

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**Regina Lúcia Silva Alonso Campos**

**OS JOGOS ELETRÔNICOS COMO METODOLOGIA APLICADA  
NO ENSINO DE FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA PARA O ENSINO DA FORÇA  
GRAVITACIONAL**

Juiz de Fora

2020

**Regina Lúcia Silva Alonso Campos**

**OS JOGOS ELETRÔNICOS COMO METODOLOGIA APLICADA  
NO ENSINO DE FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA PARA O ENSINO DA FORÇA  
GRAVITACIONAL**

Dissertação apresentada ao Polo 24 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora / Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Escola Básica.

Orientadora: Dra. Diana Esther Tuyarot de Barci

Juiz de Fora

2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Regina Lúcia Silva Alonso, CAMPOS.  
OS JOGOS ELETRÔNICOS COMO METODOLOGIA APLICADA  
NO ENSINO DE FÍSICA : UMA EXPERIÊNCIA PARA O ENSINO  
DA FORÇA GRAVITACIONAL / CAMPOS Regina Lúcia Silva Alonso.  
-- 2020.  
119 p. : il.

Orientadora: Diana Esther Tuyarot de Barci  
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Física, 2020.

1. A órbita dos planetas.. 2. Lei dos Períodos.. 3. Lei das Áreas.. 4. A Relatividade da Simultaneidade.. 5. A Relatividade Geral. I. Tuyarot de Barci, Diana Esther, orient. II. Título.

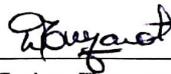
**Regina Lúcia Silva Alonso Campos**

**OS JOGOS ELETRÔNICOS COMO METODOLOGIA APLICADA  
NO ENSINO DE FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA PARA O ENSINO DA FORÇA  
GRAVITACIONAL**

Dissertação apresentada ao Polo 24 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora / Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Escola Básica.

Aprovada em 19 de novembro de 2020

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof<sup>ª</sup> Dra. Diana Esther Tuyarot de Barci - Orientadora  
Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais



---

Prof. Dr. Emmanuel Marcel Favre-Nicolin  
Instituto Federal do Espírito Santo



---

Prof. Dr. Paulo Henrique Dias Menezes  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dedico este trabalho Àquele que me chamou à vida, colocou no meu ser a essência do Seu Ser Divino e permitiu que eu vencesse mais uma etapa importante na minha vida, o que, sem Ele, jamais conseguiria. A Ele é dado todo louvor e glória, para todo o sempre.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus que me presenteou com mais esta vitória; ao meu marido Roney que, com uma paciência invejável, me apoiou de forma incondicional; aos meus pais, Raul e Maria Lúcia; irmãos e demais familiares; aos meus filhos Fernando, Lorena e aos meus enteados Emerson e Queila; aos meus netos, Davi, Helena e Lara, que me motivaram e me alegraram nos momentos mais difíceis desta caminhada; aos amigos e aos colegas de trabalho que me incentivaram; aos meus amigos Alan Belisário, Dara Folly e Dora Medeiros; à minha orientadora Diana Tuyarot; ao Coordenador do MNPEF Paulo Menezes; aos colegas e professores do mestrado e a Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela iniciativa.

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

“... Jogos forçam você a decidir, escolher, priorizar. Todos os benefícios intelectuais do jogo derivam desta virtude fundamental, porque aprender a pensar é, em última análise, aprender a tomar as decisões certas: avaliar as evidências, analisar situações, consultar seus objetivos de longo prazo, e, em seguida, decidir. Nenhuma outra forma cultural pop envolve diretamente instrumentos de tomada de decisão do cérebro como esse”. (JOHNSON, 2015, p.39).

## RESUMO

### OS JOGOS ELETRÔNICOS COMO METODOLOGIA APLICADA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA PARA O ENSINO DA FORÇA GRAVITACIONAL

Regina Lúcia Silva Alonso Campos

Orientadora:

Prof.<sup>a</sup> Dra. Diana Esther Tuyarot de Barci

A presente pesquisa faz a análise de um objeto de aprendizagem desenvolvido no âmbito do programa de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) que busca novos caminhos e abre novas possibilidades para o ensino da Física na Educação Básica. Trata-se de um aplicativo simples, para plataforma Androide contendo um jogo com 10 fases, divididas em sequências históricas, que abordam assuntos referentes ao conceito de força gravitacional, desde a mecânica newtoniana até a física moderna. O principal objetivo do jogo é fazer com que o aluno aprenda conteúdos da Física por meio de tecnologias utilizadas no dia a dia, em casa, no lazer e em sala de aula, como o smartfone. A organização das atividades baseia-se na gamificação explorando jogos eletrônicos como ferramentas tecnológicas para a compreensão da Física de maneira mais realista. Dessa forma, buscou-se incentivar o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação como instrumentos que auxiliam na construção do conhecimento em sala de aula. Devido à pandemia do COVID-19, a aplicação do produto educacional foi feita excepcionalmente em uma oficina virtual ministrada para um público específico: professores da rede pública e alunos de licenciatura em Física. Os resultados indicam que o produto cumpre a função de ensinar Física de forma mais divertida, atingindo o objetivo de contribuir para a renovação da prática pedagógica utilizando jogos eletrônicos em sala de aula.

