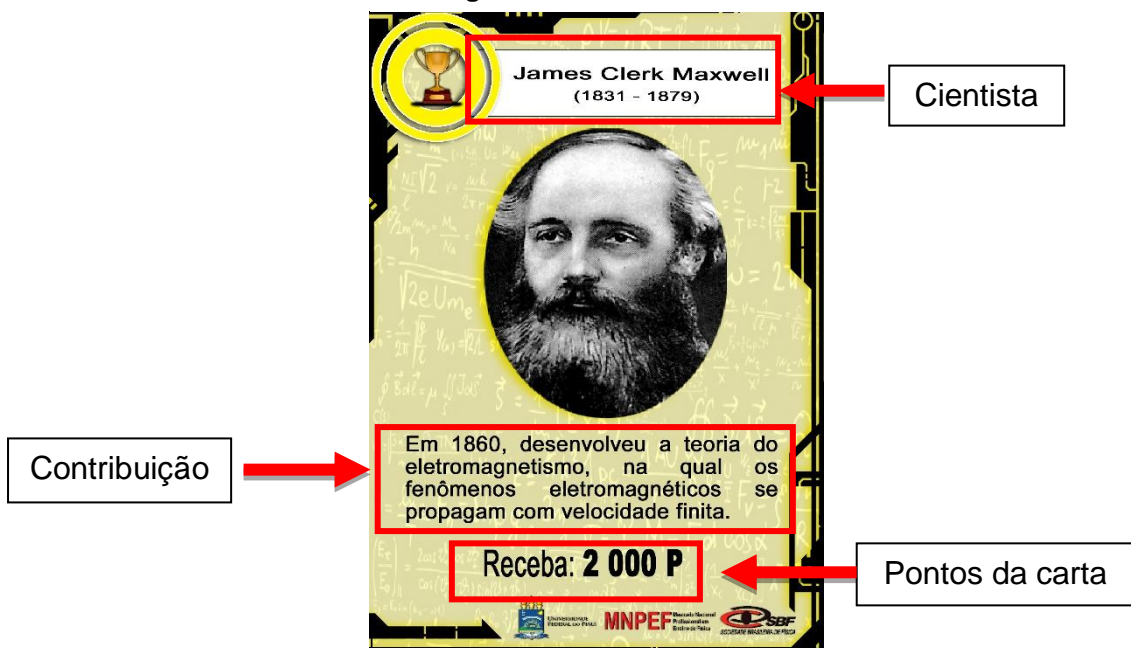
Figura 13: Tabuleiro do Jogo Teoria da Relatividade



Fonte: Autoria própria

Nas cartas amarelas está contido o nome do cientista, suas principais contribuições e o valor de cada carta (figura 14). Na tabela 1 estão descritas as principais informações de cada carta amarela.

Figura 14: Carta amarela



Fonte: Autoria própria

Tabela 1: Descrição das Cartas Amarelas

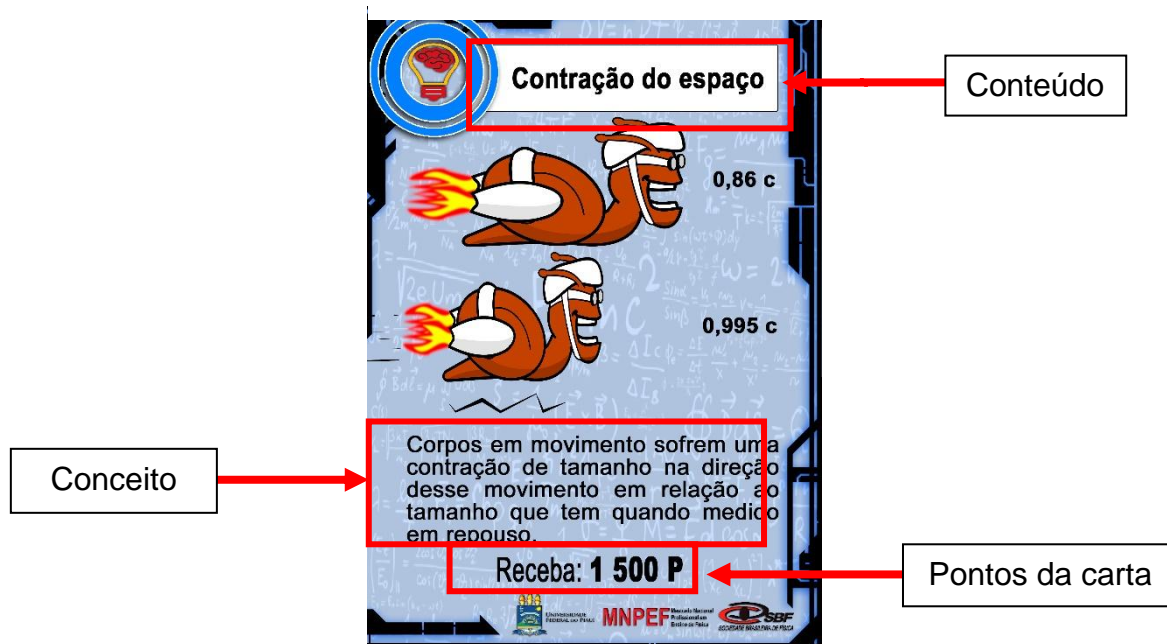
Título	Descrição	Valor
James Clerk Maxwell	Em 1860, desenvolveu a teoria do eletromagnetismo, na qual os fenômenos eletromagnéticos se propagam com velocidade finita.	2 000 P
Hendrik Antoon Lorentz	Físico holandês, desenvolveu a teoria clássica do elétron e a interação da radiação eletromagnética com a matéria, tendo previsto o efeito de Zeeman (clássico) e inventado a transformação de coordenadas que viriam a ser deduzidas pela teoria da relatividade restrita.	2 000 P
Galileu Galilei	Um dos primeiros a fazer referência a ideia de relativizar o movimento. Segundo suas ideias o movimento de qualquer corpo está sujeito às mesmas leis. Surge os referenciais inerciais.	2 000 P
Albert Abraham Michelson	Físico norte-americano, mais conhecido por seus trabalhos com a medição da velocidade da luz e pelo Experimento de Michelson-Morley. Foi o primeiro americano a receber o Prêmio Nobel de Física em 1907.	2 000 P
Albert Einstein	Nasceu em 14 de março de 1879 em Ulm na Alemanha, e faleceu em 18 de abril de 1955, no hospital Princeton, no Estados Unidos.	1 500 P
Albert Einstein	Em 1905, teve quatro artigos publicados pelo periódico alemão Annalen der Physik. O primeiro tratava do efeito fotoelétrico; o segundo artigo fazia referência ao movimento browniano; o terceiro artigo, intitulado "Sobre a eletrodinâmica de corpos em movimento" e o quarto "A inércia de um corpo depende de seu conteúdo de energia?"	2 000 P
Albert Einstein	Prêmio Nobel de Física de 1921. Por seu trabalho que contém a explicação quântica de como a radiação eletromagnética interage com a matéria (efeito fotoelétrico), publicado em seu artigo intitulado "Sobre um ponto de vista heurístico a respeito da produção e transformação da luz" de 9 de junho de 1905.	2 000 P
Albert Einstein	Em 26 de dezembro de 1905 publicou seu artigo "Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento" que contém a teoria da relatividade restrita e especial. Em novembro de 1915, Einstein completou a teoria geral da relatividade,	2 000 P

	que ele considerou sua obra-prima.	
Albert Einstein	<p>1. Na década de 20, Einstein lançou a nova ciência da cosmologia. Suas equações diziam que o universo era dinâmico;</p> <p>2. Se tornou cidadão norte-americano em 1940;</p> <p>3. Morreu em 18 de abril de 1955, aos 76 anos. Durante a autópsia, Thomas Stoltz Harvey removeu o cérebro de Einstein para preservação e estudo.</p>	2 000 P
Jules Henri Poincaré	<p>Reconhecido como co-descobridor da teoria relatividade. Em 1902, Poincaré escreveu:</p> <p>1. Não existe espaço absoluto, nós apenas concebemos movimentos relativos;</p> <p>2. Não existe tempo absoluto; dizer que duas durações são iguais é uma afirmação que não tem qualquer sentido.</p>	1 500 P

Fonte: Autoria própria

A figura 15 mostra as cartas azuis, nelas são apresentados os conteúdos e conceitos sobre a teoria da relatividade e a sua pontuação no jogo. A tabela 2 apresenta os conteúdos das demais cartas azuis, seus conceitos e o valor de cada uma.

Figura 15: Carta azul



Fonte: Autoria própria

Tabela 2: Descrição das Cartas Azuis

Título	Descrição	Valor
Teoria da Relatividade	A velocidade da luz é constante em qualquer referencial inercial, independentemente de a fonte emissora estar ou não em movimento. Possui a velocidade no vácuo de 299 792 458 m/s. O valor da velocidade da luz no vácuo é considerado como um limite universal, intransponível.	1 500 P
Teoria da Relatividade	As leis da Física são as mesmas em qualquer referencial inercial. Einstein nega a exigência de um sistema de referência universal, de modo que os observadores em sistemas de referência inercial diferentes devem observar um fenômeno físico da mesma maneira.	1 500 P
Relatividade de Galileu	O movimento de qualquer corpo está sujeito às mesmas leis, tanto num sistema de referência que está em repouso quanto num sistema de referência que se desloca em movimento uniforme e em linha reta (chamados de referenciais inerciais).	1 500 P
Experimento Crucial	Em 1887, os cientistas norte-americanos Albert Abraham Michelson (1852-1931) e Edward Willian Morley (1838-1923) estabeleceram com relativa precisão que a velocidade da luz se mantinha constante em qualquer direção que fosse medida, não dependendo do movimento da Terra contrariando as ideias que os cientistas tinham do éter lumífero.	1 500 P
Ondas eletromagnéticas	Por volta de 1860, James Clerk Maxwell (1831-1879) desenvolveu sua teoria do eletromagnetismo, na qual os fenômenos	1 500 P

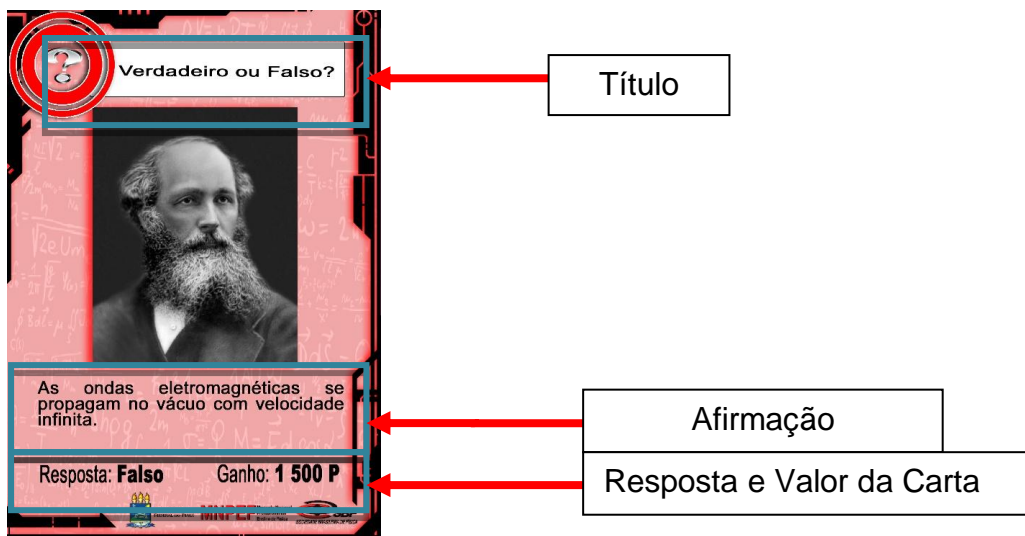
	eletromagnéticos se propagam com velocidade finita, a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo equivale à velocidade da luz 300 000 km/h ou $3 \cdot 10^8$ m/s.	
Efeito fotoelétrico	Em 1905, Albert Einstein, explicou o fenômeno e as propriedades “estranhas” do efeito que era causado pela incidência de luz sobre uma superfície metálica. Suas conclusões sobre o efeito fotoelétrico lhe renderam o Prêmio Nobel em 1921.	1 500 P
Dilatação do tempo	Uma das consequências dos postulados da Teoria da Relatividade especial é que o tempo é relativo, ou seja, dois observadores, em movimento relativo, podem obter valores diferentes para a duração de um mesmo evento.	1 500 P
Curvatura espaço-tempo	Em 1915, Einstein propôs a teoria da relatividade geral, que substituiu a teoria da gravitação universal proposta por Newton. A gravidade é uma manifestação da curvatura do espaço-tempo. Essa curvatura é produzida pela quantidade de massa-energia no espaço-tempo.	1 500 P
Contração do espaço	Corpos em movimento sofrem uma contração de tamanho na direção desse movimento em relação ao tamanho que têm quando medido em repouso.	1 500 P
Transformações de Lorentz	Homenagem ao físico neerlandês Hendrik Lorentz, descrevem como, de acordo com a relatividade especial, as medidas de espaço e tempo de dois observadores se alteram em cada sistema de referência. Quando a velocidade do corpo é muito pequena em relação à velocidade da luz	1 500 P

elas se assemelham as transformadas de Galileu.

Fonte: Autoria Própria

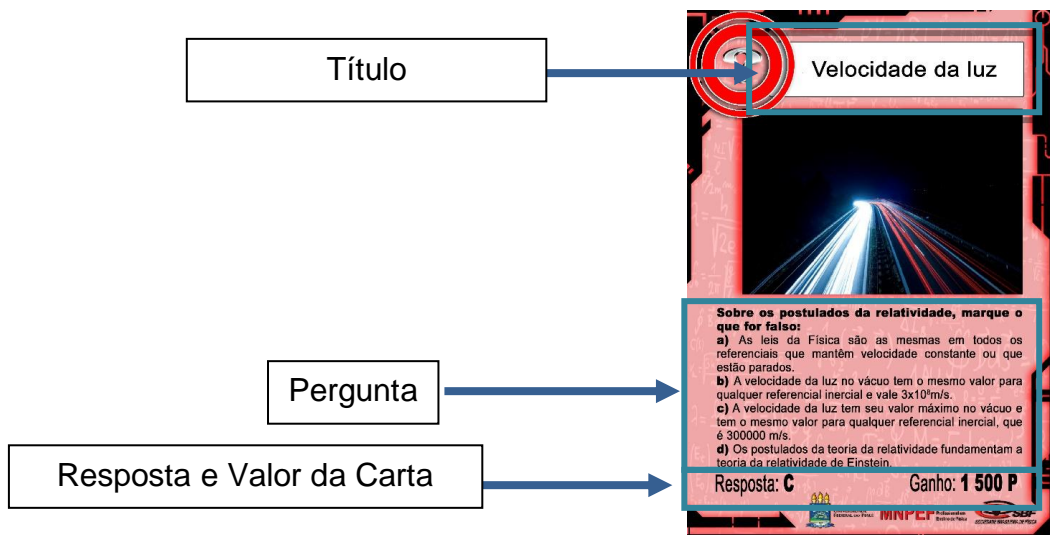
Nas figuras 16 e 17, são apresentadas de forma detalhada as cartas vermelhas. Nas cartas vermelhas são apresentados os questionamentos sobre a Teoria da Relatividade, questões com mais um nível crescente de dificuldade desta forma, contribuíram para o fortalecimento dos subsunçores. Essas questões são de múltipla escolha e verdadeiro ou falso. Trazem o nome do conteúdo abordado na carta, a questão e a pontuação. Na tabela 3 estão dispostas as questões de cada carta.

Figura 16: Cartas Vermelhas Tipo 1



Fonte: Autoria própria

Figura 17: Cartas Vermelhas Tipo 2



Fonte: Autoria própria

Tabela 3: Descrição das Cartas Vermelhas

Título	Descrição	Valor
Relatividade	<p>Sobre a teoria da relatividade, qual a alternativa verdadeira?</p> <p>a) o tempo é uma grandeza absoluta.</p> <p>b) Para objetos na velocidade da luz ocorre a contração do tempo.</p> <p>c) Para objetos na velocidade da luz ocorre a contração do comprimento.</p> <p>d) Para objetos na velocidade da luz ocorre a dilatação dos comprimentos.</p> <p>Resposta: C</p>	1 500 P
Relatividade	<p>(UNIFOR-CE) Sobre a Teoria da Relatividade quais afirmações são verdadeiras?</p> <p>I. Corpos em movimento sofrem contração na direção desse movimento em relação ao tamanho que possuem quando medidos em repouso.</p> <p>II. Um relógio em movimento funciona mais lentamente que o relógio em repouso.</p> <p>III. A velocidade de qualquer objeto em relação a qualquer referencial não pode ser maior que a velocidade da luz no vácuo.</p> <p>Resposta: Todas</p>	1 500 P
Relatividade	<p>(UFPR-RS) De acordo com seus conhecimentos sobre Física Moderna e as informações dadas, está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s).</p> <p>I. O tempo transcorre da mesma maneira em qualquer referencial inercial, independente de sua velocidade.</p> <p>II. o comprimento dos corpos diminui na direção do movimento.</p> <p>III. Quando a velocidade de um corpo tende à velocidade da luz (c), sua massa tende ao infinito.</p> <p>Resposta: II e III</p>	1 500 P
Relatividade	<p>(UEG-GO) Qual das afirmativas a seguir é correta para a teoria da relatividade de Einstein?</p>	1 500 P

	<p>a) No vácuo, a velocidade da luz depende do movimento da fonte de luz e tem valor igual em todas as direções.</p> <p>b) Elétrons são expulsos de uma superfície quando ocorre a incidência de uma radiação eletromagnética (luz)</p> <p>c) Em determinados fenômenos, a luz apresenta natureza de partícula e, em outros, natureza ondulatória.</p> <p>d) Na natureza, não podem ocorrer interações de velocidade superiores a velocidade da luz c.</p> <p>Resposta: D</p>	
Relatividade	<p>(UEPB-PB) Através da relação $E_c = \Delta m \cdot c^2$, fica claro que existe uma equivalência entre a variação de massa de um corpo e a energia cinética que ele ganha ou perde. Sendo assim, é correto afirmar que:</p> <p>a) independente de ocorrer uma mudança na energia de um corpo, sua massa permanece a mesma.</p> <p>b) quando a energia cinética de um corpo diminui, há um correspondente acréscimo de massa deste corpo.</p> <p>c) quando um corpo adquire energia cinética sua massa não sofre um acréscimo.</p> <p>d) quando um corpo adquire energia cinética sua massa sofre uma diminuição.</p> <p>e) quando a energia cinética de um corpo diminui, há uma correspondente diminuição de massa deste corpo.</p> <p>Resposta: E</p>	1 500 P
Relatividade	<p>(UFRN-RN) a noção de simultaneidade é relativa e não absoluta. A relatividade da simultaneidade é consequência do fato de que:</p> <p>a) a teoria da Relatividade Especial só é válida para velocidades pequenas em comparação com a velocidade da luz.</p> <p>b) a velocidade de propagação da luz no vácuo não depende do sistema de referência inercial em relação ao qual ela é medida.</p> <p>c) A Teoria da Relatividade Especial não é válida para</p>	1 500 P

	<p>sistema de referência inercial.</p> <p>d) A velocidade de propagação da luz no vácuo depende do sistema de referência inercial em relação ao qual ela é medida.</p> <p>Resposta: B</p>	
Relatividade	<p>(UNIFOR-CE) Albert Einstein revolucionou o modo de pensar o espaço e o tempo ao lançar, no início do século XX, as bases da Teoria da Relatividade. Analise as seguintes afirmações:</p> <p>I. A Mecânica Clássica não impõe limite para o valor da velocidade que uma partícula pode adquirir e sua velocidade poderá aumentar indefinidamente.</p> <p>II. Corpos em movimento com velocidades próximas à da luz, sofrem contração em suas três dimensões em relação às que possuem quando em repouso.</p> <p>III. A velocidade de um objeto, em relação a qualquer referencial, não pode superar a velocidade da luz no vácuo.</p> <p>É correto o que se afirma SOMENTE em?</p> <p>Resposta: I e III</p>	1 500 P
Verdadeiro ou Falso?	<p>Para Galileu o tempo é um evento arbitrário, é o mesmo para qualquer referencial inercial.</p> <p>Resposta: Verdadeiro</p>	1 500 P
Verdadeiro ou Falso?	<p>As ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com velocidade infinita.</p> <p>Resposta: Falso</p>	1 500 P
Verdadeiro ou Falso?	<p>A velocidade das ondas eletromagnéticas no vácuo é igual a $3 \cdot 10^8$ m/s, o que corresponde à mesma velocidade da luz.</p> <p>Resposta: Verdadeiro</p>	1 500 P
Verdadeiro ou Falso?	<p>O experimento de Albert Michelson e Edward Morley comprovou a existência do éter lumífero.</p> <p>Resposta: Falso</p>	1 500 P
Verdadeiro ou Falso?	<p>O efeito fotoelétrico ocorre quando uma placa metálica é exposta a uma radiação eletromagnética de frequência</p>	1 500 P

	<p>alta. Em 1905 Einstein publicou um artigo que explicava devidamente esse efeito.</p> <p>Resposta: Verdadeiro</p>	
Verdadeiro ou Falso?	<p>O tempo é relativo, ou seja, dois observadores, em movimentos relativos obtêm o mesmo valor para a duração de um mesmo evento.</p> <p>Resposta: Falso</p>	1 500 P
Verdadeiro ou Falso?	<p>Quando o irmão gêmeo retorna para à Terra após sua viagem a velocidade da luz, ele estará mais velho que o irmão que não viajou.</p> <p>Resposta: Falso</p>	1 500 P
Verdadeiro ou Falso?	<p>A curvatura do espaço-tempo é uma das principais consequências da teoria da relatividade geral, de acordo com a qual a gravidade é efeito ou consequência da geometria curva do espaço tempo.</p> <p>Resposta: Verdadeiro</p>	1 500 P
Verdadeiro ou Falso?	<p>Para o perfeito funcionamento dos satélites de GPS, é necessário levar em consideração os efeitos relativísticos por estarem em orbitas extremamente afastadas da superfície e em alta velocidade de translação.</p> <p>Resposta: Verdadeiro</p>	1 500 P
Velocidade da Luz	<p>Sobre os postulados da relatividade marque o que for falso:</p> <p>a) As leis da Física são as mesmas em todos os referenciais que mantem velocidade constante ou que estão parados.</p> <p>b) A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor para qualquer referencial inercial e vale $3 \cdot 10^8$ m/s.</p> <p>c) A velocidade da luz tem seu valor máximo no vácuo e tem o mesmo valor para qualquer referencial inercial, que é 300 000 m/s.</p> <p>d) Os postulados da teoria da relatividade fundamentam a teoria da relatividade de Einstein.</p> <p>Resposta: C</p>	1 500 P

Curva tempo- espaço	(UEG-GO) Hoje sabe-se que a luz tem velocidade de aproximadamente 300.000 km/s, que é uma velocidade muito grande, porem finita. A teoria moderna que admite a velocidade da luz constante em qualquer referencial e, portanto, torna elásticas as dimensões do espaço e do tempo é: a) a teoria da relatividade. b) a teoria da dualidade onda-particula. c) a teoria atômica de Bohr d) o princípio de Heisenberg. e) a lei da entropia. Resposta: A	1 500 P
Éter	(UFRJ-RJ) O conceito de éter surgiu na Grecia antiga, significando uma espécie de fluido sutil e rarefeito que preenchia o espaço e envolvia a Terra. No entanto, as experiências de Michelson-Morley, realizadas em 1887, mostraram a inconsistência desse conceito; As inconsistências do conceito de éter levaram Einstein a elaborar a teoria de que a velocidade da luz; a) é constante para qualquer observador de qualquer movimento da fonte ou do observador. b) é constante para qualquer observador e independente de qualquer movimento da fonte ou do observador c) é constante e dependente do observador, porem independente de qualquer movimento relativo da fonte. d) é constante e independente do observador, porem dependente de qualquer movimento relativo da fonte. Resposta: B	1 500 P
Verdadeiro ou Falso?	Hendrik Antoon Lorentz foi um grande físico holandês responsável pela dedução de equação fundamentais para o estudo de relatividade, as chamadas equações de Lorentz (também conhecida como transformadas de Lorentz) As transformadas de Lorentz só se aplicam quando a velocidade se aproxima da velocidade da luz, sendo	1 500 P

	falha quando as velocidades são muito inferiores à da luz. Resposta: Falso	
--	---	--

Fonte: Autoria própria

Para o jogo é recomendável que o número máximo de jogadores não seja superior a quatro jogadores, é necessário papel e caneta para anotação dos pontos. Para iniciar, cada jogador escolhe seu peão e os posiciona na casa início, a ordem de jogadas será decidida inicialmente pelo lançamento de dados onde cada jogador o lançará, aquele que obtiver a maior pontuação inicia. Como o jogo é alternado, após o primeiro jogador A realizar a sua jogada, este passa a vez ao jogador B seguindo o sentido do tabuleiro, demonstrado na casa início, subsequente jogam os demais.

O primeiro jogador joga o dado e move seu peão sobre o tabuleiro, obedecendo o número de casas correspondentes a somatória dos números que aparecerem nos dados. Exemplo: Se o jogador obtiver a somatória seis, moverá seu peão até a casa **Galilei Galilei** e ganhará **2 500 P**, terminada sua jogada, passa a vez ao segundo jogador que repete os procedimentos do primeiro, e assim por diante até o final da rodada de jogadores. Todos os peões movem-se no sentido horário a partir da casa início.

Quando o peão é movido, na casa que terminar o seu movimento, o jogador o qual ele representa lê a informação descrita na casa em voz audível e recebe o ponto referente a casa, caso o jogador não leia a informação não recebe os pontos.

No tabuleiro existem as casas de ação onde o jogador deve realizar uma ação após a outra. Por exemplo: Se um jogador A no início do jogo obtiver uma soma igual a dois, moverá seu peão e cairá na casa cuja descrição diz **Avance 2 casas**, o jogador efetua a ação requerida movendo seu peão novamente o que o leva a casa com o ponto de ? ao cair nessa casa o jogador deve retirar uma carta do topo do baralho, esta carta poderá ser amarela, azul ou vermelha.

- Carta amarela – o jogador lê a informação da carta para que todos possam ouvir e recebe os pontos da carta;

- Carta azul – o jogador lê a informação da carta em voz audível e compreensiva e recebe os pontos da carta;
- Carta vermelha – o jogador lê a pergunta da carta para todos os outros jogadores e escolhe aquele que deverá responder;

Se o jogador escolhido responder corretamente recebe os pontos da carta, caso erre, o jogador que fez a pergunta receberá os pontos. A carta deve ser mostrada aos demais jogadores para a conferência e transparência, após ser utilizadas as cartas são retiradas do baralho. Então, aplica-se a mesma regra das casas, se o jogador não ler a informação da carta (amarela, azul ou vermelha) para todos ouvirem não recebe os pontos referente ao seu valor. Se todas as cartas forem utilizadas embaralha-se novamente e as reutiliza.

Ao completar uma volta no tabuleiro, o jogador recebe 15 000 P, não sendo necessário que o seu peão pare na casa início, bastando apenas que ele passe por ela. A partida se encerra quando um dos jogadores obtiver a soma de 300 000 P (em média 3 horas jogadas) ou termine o tempo de jogo (partida com limite de tempo). Nas duas maneiras de jogar o vencedor será aquele como o maior número de pontos.

4.4 DESCRIÇÕES DOS PROCEDIMENTOS

Inicialmente, foi apresentada aos alunos, pelo pesquisador, a temática da pesquisa e a importância de sua contribuição, bem como o fato da imparcialidade, neutralidade e anonimato de sua participação na pesquisa. Após essa apresentação, os alunos foram convidados a usarem o produto educacional (o jogo Teoria da Relatividade com seu aspecto físico, suas regras e sua dinâmica). Foram divididos em grupos de quatro participantes ou duplas, a cada grupo recebeu uma trilha, dois dados e quatro peões.

Durante a atividade do jogar dos indivíduos, o professor pesquisador realizou observação de cunho não estruturada para que não intervisse na atividade, pois poderia quebrar o sentido lúdico do jogo.

No final dessa etapa, os participantes da pesquisa foram convidados a responder o questionário sobre o seu grau de satisfação sobre o jogo, tanto no aspecto visual como na ludicidade da atividade. Foram distribuídos 52

questionários contendo 10 itens afirmativos para serem julgados e dois itens um de opinião e outro de sugestão.

De posse dos questionários e das observações nos diários de campo feitas posteriormente pelo pesquisador, seguiu-se a próxima etapa. Nessa etapa realizou-se a análise dos dados coletados, seguindo os critérios de utilização da escala *Likert* de satisfação, com isso verificamos a aceitação da atividade proposta e a potencialidade do produto para a aprendizagem significativa.

4.5 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados é parte crucial e de extrema importância, já que, a partir dela é que são apresentados o resultado e a conclusão da pesquisa, conclusão que pode ser final ou parcial (MARCONI; LAKATOS, 2003). De acordo com Trivinõs (1987) existem diversas técnicas de análise de dados quando a pesquisa é de natureza qualitativa ou quantitativa.

“é possível concluir que todos os meios que se usam na investigação quantitativa podem ser empregados também no enfoque qualitativo”. Sendo assim, o que varia é o enfoque: “[...] atenção especial ao informante, ao mesmo observador e às anotações de campo” .(TRIVINÕS, 1987, p.137).

Das diversas técnicas de análise de dados podemos citar as principais: análise de conteúdo, a estatística descritiva univariada e a estatística multivariada. A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações que tem por objetivo enriquecer a leitura e ultrapassar as incertezas, extraindo conteúdos por trás da mensagem analisada. (BARDIN, 1977). As técnicas univariadas, são utilizadas quando há uma única medida de cada elemento na amostra ou quando, havendo várias medidas de cada elemento, cada variável é estudada isoladamente (MALHOTRA, 2001). A análise multivariada é uma ferramenta estatística que processa as informações de modo a simplificar a estrutura dos dados e a sintetizar as informações.