Palavras-chave: Ensino de física. Jogos. Tecnologia. Objetos de aprendizagem. Novas metodologias.

## **ABSTRACT**

### **ELECTRONIC GAMES AS APPLIED METHODOLOGY IN PHYSICS TEACHING: AN EXPERIENCE FOR TEACHING GRAVITATIONAL STRENGTH**

Regina Lúcia Silva Alonso Campos

Advisor:

Prof<sup>a</sup> Dra. Diana Esther Tuyarot de Barci

This research analyzes an object of learning developed within the scope of the National Professional Master's Program in Physics Education (MNPEF) that seeks new paths and opens new possibilities for teaching Physics in Basic Education. It is a simple application for the Android platform, containing a game with 10 phases, divided into historical sequences, which address issues related to the concept of gravitational force, from Newtonian mechanics to modern physics. The main objective of the game is to make the student learn Physics content through technologies used in daily life, at home, at leisure and in the classroom, such as the smartphone. The organization of activities is based on gamification exploring electronic games as technological tools for understanding physics in a more realistic way. Thus, we sought to encourage the use of Information and Communication Technologies as instruments that assist in the construction of knowledge in the classroom. Due to the pandemic of COVID-19, the application of the educational product was made exceptionally in a virtual workshop given to a specific audience: public school teachers and undergraduate students in Physics. The results indicate that the product fulfills the function of teaching Physics in a more fun way, reaching the objective of contributing to the renewal of pedagogical practice using electronic games in the classroom.

Keywords: Physics teaching. Games. Technology. Learning objects. New methodologies.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- DIFERENÇA DA FORÇA GRAVITACIONAL DEVIDO AO FORMATO DA TERRA .....	29
FIGURA 2 - PRINCÍPIO DA SUPERPOSIÇÃO DE PARTÍCULAS .....	30
FIGURA 3- TRAJETÓRIA ELÍPTICA DOS PLANETAS, DE ACORDO COM A LEI DE KEPLER. ....	31
FIGURA 4- A ÓRBITA DOS PLANETAS SÃO QUASE CÍRCULOS. PARA A TERRA $e = 0,0167$ . ....	31
FIGURA 5- LEI DAS ÁREAS.....	32
FIGURA 6- LEI DOS PERÍODOS.....	32
FIGURA 7- RELAÇÃO DAS COORDENADAS DOS REFERENCIAIS COM A VELOCIDADE. ....	34
FIGURA 8- CONSEQUÊNCIAS DAS TRANSFORMAÇÕES DE GALILEU.....	35
FIGURA 9 - A RELATIVIDADE DA SIMULTANEIDADE.....	38
FIGURA 10 - DILATAÇÃO DO TEMPO .....	39
FIGURA 11 - CONTRAÇÃO DE UM CORPO PRÓXIMO À VELOCIDADE DA LUZ.....	41
FIGURA 12- PARADOXO DOS GÊMEOS SEGUNDO EINSTEIN .....	43
FIGURA 13 - O PRINCÍPIO DA EQUIVALÊNCIA .....	43
FIGURA 14 – DESVIO DA LUZ .....	44
FIGURA 15 - DEFORMAÇÃO DO ESPAÇO POR CORPOS MASSIVOS .....	46
FIGURA 16 - FORÇA DE CONTATO.....	50
FIGURA 17 - TELA INICIAL DO JOGO .....	51
FIGURA 18 - FORÇA DE CONTATO.....	74
FIGURA 19 - FORÇA DE CAMPO.....	74
FIGURA 20 - ISAAC NEWTON .....	74
FIGURA 21 - A LENDA DA MAÇÃ .....	74
FIGURA 22- SISTEMA SOLAR .....	75
FIGURA 23- FÓRMULA DA LEI DA GRAVITAÇÃO.....	75
FIGURA 24- QUEDA LIVRE.....	75
FIGURA 25- FLUTUAÇÃO NO ESPAÇO.....	76
FIGURA 26- FASES DA LUA.....	76
FIGURA 27- MARÉ ALTA .....	76
FIGURA 28- MARÉ BAIXA.....	76
FIGURA 29 - ALBERT EINSTEIN.....	77
FIGURA 30 - PARADOXO DOS GÊMEOS.....	77
FIGURA 31 - TEORIA DA EQUIVALÊNCIA.....	78
FIGURA 32 - GRAVIDADE SEGUNDO EINSTEIN.....	78

FIGURA 33 - O ECLIPSE DE SOBRAL.....	79
FIGURA 34 - LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.....	79
FIGURA 35 - DEFORMAÇÃO DO ESPAÇO PELO CORPO MASSIVO .....	79
FIGURA 36 - MENU; CADASTRAMENTO; BOAS VINDAS; RESPOSTAS CERTAS E ERRADAS.....	81
FIGURA 37 - ILUSTRAÇÃO DE FORÇAS DE CONTATO E CAMPO .....	81
FIGURA 38 - ILUSTRAÇÕES DO JOGO PARA A FÍSICA CLÁSSICA.....	82
FIGURA 39 - ILUSTRAÇÕES DO JOGO PARA AS TEORIAS DA RELATIVIDADE RESTRITA E GERAL	82
FIGURA 40 - ILUSTRAÇÕES PARA AS TELAS DE CÁLCULO DE ERROS; ACERTOS E PARABÉNS. ...	82
FIGURA 41 – GIRO DE UMA BOLA DE PLÁSTICO NA PONTA DE UM BARBANTE. ....	88
FIGURA 42 - TRAJETÓRIA DE UM PLANETA EM VOLTA DO SOL.....	88
FIGURA 43 - GIRO DE UMA BOLA DE PLÁSTICO NA PONTA DE UM BARBANTE.....	91
FIGURA 44 - TRAJETÓRIA DE UM PLANETA EM VOLTA DO SOL.....	91
FIGURA 45- GABARITO DAS QUESTÕES PARA O PROFESSOR, DISPONÍVEL NO SITE; NÚMERO DA QUESTÃO À ESQUERDA, QUESTÕES E OPÇÕES NO CENTRO E RESPOSTAS CORRETAS À DIREITA. ....	96
FIGURA 46 - VISÃO DA PARTE SUPERIOR DO SITE DE REGISTROS DO QUIZ FÍSICA .....	97
FIGURA 47 - VISÃO DA PARTE INFERIOR DO SITE DE REGISTROS QUIZ FÍSICA .....	97

## **GRÁFICOS**

GRÁFICO 1- MÉDIA DAS NOTAS DOS CANDIDATOS EM CIÊNCIAS DA NATUREZA NOS ÚLTIMOS QUATRO ANOS .....	22
GRÁFICO 2 - NÍVEL DOS CONTEÚDOS APRESENTADOS NO LIVRETO.....	54
GRÁFICO 3- VOCÊ APRENDEU ALGO NOVO COM ESTA ATIVIDADE?.....	55
GRÁFICO 4- VOCÊ ACHA QUE O CONTEÚDO INCENTIVA O LEITOR AO SE APROFUNDAR NO TEMA? .....	56
GRÁFICO 5- QUAL TEMA DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA VOCÊ INCLUIRIA NAS SUAS AULAS?.....	56
GRÁFICO 6- QUANTO ÀS CORES, DESENHOS E FORMA DE EXPLORAR OS CONTEÚDOS DO JOGO. .	58
GRÁFICO 7- ASSINALE COM UM X OS ITENS QUE VOCÊ ACHA EM RELAÇÃO AOS JOGOS NO ENSINO DA FÍSICA .....	59
GRÁFICO 8 –DE 0 A 10, QUAL O GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS JOGOS NO ENSINO DE FÍSICA.....	59
GRÁFICO 9- EM SUA OPINIÃO OS JOGOS DESPERTAM INTERESSE NOS ALUNOS PARA AS AULAS DE FÍSICA?.....	60