A técnica de análise de dados utilizada nessa pesquisa foi a estatística descritiva univariada, pois tem como objetivo representar, de forma concisa, sintética e compreensível, a informação contida num conjunto nos dados coletados, efetiva-se na elaboração de tabelas e de gráficos que tornam

adequadas as informações presentes nos dados. A coleta e análise de dados
forma realizados no período de dezembro de 2017 a julho de 2018.

Capítulo 5

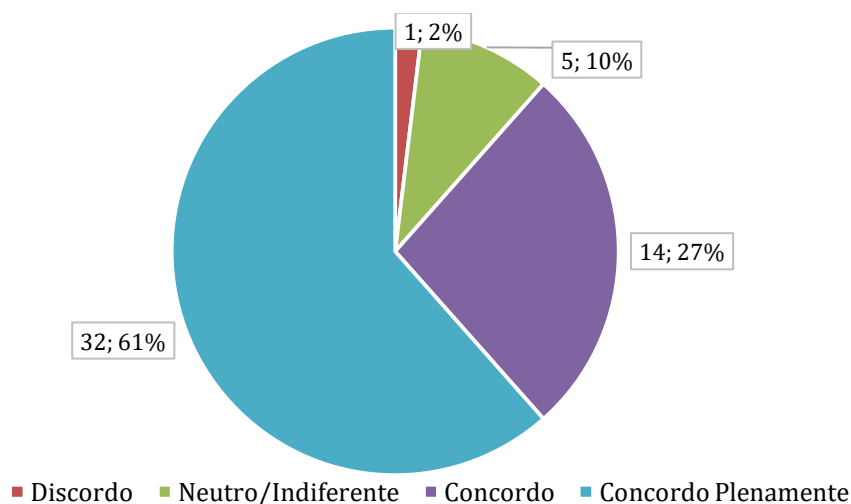
RESULTADOS E DISCURSÕES

Nessa seção, apresentamos os resultados obtidos através do questionário aplicado aos alunos após a aplicação do jogo que visa avaliar sua aceitação. Também são analisadas as opiniões e possíveis modificações propostas para a melhoria do jogo.

O questionário destinado aos alunos é do tipo “*likert*” a escala utilizada é composta por intervalos de cinco itens: discordo plenamente, discordo, neutro/indiferente, concordo e concordo plenamente. O questionário utilizado é composto de dez afirmações de modo que foi avaliado seu grau de concordância por parte do aluno e dois itens para opinião e proposta de modificação e aperfeiçoamento do jogo.

As respostas desse questionário foram apresentadas em gráficos em forma de pizza, em cada seção do gráfico está indicado com um par ordenado formado pelo número de alunos e a porcentagem de resposta ao item. Na primeira pergunta buscou-se verificar a atenção que o *layout* do jogo desperta com a seguinte afirmação: Visualmente, o jogo desperta interesse e capturou minha atenção. O gráfico 1 apresenta os resultados para esta afirmação.

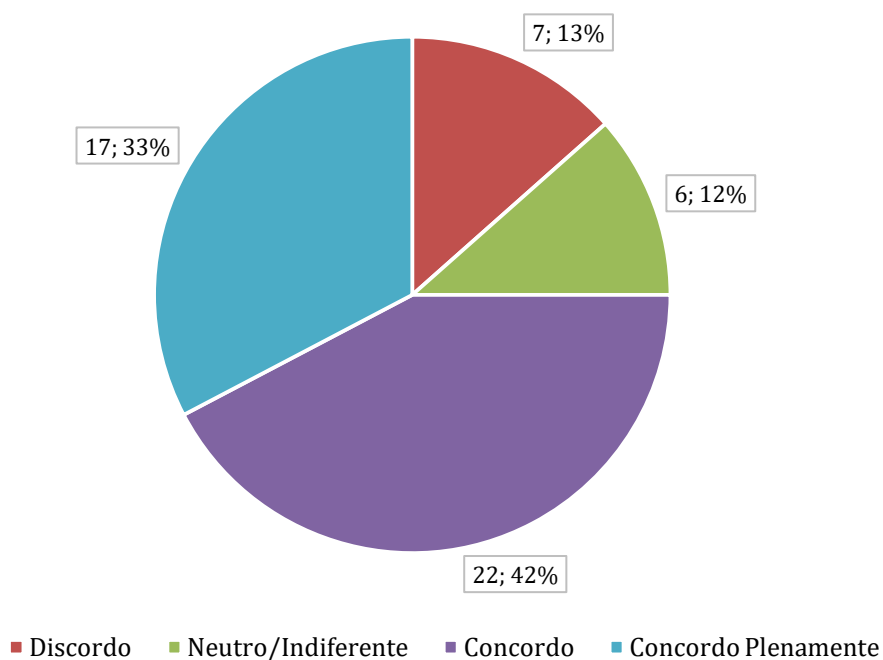
Gráfico 1: Visualmente, o Jogo desperta interesse e capturou minha atenção.



Fonte: Autoria própria

Nesse quesito foram apresentados 88 % de resposta positiva (concordo e concordo plenamente) com um número de 46 alunos e 2 % marcaram discordo ao item. Não houve respostas com discordo totalmente. De acordo com os resultados alcançados, concluímos que o jogo apresenta aspectos visuais que despertam interesse e atenção, que são aspectos essenciais para a aprendizagem. Em seguida foi questionada a relevância do jogo para o aluno.

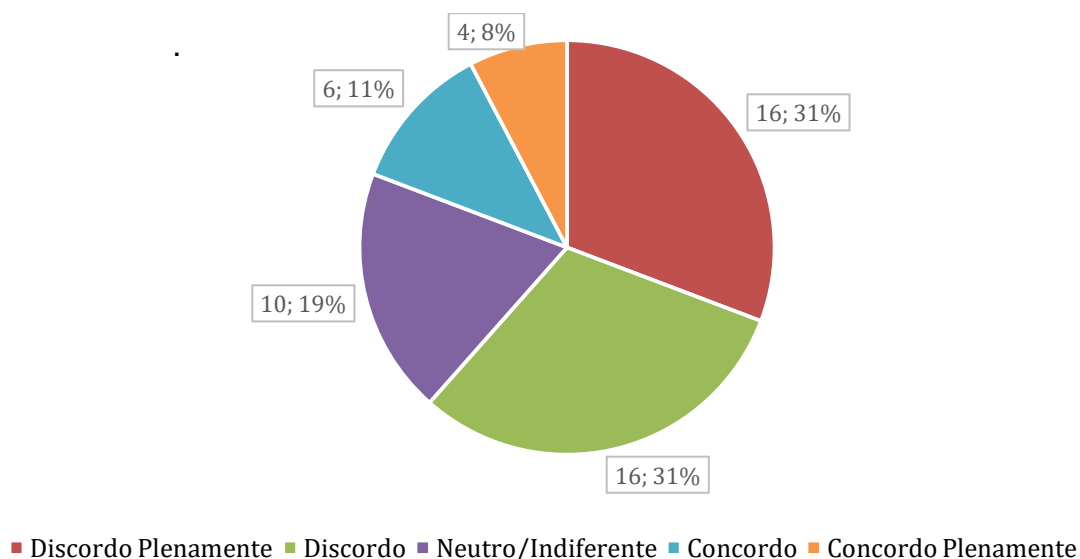
Gráfico 2: Eu gostei do jogo e gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.



Fonte: Autoria própria

Na perspectiva dos alunos pesquisados, apenas 13 % marcaram discordo, nenhum dos alunos participantes marcou discordo plenamente e 75 % concordaram positivamente com o item. As respostas positivas ao item demonstram que o jogo, apesar de seu caráter lúdico e frívolo e de sua não seriedade, é capaz de despertar no aluno o desejo pelo aprendizado, poucos joguem apenas por jogar, existindo uma finalidade no ato de jogar. A próxima afirmação refere-se ao sentimento de confiança transmitido pela o ato de jogar.

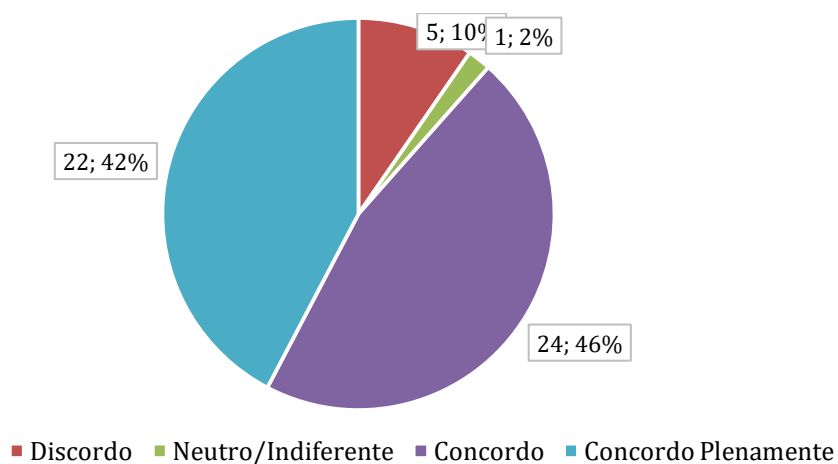
Gráfico 3: As atividades do jogo foram muito difíceis



Fonte: Autoria própria

Foi registrado que 32 alunos, ou seja, 62 % discordam plenamente ou discordam dessa afirmação, sendo que dentre os alunos participantes apenas 10 concordam com o item ou concordam plenamente. A discordância ao item demonstra que embora o jogo apresente atividades com graus variados de dificuldade, estas não apresentam dificuldade suficiente que possam desmotivar o jogador, sendo que um dos pontos importantes a jogos é o quanto o jogador se sente desafiado pelo jogo. Um dos aspectos relevantes na atividade lúdica é a satisfação em praticá-la, o que nos leva ao próximo questionamento sobre como o aluno se sentiu ao terminar o jogo.

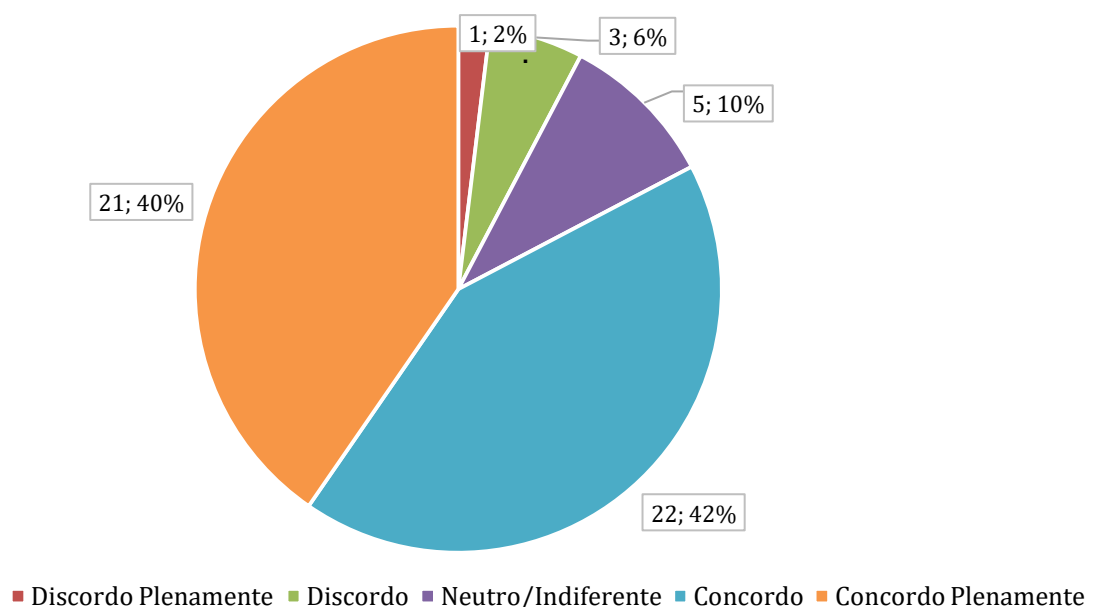
Gráfico 4: Me senti bem ao completar o jogo



Fonte: Autoria própria

Dos participantes 46 % responderam positivamente ao item com concordo e 42 % com concordo plenamente. Nesse item não houve discordância plena e uma leve discordância identificada pelos 10 % ou 5 alunos que discordaram. Em qualquer jogo, tradicionalmente, há um vencedor e um não vencedor esse fato pode explica os participantes que não se sentiram bem ao término do jogo, Tendo a maioria dos participantes (vencedores e não vencedores) afirmados que se sentiram bem ao jogar, é possível afirmar que estes se sentem satisfeitos ao término da partida, sendo possível que joguem novamente. Jogadores costumam perder a noção de tempo quando estão jogando, característica presente em atividades lúdicas, isso se deve a imersão provocada pelo jogo. Para avaliar essa característica foi perguntado ao aluno sobre o seu sentimento de imersão.

Gráfico 5: Me senti estimulado a aprender com o jogo

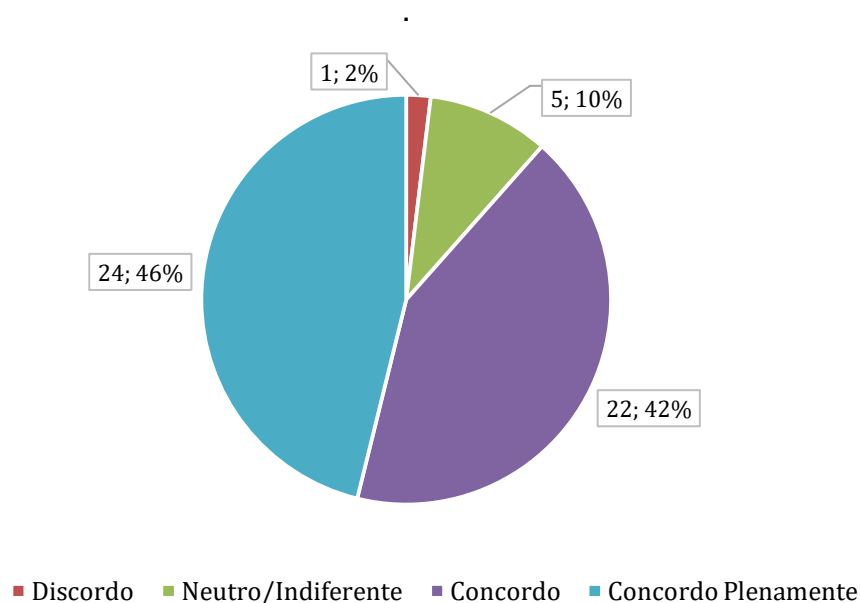


Fonte: Autoria própria

Quarenta e três alunos marcam concordo ou concordo plenamente correspondendo a 82 % dos participantes da pesquisa. Apenas 1 aluno marcou discordo plenamente e 3 foram neutros quanto a concordância ou discordância da afirmação. Observou-se que o jogo provocar imersão, se o jogador está imerso no mundo do jogo, este se sente estimulado pelas atividades que o jogo propõe,

essa imersão esteve presente na maioria dos participantes, importante ressaltar que apesar da maioria concordar com o item, ainda pode ocorrer distrações em alguns jogadores, como mostra os resultados, fato esse que não impossibilita afirmar que o jogo é capaz de provocar uma perda da noção de tempo, que seus praticantes imergem no jogo ao ponto de não perceberem o tempo passar. Para verificar o quão desafiado os alunos se sentiram foram perguntados.

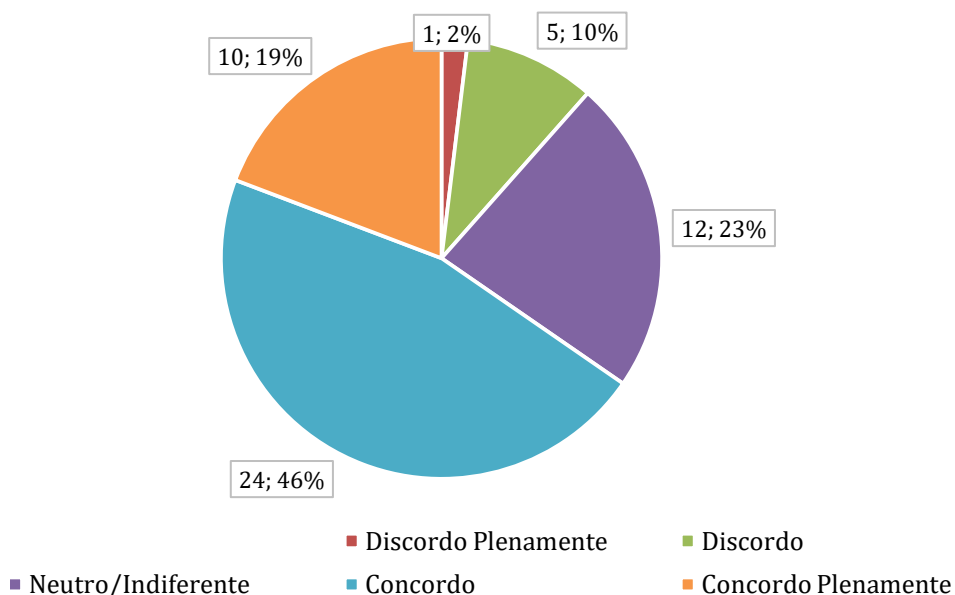
Gráfico 6: O jogo me manteve motivado a continuar utilizando-o



Fonte: Autoria própria

Dos alunos que participaram da pesquisa 88 % concordam ou concordam plenamente com essa afirmação, nenhum dos alunos discorda plenamente e apenas 1 aluno discorda da afirmação, o que equivale a 2 % dos respondentes. Existe uma preocupação em toda atividade lúdica, principalmente nos jogos, que é a permanência do seu jogador durante a partida, percebeu-se que os participantes se sentiram desafiados o suficiente para permanecerem jogando, ainda que tenham aqueles que não se sentiram motivados, não houve nenhum participante que se recusou ou optou por não terminar a partida. Foi perguntado sobre as habilidades durante a partida.

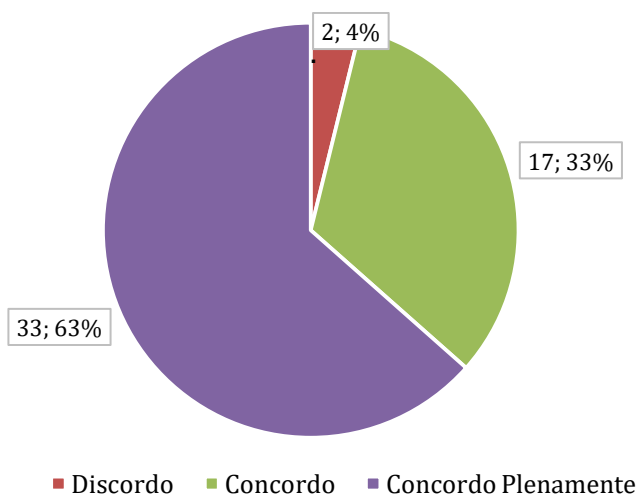
Gráfico 7: Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.



Fonte: Autoria própria

Um aluno não concorda plenamente com essa afirmação em contraparte 46 % dos alunos concordam e 19 % concordam plenamente num total de 34 alunos. Através dos resultados é possível afirmar que durante a partida houve um desenvolvimento nas habilidades dos jogadores, pois a maioria afirmou que teve progresso no decorrer do jogo o que demonstra a sua atenção nas atividades que o jogo proporciona, o seu empenho em descobrir meios que os façam progredir no jogo. Em seguida foi questionado sobre a interação proporcionada pelo jogo.

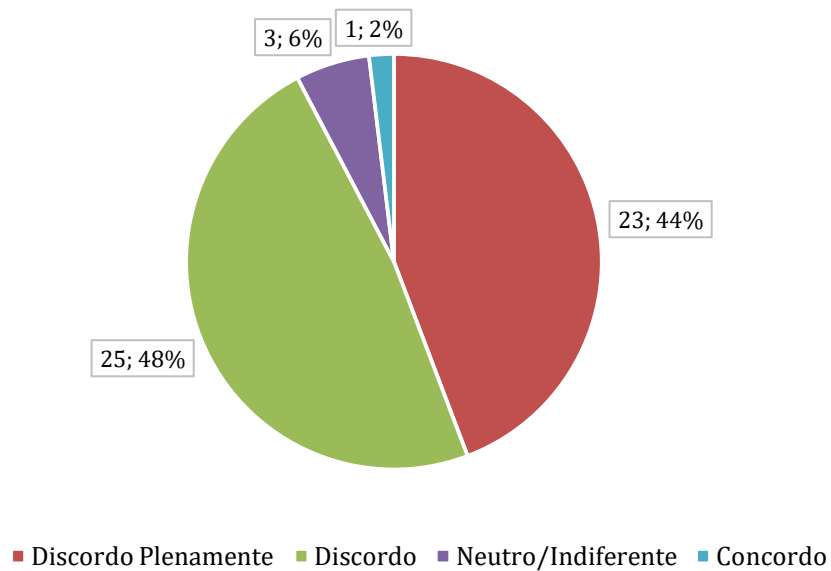
Gráfico 8: O jogo suporta a interação social entre os jogadores



Fonte: Autoria própria

Nesta pergunta, a maioria dos participantes marcou concordo plenamente 63 % dos alunos, não houve discordância plenamente e nem neutralidade quanto à afirmação. Com isso, constatamos que o jogo assim como a maioria das atividades lúdicas, proporciona uma interação entre os jogadores, fortalecendo vínculos já existentes, ou estabelece novos vínculos interpessoais. A baixa discordância a afirmação, mostra que embora algum participante tenha dificuldade de relacionamento interpessoal o jogo auxilia na superação desse obstáculo pessoal. Outra característica intrínseca das atividades lúdicas é o divertimento que provocam, por isso foi questionado aos participantes sobre a diversão.

Gráfico 9: Achei o jogo meio parado.

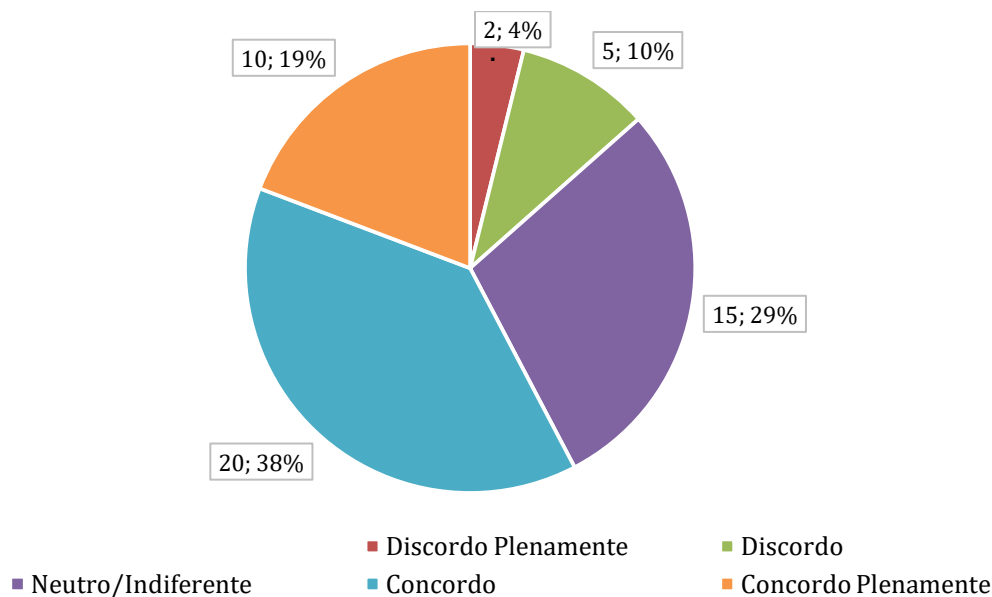


Fonte: Autoria própria

Para esta afirmação apenas um aluno concordou e três ficaram indiferentes ou neutros; 92 % dos participantes discordam em algum grau com a afirmação. Embora um dos objetivos do jogo seja a aquisição ou fortalecimento de subsunçores, este é uma atividade divertida, os resultados mostram a ludicidade do jogo, uma vez que os participantes afirmam se divertirem sem se preocuparem com a aprendizagem, sendo foco apenas após o término da partida. Por último foi

perguntado aos alunos sobre o conhecimento adquirido ao utilizarem o Jogo Teoria da Relatividade.

Gráfico 10: Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo



Fonte: Autoria própria

Dos 52 alunos que participaram da pesquisa, 30 deles concordam ou concordam plenamente com essa afirmação e 14 % discordam ou discordam plenamente, 29 % ou 15 alunos são neutros ou indiferentes à afirmação. Notou-se que quase metade dos participantes (43%) respondeu negativamente a essa afirmação, fato que comprova a dificuldade em separar a ludicidade com a seriedade da educação. Nesse aspecto, a ludicidade se impõe sobre a aprendizagem, o que justifica o receio existente em utiliza-la em sala de aula. No entanto, é importante ressaltar que embora o objetivo principal dos jogos seja a diversão, a maioria dos participantes afirmam que adquiriram um novo conhecimento ou solidificaram uma ideia já existente em sua estrutura cognitiva.

Além dos dez itens julgados anteriormente, o questionário apresenta duas questões subjetivas, a primeira - O que você sugere de alteração ou melhoria para o Jogo Teoria da Relatividade? e a segunda - Qual sua opinião geral sobre o jogo? . A primeira busca identificar sugestões para a sua melhoria ou alteração do jogo. As respostas a essa pergunta estão expostas nas tabelas 4 a seguir.

Tabela 4: Pergunta sobre sugestões de melhoria para o Jogo

O que você sugere de alteração ou melhoria para o Jogo Teoria da Relatividade?	
Alunos	Respostas
1.	Nada
2.	Na minha opinião, o jogo não necessita, obrigatoriamente alterar em nada.
3.	Não, o jogo já está ótimo.
4.	Não, o jogo está ótimo.
5.	Não precisa de alteração, o jogo está ótimo.
6.	Nada
7.	Nenhuma alteração a fazer.
8.	Nenhuma alteração a fazer.
9.	Nada <i>estar</i> ótimo
10.	<i>Não respondeu ao item</i>
11.	<i>Não respondeu ao item</i>
12.	Mais perguntas para aumentar o conhecimento.
13.	Nenhuma alteração.
14.	Não precisa de melhorias.
15.	O jogo não necessita ter nenhuma alteração.
16.	Nenhuma
17.	Não sugiro nada, pois ele é divertido dessa forma.
18.	Mais dinâmica para melhorar o lado divertido do jogo.
19.	Nada
20.	Nada.
21.	Brindes ao vencedor.
22.	Nenhuma alteração a fazer.
23.	Nem uma alteração.
24.	Gostei muito do jogo.
25.	Gostei muito do jogo me sentir muito alegre.
26.	Nenhuma
27.	Não, já esta muito bom dessa forma.
28.	Não mudaria nada, o jogo é ótimo.
29.	Nada.
30.	Não sugiro nenhuma melhoria, achei muito interessante.

31.	Não. Pois o jogo foi bem elaborado.
32.	Em relação a pegar cartas estimular a leitura para que não cheguem a ler só a quantidade de pontos.
33.	Não
34.	Está ótimo
35.	Aumentar o jogo
36.	Não precisa de alterações
37.	Nada
38.	Nenhuma alteração
39.	Está ótimo
40.	Não tenho nenhuma alteração a fazer
41.	Está ótimo
42.	<i>Não respondeu ao item</i>
43.	Nenhuma alteração
44.	Nenhuma alteração
45.	Não
46.	Não precisa mudar nada, o jogo é maravilhoso.
47.	Bem legal da maneira que ele é, nada de modificações.
48.	Ganhar alguns brindes.
49.	Não precisa de alteração
50.	Não precisa mudar nada, o jogo é muito interessante.
51.	Não tenho nenhuma alteração
52.	Está ótimo

Fonte: Autoria Própria

A maioria dos participantes (85%) relatou que o jogo não precisa de alteração, mostrando que o *layout* é agradável, que as atividades proporcionam desafios que podem ser superados e que este tem características lúdicas. Os demais participantes opinaram sobre melhorias que poderiam ser aplicada ao jogo; os alunos 12 e 18 sugeriram, respectivamente: “*Mais perguntas para aumentar o conhecimento*” e “*Mais dinâmica para melhorar o lado divertido do jogo*”. Também foi sugerido que os participantes tivessem que ler as cartas para ganhar os pontos e que oferecesse brindes ao vencedor. As sugestões mostradas são facilmente atendidas, ao oferecer brindes aos vencedores, há a fomentação da competitividade benéfica onde os participantes se empenharam para conseguir

êxito no jogo; acrescentando mais perguntas ao jogo automaticamente há um acréscimo na dinâmica das partidas. Foi implementação a regra que diz que o participante tem que ler o conteúdo descrito na carta, para que possa receber os pontos.

A segunda pergunta se refere à opinião dos alunos sobre o jogo, as respostas estão na tabela 5 a seguir.

Tabela 5: Respostas sobre a opinião dos alunos a respeito do jogo.

Qual sua opinião geral sobre o jogo?	
Aluno	Resposta
1.	Um ótimo jogo.
2.	O jogo estimula o aprendizado sobre o tema abordado.
3.	É muito interessante e estimula o conhecimento do assunto.
4.	É um ótimo jogo e ajudaria muito se fosse aplicado dentro da sala de aula.
5.	O jogo é ótimo e poderia ser usado dentro da sala, é uma ótima forma de ensino, e teria muita vantagem para os alunos aprenderem com mais facilidade.
6.	Um ótimo jogo!
7.	O jogo é bem interessante pois estimula o raciocínio lógico do jogador
8.	Com a dinâmica proposta, é interessante ressaltar o estímulo para a aprendizagem do jogo e estimulação relacionada ao tema.
9.	Me senti estimulado para aprender mais.
10.	Muito bom
11.	É um jogo muito interessante e legal para se jogar.
12.	É um jogo estimulando, que é capaz de prender a atenção de jovens por estimular o conhecimento.
13.	Ótimo, bem interessante e atrativo.
14.	Muito motivante em relação a aprender questões e conceitos sobre a relatividade.
15.	O jogo desperta interesse, e nos estimula a continuar jogando, e é muito bem abordado o tema.
16.	O jogo trás interação com colegas e ainda, nos trás informações.
17.	Muito bom, muito interativo.
18.	Ótimo, ele estimula o conhecimento referente a relatividade.

19.	Um ótimo jogo.
20.	Um ótimo jogo
21.	Muito bom.
22.	Eu gostei do jogo, aprendi um pouco sobre o assunto.
23.	Legal, gostei aprendi muitas coisas é muito interessante.
24.	<i>Não respondeu ao item</i>
25.	<i>Não respondeu ao item</i>
26.	Gostei muito, porque interagem com os colegas.
27.	Ele estimula mais o nosso conhecimento de uma forma mais divertida.
28.	A interação entre os demais fez com que o jogo torna-se atrativo em relação os demais.
29.	Muito bom
30.	Muito bom, gostei e gostaria de aprender mais, consegui absovervarias informações sobre o jogo.
31.	O jogo é muito bem elaborado, e despertamuitas coriosidades para nós aprendermos.
32.	Foi bom
33.	O jogo é bem interessante
34.	O jogo é bastante legal, divertido, nos fez interagir entre nós.
35.	Muito bom, ajuda o aluno aprender brincando.
36.	Muito bom
37.	Muito bom
38.	Muito bom
39.	Foi divertido porque, brinquei muito com quem não sou muito acostumada
40.	Foi massa ó, legal e desperto interesse em relação a alguns assunto.
41.	O jogo foi muito divertido, o jogo serviu muito para nos acomodar com os colegas. Foi muito legal
42.	Muito bom
43.	Foi massa ó. É bacana. e interessante. gostei muito
44.	Nenhuma, o jogo e bem interessante.
45.	Muito bom.
46.	Um otimo jogo para se divertir e aprender algumas coisas.
47.	Bem legal, nos destrai e nos passa em conhecimento sobre física.
48.	Bom, gostei
49.	Ótimo

50.	O jogo é legal e aprendemos muito de física.
51.	Muito legal
52.	O jogo estimulou a aprendizagem sobre a disciplina de física, e fez com que os alunos interajam um com os outros.

Fonte: Autoria própria

As opiniões manifestadas pelos participantes demonstram que o aspecto lúdico esta presente no jogo, manifestada através de expressões como: “O jogo é bem interessante”, “Foi divertido participar”, “Um ótimo jogo” estas elucidam que o jogo é divertido, que seus praticantes sentiram-se estimulados a jogá-lo que este tem característica de atividade lúdica. Além de seu aspectos lúdico, o jogo apresenta potencialidade de aprendizagem, o aluno 3 exclama “É muito interessante e estimula o conhecimento do assunto” conclui-se que embora seja uma atividade frívola, existe a possibilidade de aprendizagem, essa ideia é reforçada pelo aluno 35 que diz “ajuda ao aluno aprender brincando” e o aluno 46 que relata “Um ótimo jogo para se divertir e aprender alguma coisa”.

A interação social e cultura são aspectos relevantes para a aprendizagem. Através dos resultados, observou-se que o jogo beneficia a interação entres seus participantes, contribuindo assim para uma troca de informação e conhecimento, a respeito disso, o aluno 16 diz “O jogo trás interação com colegas e ainda, nos trás informação” essa interação como relata o aluno 26 torna o jogo mais interessante este diz “Gostei muito porque interagem com meus colegas”, além disso, o jogo oferece oportunidades de novas interações sociais como afirma o aluno 39 “Foi divertido porque, brinquei muito com quem não sou muito acostumado”. É possível concluir através dos resultados alcançados, que o jogo tem características lúdicas e potencialidade na interação social e aprendizagem.

Capítulo 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de atividades lúdicas na educação se tornou parte facilitadora do processo de ensino aprendido. Assim, é notório o seu uso nas mais diversificadas áreas do conhecimento parte desse material é destinado ao ensino fundamental menor hoje compreendido do 1º ao 9º ano. Nas séries finais, 1º ao 3º ano do ensino médio, estas atividades se concentram nas disciplinas de Português e Matemática, no entanto há um crescente número de jogos destinados as demais disciplinas. Na área de Física, percebeu-se que a maioria dos jogos beneficiavam os conceitos de mecânica, talvez por serem os conceitos amplamente mostrados aos alunos, e pouco destinados ao estudo da Física Moderna (Mecânica Quântica ou Teoria da Relatividade).

Surgiu à ideia inicial deste trabalho, uma atividade lúdica que utilizasse os conceitos de Física Moderna. Das várias formas de atividade (aplicativos, simulações, jogos digitais, jogos de tabuleiro) optou-se pela construção de um jogo de tabuleiro, tendo em vista a sua fácil utilização e reprodução. Durante o seu desenvolvimento, foi utilizada como referencia a Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e os conceitos da Teoria da Relatividade vistos no ensino médio.

Com a conclusão desse objetivo, a construção do produto educacional “Jogo da Teoria da Relatividade” e a partir dos dados coletados durante sua aplicação em sala de aula, foi possível aferir algumas conclusões sobre o seu uso como jogo educacional e material potencialmente significativo. Verificou-se que o layout do jogo desperta a atenção dos participantes (88% de aceitação), ou seja, visualmente o jogo desperta interesse no aluno, conclui-se que o jogo tem potencial para a aprendizagem, visto que proporciona ao aluno um dos aspectos para que ocorra a aprendizagem, a atenção.

Verificamos que durante a partida, os alunos começaram a demonstrar interesse sobre o assunto abordado no jogo, fato esse comprovado pela resposta ao item dois do questionário, que obteve 75 % de resposta positiva. Esse

interesse pode ser explicado pela característica presente nas atividades lúdicas e o espírito competitivo intrínseco da atividade humana, quanto mais conhecimento sobre o conteúdo abordado maior chance de vitória.

Verificou-se também que as atividades propostas durante a partida não apresentaram um grau elevado de dificuldade que levasse os jogadores a desistência da partida. Ao contrário, quando um jogador se deparava com uma atividade a qual não conseguia êxito, era manifestada espontaneamente a característica frívola de toda atividade lúdica, acentuado por risos. Porém, 48 % dos alunos sentiram dificuldade nas atividades durante o jogo, o que se justifica pela falta de conhecimento prévio sobre o conteúdo.

Concluimos que através do jogo o aluno se sentiu motivado a aprender devido a satisfação em completa-lo, essa conclusão se sustenta pelas respostas dadas aos itens quatro e cinco do questionário, onde cerca de 85 % dos participantes concordam com os itens. Assim, verificamos que o jogo provoca uma imersão de seus participantes durante a utilização demonstrada pelo seu descontentamento quando a partida tem um limite de tempo.

Também foi possível deduzir que os jogadores se sentiram motivados a continuar jogando, o que é reafirmado quando a maioria dos participantes da pesquisa afirma que no decorrer da partida tiveram um progresso. Deduzimos, que essa motivação e progresso estejam sustentados na interação social que o jogo proporciona, pois quando uma atividade é desenvolvida em grupo com um ou mais indivíduos existe um interesse maior em continuar e progredir no jogo.

Constatamos que a maioria dos participantes conseguia lembrar-se dos conceitos da Teoria da Relatividade vistos durante a realização de uma partida. Pode se deduzir que com a realização de mais partidas com os colegas, o aluno irá lembrar-se de um número maior de informação que esteja presente no jogo, seja pelo desejo de ganhar ou pela repetição da informação.

A partir das sugestões dos alunos sobre o jogo, percebeu-se que de maneira geral, o jogo está “bom”, precisando apenas de algumas alterações como: o acréscimo de mais perguntas, aumentar a dinâmica do jogo, brindes aos vencedores e obrigatoriedade de leitura das cartas. Percebe-se que o aluno além de se divertir durante a atividade também necessita que esta contribua para seu crescimento cognitivo.

Observando a opinião dos participantes sobre o jogo, pode se perceber que o jogo apresenta potencialidade de aprendizagem e interação entre os alunos. Essa afirmação se baseia em expressões como “É muito interessante e estimula o conhecimento do assunto” do aluno 4, e “Foi divertido porque, brinquei muito com quem não sou muito acostumada” relato do aluno 39. Conclui-se que o produto educacional teve uma ótima avaliação, principalmente em seu aspecto lúdico, observa-se também que o jogo tem potencialidade em significados e aprendizado.

Levando em consideração os dados coletados, as sugestões e opiniões acerca do produto educacional “Jogo Teoria da Relatividade”, foi possível verificar que através do produto, aguçou-se o interesse dos alunos pelo tema Teoria da Relatividade, tornando possível uma aprendizagem significativa através desta atividade lúdica. Entretanto, essa pesquisa apresenta algumas limitações, a não verificação da aprendizagem após o jogo é uma delas, mas que pode ser sanada com o a aplicação de dois questionários sobre os conceitos da Teoria da Relatividade. Um ante e outro após a aplicação, outra limitação relatada pelo aluno é o número de perguntas feitas durante o jogo, o que pode ser contornada com o acréscimo de mais cartas com questionamentos e dinamizaria mais a partida. Desta forma, este estudo permitiu verificar a utilização de atividades lúdicas em sala de aula e como os alunos interagem com essas atividades.

Ao término desta pesquisa, buscamos contribuir de forma significativa para a melhoria do ensino de Física, fornecendo um recurso didático (produto educacional) que possa ser utilizado em sala de aula, que proporcione ao aluno uma aprendizagem lúdica dos conceitos de Física Moderna. Pois, é sabida a escassez de materiais educacionais lúdicos relacionados à Física Moderna, em um contexto tão presente nos dias atuais com a Teoria da Relatividade. Outra contribuição que este estudo traz é a possibilidade de utilização e aperfeiçoamento do produto educacional, uma vez que seu tema pode ser mudado para outro tópico de Física, suas questões podem ser alteradas e/ou usado com temas de outras disciplinas.

Referências Bibliográficas

AIRÉS, Philipe. História Social da Criança e da Família. Tradução Flakoman. 2 ed. Rio de Janeiro. LTC, 1981.

ALMEIDA, João Batista de. A evolução do Ensino de Física no Brasil. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 1, n. 2, p. 45-58. 1979.

APRENDIZAGEM baseada em jogos. PUC-RIO. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:< http://www.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/1012687_2014_cap_3.pdf>. Acesso em: 12 de Fev. 2017.

AZZOLIN, Tatiane Fernandes da Porciúnda; ÁVILA, Daniel da Silva; MACKEDANZ, Fernando. O Lúdico Através de Jogos Para Aprender e Ensinar Física. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 2., 2012, Santo Ângelo, 2012.

BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. Lisboa. Ed. 70, 1977.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. Física Aula por Aula: Eletromagnetismo, física moderna. 3. ed. São Paulo: FDT, 2016.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. Física Aula por Aula: Eletromagnetismo, física moderna. 1. ed. São Paulo: FDT, 2010.

BERNARDES, A. O. ; GIACOMINI, Rosana . Força e Movimento, Jogo Educativo Para O Ensino De Física No Ensino Médio. In: SIMPOSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2011, Manaus Am. Anais Snef, 2011. v. 01. p. 01-010.

BESSA, Valéria da Hora. Teorias da Aprendizagem. – Curitiba: IESDE Brasil S. A., 2008. 204 p.

BEZERRA, D. P.; GOMES, E. C. S.; MELO, E. S. N.; SOUZA, T. C. A evolução do ensino da física – perspectiva docente. Revista Scientia Plena. v. 5. n.9. 2009.

BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. 12.ed. Porto: Porto, 2003

BRAGA, Rodrigo Gomes; MATOS, Santer Alvares de. KRONUS: REFLETINDO SOBRE A CONSTRUÇÃO DE UM JOGO COM VIÉS INVESTIGATIVO. Experiências em Ensino de Ciências V.8, n. 2, p. 1-19. 2013.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp->

content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. Acessado em: Fevereiro/2018.

BROUGÉRE, Giller. Jogos e educação. Porto Alegre. Arte Médica, 1998.

CAILLOIS, Roger. Os Jogos e os Homens: A máscara e a vertigem. Tradução de José Garcez Palha. Edições Cotovia, Lda., Lisboa, 1990.

CARVALHO, Henrique. A Psicologia das Cores no Marketing e no Dia-a-Dia, 2013. Disponível em:< <https://viverdeblog.com/psicologia-das-cores>>. Acesso em: 23 de Fev. 2018.

Encyclopaedia Britannica Online: Hendrik Antoon Lorentz
<https://www.britannica.com/biography/Hendrik-Antoon-Lorentz>Acessado em: 15/12/2017

FERREIRA, Juliana de Freitas; SILVA, Juliana Aguirre da; RESCHKE, Maria Janine Dalpiaz. A Importância do Lúdico no Processo de Aprendizagem. Disponível em: <
<https://www2.faccat.br/portal/sites/default/files/A%20IMPORTANCIA%20DO%20LUDICO%20NO%20PROCESSO.pdf>>. Acesso em: 12 de Fev. 2017.

FERREIRA, Marli Cardoso; CARVALHO, Lizete Maria Orquiza de. A evolução dos jogos de Física, a avaliação formativa e a prática reflexiva do professor. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 1, p. 57-61. 2004.

FRAGELLI, Ricardo Ramos; MENDES, Fábio Macedo. Onde está Osama? – um jogo educativo na área de Física. Participação – A Revista de extensão da Universidade de Brasília, Brasília, n. 20, 2011. Disponível em: <
<http://periodicos.unb.br/index.php/participacao/article/view/6398>>. Acesso em: 12 de Fev. 2017

GONÇALVES FILHO, A. TOSCANO, C. – Física Interação e tecnologia 3. Ed. Leya, 2016.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HUIZINGA, Johan. Homo Ludens. Tradução de João Paulo Monteiro. 4 ed - reimpressão. São Paulo: Editora Perpectiva S. A., 2000

HUIZINGA, Johan. Homo Ludens: o jogo como elemento cultural. São Paulo. Perpectiva, 1990.

IZQUIERDO, I. Memória. Porto Alegre. Art. Med, 2002.

IZQUIERDO, Ivan. Memórias. Estudos Avançados. (1989)., 89-112. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0103-40141989000200006>. Acesso em: 25 de Agos. 2017

JAMES, Wilian. Princípio da Psicologia (1890). Tradução de Pablo Rubens Mariconda. São Paulo. Editor Victo. Abril Cultura, 1974.

LADEWIG, Iverson. A Importância da Atenção na Aprendizagem de Habilidades Motoras. Rev.Paul. Educ. Fís., São Paulo, supl 3, p. 62-71, 2000.

LIMA, José Milton. O jogo como recurso pedagógico no contexto educacional. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2008.

MALHOTRA, N. K. Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. V..Fundamentos da Metodologia Científica.5.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MELO, E. M.; SANTIAGO, L. V. O lúdico como instrumento pedagógico no ensino médio: um estudo das representações sociais do professor. XIII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, PUCPR 26 a 25/10/2015.

MELO, Waisenhowerk Vieira; BIANCHI, Cristina dos Santos. Discutindo estratégias para a construção de questionário como ferramenta de pesquisa. R. B. E. C. T., vol. 8, num. 3, mai-ago. 2015

MOREIRA, M. A. A Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo. Livraria Editora Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo. EPU, 1999.

MOREIRA, M. A; MASINI, E. A. F. S. Aprendizagem significativa de David Ausubel. São Paulo. Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, Marcos Antonio. Teoria de Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MUNDODASMARCAS. Monopoly. Disponível em: <<http://mundodasmarcas.blogspot.com/2006/06/monopoly-o-banco-imobiliario.html>>. Acesso: dez. 2018.

NETA, Shirley Azevedo de Lima; CASTRO, Denise Leal de. TEORIAS DA APRENDIZAGEM: FUNDAMENTO DO USO DOS JOGOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS. Revista Ciência & Ideias. v. 8, n. 2, maio/agosto, 2017.

NOGUEIRA, Roberto. Elaboração e análise de questionários: uma revisão da literatura básica e a aplicação dos conceitos a um caso real. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2002.

OLIVEIRA, Fabiane dos Santos. Lúdico como Instrumento Facilitador na Aprendizagem da Educação Infantil. 2010. 32 f. Monografia (Pós-Graduação em

Psicopedagogia Institucional) – Universidade Candido Mendes, Araioses, Maranhão, 2010.

OLIVEIRA, M. F. Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração / Maxwell Ferreira de Oliveira. -- Catalão: UFG, 2011.

OSTERMANN, Fernanda; CALVACANTI, Cláudio José de Holanda. Teorias de Aprendizagem. Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Desenvolvendo um Jogo de Tabuleiro Para o Ensino de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2009, Florianópolis. 2009. P. 12-23.

PIETROCOLA, Mauricio [et. al.]. Física em contextos. 1. Ed. São Paulo: Editora Brasil, 2016.

PRODANOV, Cleber Cristiano; ERNANI, Cesar de Freitas. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAHAL, Fábio Adhemar da Silva. Jogos Didáticos no Ensino de Física: Um exemplo na Termodinâmica. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_jogosdidaticosnoensinode.trabalho.pdf>. Acesso em: 12 de Fev. 2017.

RIBEIRO, R. J.; SILVA JUNIOR, N.; FRASSOM, A. C.; PILATTI, L. A.; SILVA, S. de C. R. da. Teorias de Aprendizagem em Jogos Digitais Educacionais: um Panorama Brasileiro. Novas Tecnologias na Educação. Revista Renote: novas tecnologias da educação. v. 13, n. 1, 2015.

SAVI, Rafael; WANGENHEIM, Chistiane Gresse von; ULBRICHT, Vania; VANZIM, Tarcisio. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. Revista Novas Tecnologias na Educação. v.8, n. 3, dezembro, 2010.

SCHAEFFER, E. H. O jogo matemático como experiência de dialogo: análise fenomenológica da percepção do professor de Matemática. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática. Universidade estadual de Maringá. Maringá, 2016.

SILVA, Ana Carolina Rosa da; SANTOS, Ludmylla Ribeiro dos; SILVA, Fabiana Mota da; COSTA, Elineide Livia Ribeiro da; LACERDA, Paloma Lopes de; CLEOPHAS, Maria das Graças. Importância da Aplicação de Atividades Lúdicas no Ensino de Ciências para Crianças. R. Bras. de Ensino de C&T, v. 8, n. 3, p.84-103. Mai/ago.2015

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. – 4 ed. Ver. Atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, Luzia Marinalva da; MOURA, Ronnie Wesley Sinésio. O Jogo e A Aprendizagem Significativa. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/eniduepb/trabalhos/Modalidade_6datahora_04_10_2013_21_11_00_idinscrito_712_7ba5f641f9c6e5584dac047223d8fc3c.pdf>. Acesso em: 15 de Fev. 2017

SILVA, Tatiane M. D.; VARGAS, Patricia L. O lúdico e a aprendizagem da pessoa com deficiência visual. Revista Pós-Graduação: Desafios Contemporâneos, v.1 n. 1, jun/2014.

SOUSA, Aline Batista de; SALGADO, Tamia Denise Miskinis. Memória, aprendizagem, emoções e Inteligência. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v.6, n. 26, p. 101-220, jul/dez. 2015.

TABILE, Ariele Frohlich; JACOMETO, Marisa Claudia Durante. Fatores Influenciadores no Processo de Aprendizagem: Um estudo de caso. Rev. Psicopedagogia, 2017; 34(103); 75-86.

TEIXEIRA, Carlos E. J. A ludicidade na escola. São Paulo. Ed. Loyola, 1995.

TRIVIÑOS, A.N.S. Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.
v. 13, n 1, julho, 2015.

VÁLIO, Adriana Benetti Marques. Ser Protagonista: Física 3º Ano. 2. Ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

VIANNA, Cleverson Tabajara. Classificação das Pesquisas Científicas – Notas para os alunos. Florianópolis, 2013, 2p. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/cleversontabajara1/metodologia-cientifica-tipos-de-pesquisa-ultimate>>. Acesso em: 25 Out. 2017.

YAMAMOTO, Kazuhito; FIKUI, Luiz Felipe. Física Para o Ensino Médio. Vol. 3: Eletricidade, física moderna. 4 ed. São Paulo. Saraiva, 2016.

ZUNA, Andreia Sofia Caseiro. A Promoção da Inteligência Linguística e da Inteligência Lógico-Matemática nos alunos do 1.º Ciclo do Ensino Básico. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado na Especialidade de Educação Pré-Escolar e 1º Ciclo do Ensino Básico) – Escola Superior de Educação de Beja, Beja, Portugal, 2012.

Apêndice A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO UFPI

Carta de Apresentação

Orientador: Renato Germano Reis Nunes
Mestrando: Marcel Francisco Cardoso

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: JOGO TEORIA DA RELATIVIDADE: Material Potencialmente Significativo Para o Ensino da Teoria da Relatividade no Ensino Médio

SUJEITO DA PESQUISA: Discentes que estudam no Ensino Médio da rede pública do estado do Piauí.

Caro discente, tenho o prazer em convidá-lo(a) para participar, como voluntário(a), de um questionário de dissertação intitulada “JOGO TEORIA DA RELATIVIDADE: Material Potencialmente Significativo Para o Ensino da Teoria da Relatividade no Ensino Médio”. Questionário esse que é de fundamental importância para a construção de minha dissertação, sendo parte curricular da minha obtenção do grau de mestre no ensino de Física. Tem como objetivo coletar dados referentes à aplicação do jogo TEORIA DA RELATIVIDADE. Todos os dados aqui colhidos serão usados estatisticamente, no intuito de realizar uma análise geral sobre o uso de jogos no ensino de Física.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, poderá entrar em contato com o pesquisador pelo e-mail marcelfr09@gmail.com.

Consentimento livre e esclarecido

Declaro que compreendi os objetivos dessa pesquisa, como ela será realizada e concordo em participar voluntariamente. Foi-me garantido que posso tirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer penalidade. Dou meu consentimento para que o pesquisador que elaborou o questionário utilize os dados, por mim fornecido, de forma anônima na dissertação, em relatórios, artigos e apresentações.

Assinatura do(a) Participante

Obrigado pela Colaboração.

Apêndice B

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO UFPI

Questionário para avaliação do produto educacional

















Diagnóstico da aplicação do JOGO TEORIA DA RELATIVIDADE						
* Marque um x para cada item demonstrando o seu grau de concordância com a afirmação nele descrito.						
	Afirmação	Discordo Plenamente	Discordo	Neutro/ Indiferente	Concordo	Concordo plenamente
1	Visualmente, o jogo desperta interesse e capturou minha atenção.					
2	Eu gostei do jogo e gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.					
3	As atividades do jogo foram muito difíceis.					
4	Me senti bem ao completar o jogo.					
5	Me senti estimulado a aprender com o jogo.					
6	O jogo me manteve motivado a continuar utilizando-o.					
7	Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.					
8	O jogo suporta a interação social entre os jogadores.					
9	Achei o jogo meio parado.					
10	Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.					

O que você sugere de alteração ou melhoria para o Jogo Teoria da Relatividade?
Qual sua opinião geral sobre o Jogo?

Apêndice C

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO UFPI

Jogo Teoria da Relatividade

Fique 1 rodada sem jogar.	 1879 - 1955	Volte 2 casas.	A velocidade da luz é invariável.			 1879 - 1955	Avance 2 casas.	Avance 2 casas.		Visite o planeta Terra
1 000 P	2 500 P	1 000 P	1 000 P	1 000 P	5 000 P	1 500 P	1 500 P	1 500 P	1 500 P	1 500 P
Velocidade da luz - 300 000 km/s	 1852 - 1931	Fique 1 rodada sem jogar.	A velocidade da luz é invariável em qualquer referencial.		 1879 - 1955	Avance 4 casas.	Simultaneidade é um conceito relativo.		 1879 - 1955	Volte 2 casas.
1 000 P	2 500 P	1 000 P	1 000 P	2 500 P	1 000 P	5 000 P	1 500 P	1 500 P	1 500 P	1 500 P
O movimento de qualquer corpo está sujeito as mesmas leis físicas.	 1564 - 1642	Repouso e movimento depende de um referencial.	Volte 3 casas.		O espaço e o tempo são independentes e absolutos.	Avance 2 casas.	 1643 - 1727		13 000 P	Início
1 000 P	1 000 P	2 500 P	1 000 P	1 000 P	2 500 P	1 000 P	2 500 P	1 000 P	1 000 P	1 000 P
1905 "Annus Mirabilis"										

Apêndice D

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO UFPI

Manual de Instrução



2 a 4 Jogadores

MANUAL DE INSTRUÇÕES

+12 Anos

MATERIAL NECESSÁRIO

01 tabuleiro, 04 peões, 40 cartas, 02 dados, papel e caneta.

OBJETIVO

Ser o primeiro jogador a conseguir 300 000 pontos.

PREPARAÇÃO

1. Colocar o tabuleiro em uma superfície plana.
2. Cada jogador escolhe seu peão e os posiciona na casa INÍCIO.
3. Traçar o baralho, dividir em dois montes e os colocar nos locais indicados no tabuleiro.
4. Papel e caneta para anotar os pontos de cada jogador.

INÍCIO DO JOGO

Os jogadores lançaram os dados e aquele que obter o maior número nos dados começa. O primeiro jogador lança os dados e avança o número de casas da soma dos dois dados e cumpre o que indica a casa. O jogo segue a ordem dos jogadores no sentido horário a partir do primeiro jogador.

MOVIMENTANDO O PEÃO

Ao cair na casa com o ponto de interrogação (?) o jogador escolhe um dos montes, retira uma carta do baralho e segue a instrução. Na demais casas, o jogador ler a informação descrita, podendo receber os pontos ou efetuando a ação descrita na casa.

CARTAS

Vermelhas
Quando o jogador retira uma carta vermelha, deve escolher um outro jogador para responder à pergunta descrita na carta, caso o jogador acerte a resposta, ganha os pontos da carta e caso contrário o jogador que fez a pergunta ganha os pontos. Após ser usada a carta deve ser retirada do baralho.

Amarela e Azuis
O jogador ler a informação aos demais jogadores e ganha os pontos da carta. Após usada a carta deve ser retirada do baralho.

CASA INÍCIO

Se o peão passar ou parar na casa Início, o jogador recebe 15 000 pontos. Se for levado a Terra devido a uma ação não recebe o bônus.

IMPORTANTE

1. Caso todos os jogadores fiquem impossibilitados de jogar devido a ações do jogo, o primeiro jogador retido de ação recomeça da casa onde está (Exemplo: todos na casa Terra ou fique sem jogar).
2. Para um jogo mais rápido, estipular um tempo de jogo, nesse modo o vencedor será o que tiver a maior pontuação ao término do tempo.
3. Se todas as cartas forem usadas, embaralha-se novamente e divide com no início do jogo.

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

 **MNPEF** Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

 **SBF** SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Apêndice E

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO UFPI

JOGO TEORIA DA RELATIVIDADE

(Guia Instrucional do Professor)

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



MARCEL FRANCISCO CARDOSO

JOGO TEORIA DA RELATIVIDADE: Material Potencialmente Significativo Para o Ensino da Teoria da Relatividade no Ensino Médio

(Guia Instrucional do Professor)

Produto educacional que compõe a Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF).

**Teresina
Outubro/2018**

Apresentação

Caro(a) professor(a),

O jogo teoria da relatividade é um jogo de tabuleiro, que aborda os conceitos da Teoria da Relatividade de Einstein abordados na 3ª série do ensino médio. É uma trilha que mostrada os conceitos e os principais estudiosos desta área de conhecimento. Este material visa auxiliar a sua utilização em sala de aula, neste está descrito: as regras, tempo de jogos, dicas de impressão, modos de aplicação. Também disponibiliza material para impressão: manual de instrução, tabuleiro, cartas, modelo de dado e peões. O objetivo do uso deste jogo em sala de aula é potencializar a aprendizagem significativa através da aquisição de subsunçores ou modificação dos já existes na estrutura cognitiva do aluno. É uma atividade lúdica com potencialidade de aprendizagem capaz de provocar melhoria na interação social entre aluno-aluno e aluno-professor, oferecendo uma oportunidade de crescimento social e cultural do aluno.

O Jogo “Teoria da Relatividade”

O jogo “Teoria da Relatividade” é formado por: dois dados, dez cartas amarelas, dez cartas azuis e vinte cartas vermelhas, no total de 40 cartas, um tabuleiro com quarentas casas, um manual de instruções e quatro peões. Sendo necessário papel e caneta para as anotações necessárias.

Objetivo do jogo

Existem dois modos de jogo para cada modo objetivo diferente.

Modo 1 - Partida sem limite de tempo. Acumular o número máximo de 300 000 Pontos.

Modo 2 – Partida com tempo limitado. Conseguir o maior número de pontos durante a partida.

No modo 1 o tempo médio da partida está entre 2 a 3 horas, no modo 2 recomendasse uma partida de 30 min. pois, ao término o professor poderá discutir sobre o tema abordado no jogo tento em vista uma aula de 50 min.

Número de jogadores

2 a 4 jogadores.

É recomendável que o número máximo de jogadores não seja superior a quatro jogadores e que evite jogadores solitários.

Regras

Para iniciar, cada jogador escolhe seu peão¹⁴ e os posiciona na casa início, a ordem de jogadas será decidida inicialmente pelo lançamento de dados onde cada jogador o lançará, aquele que obtiver a maior pontuação inicia. Como o jogo é alternado, após o primeiro jogador A realizar a sua jogada, este passa a vez ao jogador B seguindo o sentido do tabuleiro, demonstrado na casa início, subsequente jogam os demais.

¹⁴ Qualquer objeto que possa representar o jogador, com dimensões que não comprometa o jogo.

O primeiro jogador joga o dado e move seu peão sobre o tabuleiro, obedecendo o número de casas correspondentes a somatória dos números que aparecerem nos dados. Exemplo: Se o jogador obtiver a somatória seis, moverá seu peão até a casa **Galilei Galilei** e ganhará **2 500 P**, terminada sua jogada, passa a vez ao segundo jogador que repete os procedimentos do primeiro, e assim por diante até o final da rodada de jogadores. Todos os peões movem-se no sentido horário a partir da casa início.

Quando o peão é movido, na casa que terminar o seu movimento, o jogador o qual ele representa lê a informação descrita na casa em voz audível e recebe o ponto referente a casa, caso o jogador não leia a informação não recebe os pontos.

No tabuleiro existem as casas de ação onde o jogador deve realizar uma ação após a outra. Por exemplo: Se um jogador A no início do jogo obtiver uma soma igual a dois, moverá seu peão e cairá na casa cuja descrição diz **Avance 2 casas**, o jogador efetua a ação requerida movendo seu peão novamente o que o leva a casa com o ponto de ? ao cair nessa casa o jogador deve retirar uma carta do topo do baralho, esta carta poderá ser amarela, azul ou vermelha.

- Carta amarela – o jogador lê a informação da carta para que todos possam ouvir e recebe os pontos da carta;
- Carta azul – o jogador lê a informação da carta em voz audível e compreensiva e recebe os pontos da carta;
- Carta vermelha – o jogador lê a pergunta da carta para todos os outros jogadores e escolhe aquele que deverá responder;

Se o jogador escolhido responder corretamente recebe os pontos da carta, caso erre, o jogador que fez a pergunta receberá os pontos. A carta deve ser mostrada aos demais jogadores para a conferência e transparência, após ser utilizadas as cartas são retiradas do baralho. Então, aplica-se a mesma regra das casas, se o jogador não ler a informação da carta (amarela, azul ou vermelha) para todos ouvirem não recebe os pontos referente ao seu valor. Se todas as cartas forem utilizadas embaralha-se novamente e as reutiliza.

Ao completar uma volta no tabuleiro, o jogar recebe 15 000 P, não sendo necessário que o seu peão pare na casa início, bastando apenas que ele passe por ela. A partida se encerra quando um dos jogadores obtiver a soma de 300 000

Figura 2: Tabuleiro impresso em quatro folhas A4



Fonte: Autoria Própria

Quando impresso em partes, cortam-se as partes em excesso para que possa uni-la pra formar o tabuleiro, para fixa usa-se fita adesiva ou cola.

As cartas, para melhor manuseio, devem ser impressas em papel cartão ou cartolina, por ser mais resistente a dobraduras, o que não impede que estas sejam impressas em papel comum, bastando que se tenha um cuidado ao manuseá-las. Todas as cartas têm a mesma dimensão (8 cm x 6cm), sendo que podem ser impressas em tamanho reduzido, desde que não comprometa sua leitura.

Momentos de Aplicação

Por ser uma atividade lúdica, esta não se prende a um momento determinado de aplicação, ficando a critério do professor em que estagio da aprendizagem irá aplicar. Podendo ser aplicado da seguinte forma: antes das arguições sobre o conteúdo, durante o estudo do tema ou ao término do

conteúdo. Se utilizado antes, tem a potencialidade de fornecer subsunçores ou ideias iniciais ao aluno sobre a Teoria da Relatividade, em caso de aplicação durante ou após apresentação do conteúdo terá a finalidade de fortalecer e solidificar os conceitos a estrutura cognitiva do aprendiz.

Material Para Impressão

1. Tabuleiro folha única;
2. Cartas;
3. Dados;
4. Manual de instrução do jogo para o aluno;
5. Tabuleiro em partes.

Cartas

<p>Éter</p>  <p>(JFRJ-RJ) O conceito de éter surgiu na Grécia antiga, significando uma espécie de fluido sutil e rarefeito que preenchia o espaço e envolvia a Terra. No entanto, as experiências de Michelson-Morley, realizadas em 1887, mostraram a inconsistência desse conceito; As inconsistências do conceito de éter levaram Einstein a elaborar a teoria de que a velocidade da luz:</p> <ol style="list-style-type: none"> é constante para qualquer observador e independente de qualquer movimento da fonte ou do observador. é constante para qualquer observador e independente de qualquer movimento da fonte ou do observador. é constante e dependente do observador, porém independente de qualquer movimento relativo da fonte. é constante e independente do observador, porém dependente de qualquer movimento relativo da fonte. <p>Resposta: B Ganho: 1 500 P</p>	<p>Curva tempo-espaço</p>  <p>(UEG-GO) Hoje sabe-se que a luz tem velocidade de aproximadamente 300.000 km/s, que é uma velocidade muito grande, porém finita. A teoria moderna que admite a velocidade da luz constante em qualquer referencial e, portanto, torna elásticas as dimensões do espaço e do tempo é:</p> <ol style="list-style-type: none"> a teoria da relatividade. a teoria da dualidade onda-partícula. a teoria atômica de Bohr. o princípio de Heisenberg. a lei da entropia. <p>Resposta: A Ganho: 1 500 P</p>	<p>Velocidade da luz</p>  <p>Sobre os postulados da relatividade, marque o que for falso:</p> <ol style="list-style-type: none"> As leis da Física são as mesmas em todos os referenciais que mantêm velocidade constante ou que estão parados. A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor para qualquer referencial inercial e vale 3×10^8 m/s. A velocidade da luz tem seu valor máximo no vácuo e tem o mesmo valor para qualquer referencial inercial, que é 300000 m/s. Os postulados da teoria da relatividade fundamentam a teoria da relatividade de Einstein. <p>Resposta: C Ganho: 1 500 P</p>	<p>Verdadeiro ou Falso?</p>  <p>Para o perfeito funcionamento dos satélites de GPS, é necessário levar em consideração os efeitos relativísticos por estarem em órbitas extremamente afastadas da superfície e em alta velocidade de translação.</p> <p>Resposta: Verdadeiro Ganho: 1 500 P</p>
<p>Verdadeiro ou Falso?</p>  <p>A curvatura do espaço-tempo é uma das principais consequências da teoria da relatividade geral, de acordo com a qual a gravidade é feito ou consequência da geometria curva do espaço-tempo</p> <p>Resposta: Verdadeiro Ganho: 1 500 P</p>	<p>Verdadeiro ou Falso?</p>  <p>Quando o irmão gêmeo retorna para a Terra após sua viagem a velocidade da luz, ele estará mais velho que o irmão que não viajou.</p> <p>Resposta: Falso Ganho: 1 500 P</p>	<p>Verdadeiro ou Falso?</p>  <p>O tempo é relativo, ou seja, dois observadores, em movimentos relativos, obtêm o mesmo valor para a duração de um mesmo evento.</p> <p>Resposta: Falso Ganho: 1 500 P</p>	<p>Verdadeiro ou Falso?</p>  <p>O efeito fotoelétrico ocorre quando uma placa metálica é exposta a uma radiação eletromagnética de frequência alta. Em 1905 Einstein publicou um artigo que explicava devidamente esse efeito.</p> <p>Resposta: Verdadeiro Ganho: 1 500 P</p>

Verdadeiro ou Falso?

A Michelson Interferometer

O experimento de Albert Michelson e Edward Morley comprovou a existência do éter lumífero.

Resposta: **Falso** Ganho: **1 500 P**

Verdadeiro ou Falso?

A velocidade das ondas eletromagnéticas no vácuo é igual a $3 \cdot 10^8$ m/s, o que corresponde à mesma velocidade da luz.

Resposta: **Verdadeiro** Ganho: **1 500 P**

Verdadeiro ou Falso?

As ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com velocidade infinita.

Resposta: **Falso** Ganho: **1 500 P**

Verdadeiro ou Falso?

Para Galileu o tempo é um evento arbitrário, é o mesmo para qualquer referencial inercial.

Resposta: **Verdadeiro** Ganho: **1 500 P**

Relatividade

(UNIFOR-CE) Albert Einstein revolucionou o modo de pensar o espaço e o tempo ao lançar, no início do século XX, as bases da Teoria da Relatividade.

Análise as seguintes afirmações:

I. A Mecânica Clássica não impõe limite para o valor da velocidade que uma partícula pode adquirir e sua velocidade poderá aumentar indefinidamente.

II. Corpos em movimento, com velocidades próximas à da luz, sofrem contrações em suas três dimensões em relação às que possuem quando em repouso.

III. A velocidade de um objeto, em relação a qualquer referencial, não pode superar a velocidade da luz no vácuo.

É correto o que se afirmar **SOMENTE** em?

Resposta: **I e III** Ganho: **1 500 P**

Relatividade

(UFRN-RN) a noção de simultaneidade é relativa e não absoluta. A relatividade da simultaneidade é consequência do fato de que:

a) a teoria da Relatividade Especial só é válida para velocidades pequenas em comparação com a velocidade da luz.

b) a velocidade de propagação da luz no vácuo não depende do sistema de referência inercial em relação ao qual ela é medida.

c) a teoria da Relatividade Especial não é válida para sistemas de referência inerciais.

d) a velocidade de propagação da luz no vácuo depende do sistema de referência inercial em relação ao qual ela é medida.

Resposta: **B** Ganho: **1 500 P**

Relatividade

value

energy | mass | speed of light

$$E = mc^2$$

J | kg | 299,792,458 m/s

units

$c^2 = 89,875,517,873,681,800 \text{ m}^2/\text{s}^2$

(UEPB-PB) Através da relação $E_c = \Delta m \cdot c^2$, fica claro que existe uma equivalência entre a variação de massa de um corpo e a energia cinética que ele ganha ou perde. Sendo assim, é correto afirmar que:

a) independente de ocorrer uma mudança na energia de um corpo, sua massa permanece a mesma.

b) quando a energia cinética de um corpo diminui, há um correspondente acréscimo de massa deste corpo.

c) quando um corpo adquire energia cinética sua massa não sofre um acréscimo.

d) quando um corpo adquire energia cinética sua massa sofre uma diminuição.

e) quando a energia cinética de um corpo diminui, há uma correspondente diminuição de massa deste corpo.

Resposta: **E** Ganho: **1 500 P**

Relatividade

(UEG-GO) Qual das afirmações a seguir é correta para a teoria da relatividade de Einstein?

a) No vácuo, a velocidade da luz depende do movimento da fonte de luz e tem igual valor em todas as direções.

b) Elétrons são expulsos de uma superfície quando ocorre a incidência de uma radiação eletromagnética (luz).

c) Em determinados fenômenos, a luz apresenta natureza de partícula e, em outros, natureza ondulatória.

d) Na natureza, não podem ocorrer interações de velocidades superiores à velocidade da luz c.

Resposta: **D** Ganho: **1 500 P**

Relatividade




(UFPR-LRS) De acordo com seus conhecimentos sobre Física Moderna e as informações dadas, está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s).

- I. O tempo transcorre da mesma maneira em qualquer referencial inercial, independente da sua velocidade.
- II. O comprimento dos corpos diminui na direção do movimento.
- III. Quando a velocidade de um corpo tende à velocidade da luz (c), sua massa tende ao infinito.

Resposta: **II e III** Ganho: **1 500 P**

Universidade Federal do Paraná
MNPEF
SBF

Relatividade



(UNIFOR-CE) Sobre a Teoria da Relatividade quais afirmações são verdadeiras?

- I. Corpos em movimento sofrem contração na direção desse movimento em relação ao tamanho que possuem quando medidos em repouso.
- II. Um relógio em movimento funciona mais lentamente que o relógio em repouso, para um observador em repouso.
- III. A velocidade de qualquer objeto em relação a qualquer referencial não pode ser maior que a velocidade da luz no vácuo.

Resposta: **Todas** Ganho: **1 500 P**

Universidade Federal do Paraná
MNPEF
SBF

Relatividade



Sobre a teoria da relatividade, qual a alternativa verdadeira?

- a) O tempo é uma grandeza absoluta
- b) Para objetos na velocidade da luz ocorre a contração do tempo
- c) Para objetos na velocidade da luz ocorre a contração do comprimento
- d) Para objetos na velocidade da luz ocorre a dilatação dos comprimentos.

Resposta: **C** Ganho: **1 500 P**

Universidade Federal do Paraná
MNPEF
SBF

Verdadeiro ou Falso?



As transformadas de Lorentz só se aplicam quando a velocidade se aproxima da velocidade da luz, sendo falsa quando as velocidades são muito inferiores a da luz.

Resposta: **Falso** Ganho: **1 500 P**

Universidade Federal do Paraná
MNPEF
SBF

Transformações de Lorentz

$$x' = \gamma(x - vt)$$

$$y' = y, z' = z$$

$$t' = \gamma\left(t - \frac{v}{c^2}x\right)$$

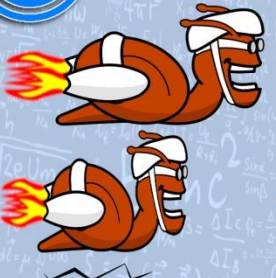
onde $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$

Homenagem ao físico holandês Hendrik Lorentz, descrevem como, de acordo com a relatividade especial, as medidas de espaço e tempo de dois observadores se alteram em cada sistema de referência. Quando a velocidade do corpo é muito pequena em relação a velocidade da luz elas se assemelham as transformadas de Galileu.

Receba: **1 500 P**

Universidade Federal do Paraná
MNPEF
SBF

Contração do espaço



0,86 c

0,995 c

Corpos em movimento sofrem uma contração de tamanho na direção desse movimento em relação ao tamanho que tem quando medido em repouso.

Receba: **1 500 P**

Universidade Federal do Paraná
MNPEF
SBF

Curvatura espaço-tempo

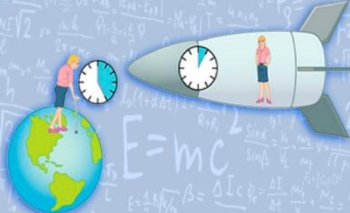


Em 1915, Einstein propôs a teoria da relatividade geral, que substituiu a teoria da gravitação universal proposta por Newton. A gravidade é uma manifestação da curvatura do espaço-tempo. Essa curvatura é produzida pela quantidade de massa-energia no espaço-tempo.

Receba: **1 500 P**

Universidade Federal do Paraná
MNPEF
SBF

Dilatação do Tempo



Uma das consequências dos postulados da teoria da relatividade especial é que o tempo é relativo, ou seja, dois observadores, em movimento relativo, podem obter valores diferentes para a duração de um mesmo evento.

Receba: **1 500 P**

Universidade Federal do Paraná
MNPEF
SBF

Efeito fotoelétrico

radição
fotôeltron
elétrons livres

Em 1905, Albert Einstein, explicou o fenômeno e as propriedades "estranhas" do efeito que era causado em um determinado material quando exposto a uma radiação eletromagnética. Sua explicação sobre esse efeito lhe rendeu o prêmio Nobel de Física em 1921.

Receba: 1 500 P

MNPEF
SBF

Ondas eletromagnéticas

Campo Elétrico
Campo Magnético
Velocidade da Luz
Frequência

Por volta de 1860, James Clerk Maxwell (1831-1879) desenvolveu sua teoria do eletromagnetismo, na qual os fenômenos eletromagnéticos se propagam com **velocidade finita**, a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo equivalente à velocidade da luz 300 000 km/s ou $3 \cdot 10^8$ m/s.

Receba: 1 500 P

MNPEF
SBF

Experimento crucial

Michelson-Morley Equipment
Light source
Detector (telescope)
Mirror
Half-silvered mirror

Em 1887, os cientistas norte-americanos Albert Abraham Michelson (1852-1931) e Edward Williams Morley (1838-1923) estabeleceram com relativa precisão que a velocidade da luz se mantinha constante em qualquer direção que fosse medida, não dependendo do movimento da Terra contrariando as ideias que os cientistas tinham do éter lumífero.

Receba: 1 500 P

MNPEF
SBF

Relatividade de Galileu

Transformações de Galileu
Relatividade de Galileu e Newton

Sistema de Coordenadas Espaço-Temporal
Os relógios foram sincronizados em $t = t' = 0$
Em $t = 0$, O e O' coincidem

O movimento de qualquer corpo está sujeito às mesmas leis, tanto num sistema de referência que está em repouso quanto num sistema de referência que se desloca em movimento uniforme e em linha reta (chamados de referências inerciais).

Receba: 1 500 P

MNPEF
SBF

Teoria da Relatividade

As leis da Física são as mesmas em qualquer referencial inercial.

Einstein nega a existência de um sistema de referência universal, de modo que os observadores em sistemas de referência inercial diferentes devem observar um fenômeno físico da mesma maneira.

Receba: 1 500 P

MNPEF
SBF

Teoria da Relatividade

300 000 km/s

A velocidade da luz é constante em qualquer referencial inercial, independentemente de a fonte emissora estar ou não em movimento. Possui a velocidade no vácuo de 299 792 458 m/s. O valor da velocidade da luz no vácuo é considerado como um limite universal, intransponível.

Receba: 1 500 P

MNPEF
SBF

Jules Henri Poincaré
(1854 - 1912)

Reconhecido como co-descobridor da teoria da relatividade restrita. Em 1902, Poincaré escreveu:

1. Não existe espaço absoluto, não apenas concebemos movimentos relativos;
2. Não existe tempo absoluto; dizer que duas durações são iguais é uma afirmação que não tem qualquer sentido.

Receba: 1 500 P

MNPEF
SBF

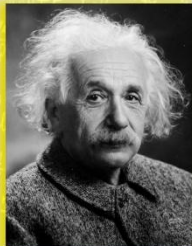
Albert Einstein
(1879 - 1955)

1. Na década de 20, Einstein lançou a nova ciência da cosmologia. Suas equações diziam que o universo era dinâmico;
2. Se tornou cidadão norte-americano em 1940;
3. Morreu em 18 de abril de 1955, aos 76 anos. Durante a autópsia, Thomas Stoltz Harvey removeu o cérebro de Einstein para preservação e estudo.

Receba: 2 000 P

MNPEF
SBF

Albert Einstein
(1879 - 1955)

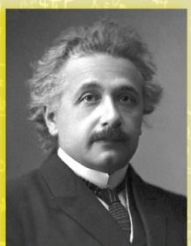


Em 26 de dezembro de 1905 publico seu artigo "Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento" que contém a teoria da relatividade restrita e especial. Em novembro de 1915, Einstein completou a teoria geral da relatividade, que ele considerou sua obra-prima.

Receba: 2 000 P

MNPEF Sociedade Nacional de Física

Albert Einstein
(1879 - 1955)



Prêmio Nobel de Física de 1921. Por seu trabalho que contém a explicação quântica de como a radiação eletromagnética interage com a matéria (efeito fotoelétrico), publicado em seu artigo intitulado "Sobre um ponto de vista heurístico a respeito da produção e transformação da luz" de 9 de junho de 1905.

Receba: 2 000 P

MNPEF Sociedade Nacional de Física

Albert Einstein
(1879 - 1955)



Em 1905, teve quatro artigos publicados pelo periódico alemão Annalen der Physik. O primeiro tratava do efeito fotoelétrico; O segundo artigo fazia referência ao movimento browniano; O terceiro artigo, intitulado "Sobre a eletrodinâmica de corpos em movimento" e o quarto "A inércia de um corpo depende de seu conteúdo de energia?"

Receba: 2 000 P

MNPEF Sociedade Nacional de Física

Albert Einstein
(1879 - 1955)

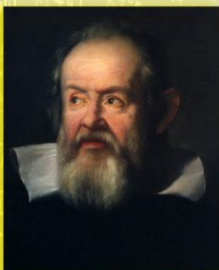


Nasceu em 14 de março de 1879 em Ulm na Alemanha, e faleceu em 18 de abril de 1955, no hospital Princeton, nos Estados Unidos.

Receba: 1 500 P

MNPEF Sociedade Nacional de Física

Galileu Galilei
(1564 - 1642)

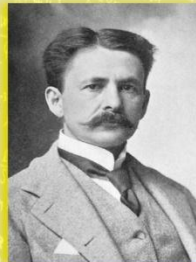


Um dos primeiros a fazer referência a ideia de relativizar o movimento. Segundo suas ideias o movimento de qualquer corpo está sujeita às mesmas leis. Surge os referenciais inerciais.

Receba: 2 000 P

MNPEF Sociedade Nacional de Física

Albert Abraham Michelson
(1852 - 1931)




Físico norte-americano, mais conhecido por seus trabalhos com a medição da velocidade da luz e pelo Experimento de Michelson-Morley. Foi o primeiro americano a receber o Prêmio Nobel de Física (em 1907).

Receba: 2 000 P

MNPEF Sociedade Nacional de Física

Hendrik Antoon Lorentz
(1853 - 1928)




Físico holandês, desenvolveu a teoria clássica do elétron e a interação da radiação eletromagnética com a matéria, tendo previsto o efeito de Zeeman (clássico) e inventado a transformação de coordenadas que viriam a ser deduzidas pela teoria da relatividade restrita.

Receba: 2 000 P

MNPEF Sociedade Nacional de Física

James Clerk Maxwell
(1831 - 1879)

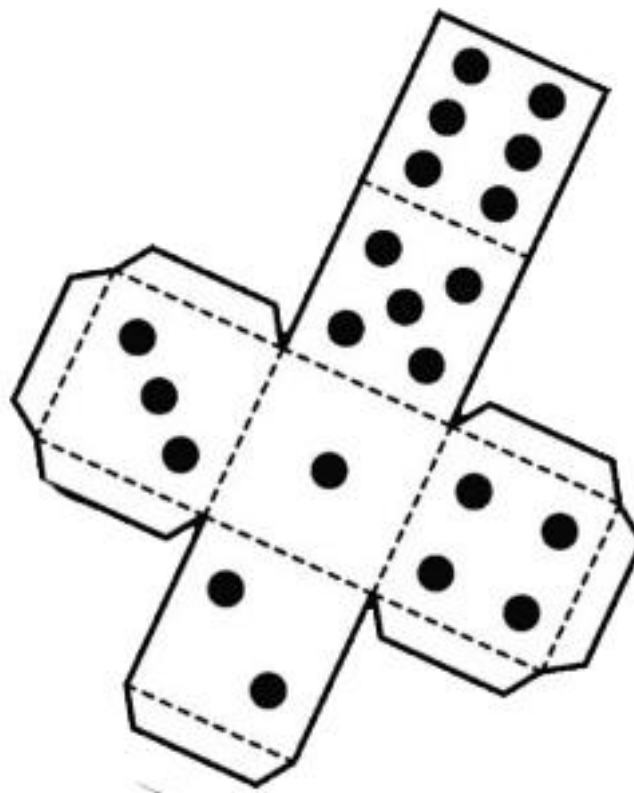
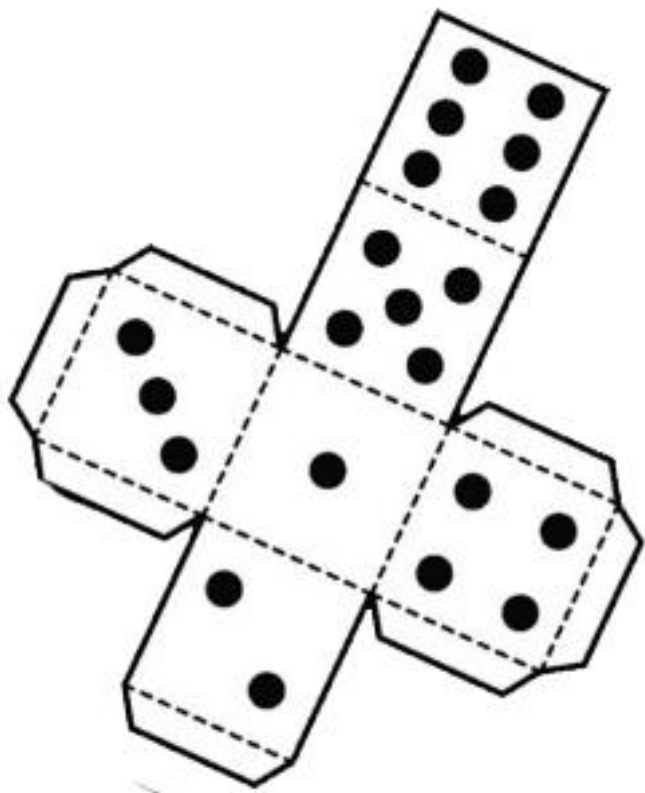


Em 1860, desenvolveu a teoria do eletromagnetismo, na qual os fenômenos eletromagnéticos se propagam com velocidade finita.

Receba: 2 000 P

MNPEF Sociedade Nacional de Física

Modelo de Dados





2 a 4
Jogadores

MANUAL DE INSTRUÇÕES

MATERIAL NECESSÁRIO

01 tabuleiro, 04 peões, 40 cartas, 02 dados, papel e caneta.

OBJETIVO

Ser o primeiro jogador a conseguir **300 000 pontos**.

PREPARAÇÃO

1. Colocar o tabuleiro em uma superfície plana.
2. Cada jogador escolhe seu peão e os posiciona na casa INÍCIO.
3. Traçar o baralho, dividir em dois montes e os colocar nos locais indicados no tabuleiro (R).
4. Papel e caneta para anotar os pontos de cada jogador.

INÍCIO DO JOGO

Os jogadores lançaram os dados e aquele que obter o maior número nos dados começa. O primeiro jogador lança os dados, avança o número de casas da soma dos dois dados e cumpre o que indica a casa. O jogo segue a ordem dos jogadores no sentido horário a partir do primeiro jogador.

MOVIMENTANDO O PEÃO

Ao cair na casa com o ponto de interrogação (?) o jogador escolhe um dos montes, retira uma carta do baralho e segue a instrução. Nas demais casas, o jogador ler a informação descrita, podendo receber os pontos ou efetuando a ação descrita na casa.

CARTAS

Vermelhas

Quando o jogador retirar uma carta vermelha, deve escolher outro jogador para responder a pergunta descrita na carta, caso o jogador acerte a resposta, ganha os pontos da carta e caso contrário, o jogador que fez a pergunta ganha os pontos. Após ser usada, a carta deve ser retirada do baralho.

Amarela e Azuis

O jogador ler a informação aos demais jogadores e ganha os pontos da carta. Após usada a carta deve ser retirada do baralho.

CASA INÍCIO

Se o peão passar ou parar na casa Início, o jogador recebe 15 000 pontos. Se for levado a Terra devido a uma ação, não recebe o bônus.

IMPORTANTE

1. Caso todos os jogadores fiquem impossibilitados de jogar devido a ações do jogo, o primeiro jogador retido de ação recomeça da casa onde está (Exemplo: todos na casa Terra ou fique sem jogar).
2. Para um jogo mais rápido, estipular um tempo de jogo, nesse modo o vencedor será o que tiver a maior pontuação ao término do tempo.
3. Se todas as cartas forem usadas, embaralhe-se novamente e dividi como no início do jogo.



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Tabuleiro em partes



EMC?

1 000 P

A velocidade da luz é um limite intransponível.

1 000 P

Volte
2
casas.

2 500 P



Morley
1838 - 1923

1 000 P

Velocidade da luz no vácuo ~ 300 000 Km/s

2 500 P



Michelson
1832 - 1931

Fique 1 rodada sem jogar.

1 000 P

A velocidade de um onda eletromagnética é finita e equivale a da luz.

Fique 1 rodada sem jogar.

Relatório Mensal

 <p>Visite o planeta Terra</p>	<p>A velocidade da luz é constante em qualquer referencial inercial.</p> <p>1 500 P</p>	 <p>Hendrik Lorentz 1853 - 1928</p> <p>2 500 P</p>	<p>Avance $\frac{4}{}$ casas.</p>	<p>Simultaneidade é um conceito relativo.</p> <p>1 000 P</p>	
<p>As leis da Física são as mesmas em qualquer referencial inercial.</p> <p>1 500 P</p>	<p>Avance $\frac{2}{}$ casas.</p>	<p>Prêmio Nobel de Física em 1921. Efeito Fotoelétrico</p> <p>1 500 P</p>			
 <p>Albert Einstein 1879 - 1955</p>	<p>5 000 P</p>				
					



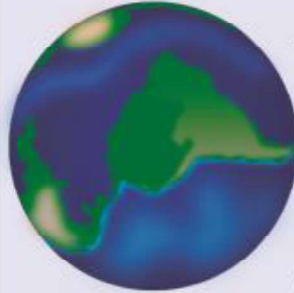
QUIZ



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

	2 500 P  Jame Maxwell 1831 - 1879	1 000 P 1915 Teoria da Relatividade Geral.	Avance 2 casas.	1 000 P O movimento de qualquer corpo está sujeito as mesmas leis físicas.	 D e s c a n s e Fique 2 rodadas sem jogar.
---	--	---	--------------------------------	---	--

1 000 P

1905
“Annus
Mirabilis”

1 000 P

Repouso e
movimento
depende de
um referencial.

**Volte
3
casas.**

2 500 P



Galileu Galilei
1564 - 1642



1 000 P
O espaço e o tempo são independentes e absolutos.

Avance
2
casas.

2 500 P



Issac Newton
1643 - 1727



Receba
15 000 P



Início

1 500 P
Gravidade é uma manifestação da curvatura do espaço-tempo.

Volte
2
casas.

5 000 P



Albert Einstein
1879 - 1955



ANEXO

CERTIFICADO

O Comitê Organizador certifica que o trabalho PROPOSTA PARA O ENSINO DE MECÂNICA QUÂNTICA NA 3 SÉRIE DO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO O JOGO TRILHA QUÂNTICA de autoria de Marcel Cardoso, Eliad Lima, Renato Germano foi apresentado na sessão 01 - ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA no XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado de 23 a 27 de Janeiro de 2017 em São Carlos, SP, Brasil.



173-1358-1

São Carlos, 27 de Janeiro de 2017

Tomaz Catunda
Tomaz Catunda
Coordenador Geral



Carolina de Souza
Carolina de Souza
Vice-Coordenadora