GRÁFICO 10 - O QUE VOCÊ ACHA DE ESTUDAR FÍSICA COM ESTE TIPO DE JOGUINHO? .....	60
GRÁFICO 11- O JOGO AJUDOU VOCÊ APRENDER MAIS DE FÍSICA?.....	61
GRÁFICO 12 - GOSTARIA DE JOGAR ESTE JOGO NOVAMENTE? .....	61
GRÁFICO 13- TOTAL DE ALUNOS; NOMES; ALUNOS APROVADOS E REPROVADOS; O NÚMERO ERROS E ACERTOS NAS QUESTÕES ESPECÍFICAS. ....	95
GRÁFICO 14- GRÁFICO COM O NÚMERO DA QUESTÃO E A QUANTIDADE DE ERROS DA MESMA.	95
GRÁFICO 15- GRÁFICO TOTAL DE ERRO E ACERTOS EM PORCENTAGEM .....	96
GRÁFICO 16- LINK DO LIVRETO .....	105
GRÁFICO 17- NÍVEL DOS CONTEÚDOS.....	105
GRÁFICO 18- VISUAL DO OBJETO DE APRENDIZAGEM.....	106
GRÁFICO 19- COMPREENSÃO DO CONTEÚDO .....	106
GRÁFICO 20 - VOCÊ APRENDEU ALGO NOVO COM ESTA ATIVIDADE?.....	107
GRÁFICO 21- CONCEITOS .....	107
GRÁFICO 22 - APROVAÇÃO DA FERRAMENTA .....	108
GRÁFICO 23- CONTEÚDO DO LIVRETO .....	108
GRÁFICO 24- LINK DO JOGO .....	110
GRÁFICO 25 - MOTIVAÇÃO.....	110
GRÁFICO 26- CONTEÚDO E LINGUAGEM .....	111
GRÁFICO 27 - APRESENTAÇÃO GRÁFICA.....	111
GRÁFICO 28 - OPINIÃO SOBRE OS JOGOS .....	112
GRÁFICO 29 - GRAU DE IMPORTÂNCIA.....	112
GRÁFICO 30 - JOGOS E INTERESSE POR AULAS DE FÍSICA .....	113
GRÁFICO 31- APRECIÇÃO DO JOGO.....	113
GRÁFICO 32- JOGO E APRENDIZADO .....	113
GRÁFICO 33- PROBABILIDADE DE VOLTAR A JOGAR .....	114
GRÁFICO 34- INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA DO ENSINO DE FÍSICA .....	114
GRÁFICO 35- METODOLOGIA.....	115
GRÁFICO 36- EFICIÊNCIA DA METODOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA .....	115

## TABELA

TABELA 1- NOTAS DO IDEB E PROJEÇÕES PARA O BRASIL.....	23
--	----

## Sumário

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 MOTIVAÇÃO.....	17
1.2 METODOLOGIA .....	17
1.3 DELINEAMENTOS DO TRABALHO.....	18
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
2.10 USO DA GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO.....	24
2.2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....	25
<b>3. ELEMENTOS DA FÍSICA GRAVITACIONAL .....</b>	<b>26</b>
3.1 A FÍSICA CLÁSSICA E A GRAVIDADE .....	27
3.1.1 Os Princípios da Física Clássica .....	27
3.1.2 A Gravitação Universal de Newton.....	27
3.1.3 O Princípio da Equivalência de Newton.....	28
3.1.4 A Gravitação Próxima à Superfície da Terra .....	28
3.1.5 O Princípio da Superposição .....	29
3.1.6 A Energia Potencial Gravitacional .....	30
3.1.7 A Energia Potencial do Sistema .....	30
3.1.8 As Leis de Kepler.....	30
3.1.9 Energia do Movimento Planetário .....	33
3.2 DA FÍSICA CLÁSSICA À FÍSICA MODERNA .....	33
3.3 PRINCÍPIOS DA FÍSICA MODERNA.....	35
3.3.1 As Equações de Maxwell .....	35
3.3.2 Teoria da Relatividade Restrita ou Especial .....	36
3.3.3 A Relatividade da Simultaneidade .....	37
3.3.4 Dilatação Temporal.....	38
3.3.5 Transformação de Lorentz para Velocidade.....	40
3.3.6 Transformação de Lorentz para a Aceleração .....	40
3.3.7 Contração do Espaço.....	41
3.3.8 Momento Linear newtoniano com relação no momento linear relativístico. ....	41
3.3.9 Massa e Energia Relativística .....	42
3.3.10 Paradoxo dos Gêmeos .....	42
3.3.11 O Princípio da Equivalência de Einstein.....	43
3.3.12 O Eclipse de Sobral .....	44

3.4 A TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL .....	45
<b>4. PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>47</b>
4.1 OBJETIVO GERAL.....	48
4.2 METODOLOGIA.....	48
<b>4.2.1 Plano de Ação.....</b>	<b>49</b>
4.3 O LIVRETO – A FÍSICA E SUAS FORÇAS .....	50
4.4 O JOGO .....	50
<b>5. A APLICAÇÃO DO PRODUTO – A OFICINA .....</b>	<b>52</b>
5.1 O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES.....	52
<b>6. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
<b>6.1 RESULTADOS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO LIVRETO QUE ACOMPANHA O JOGO .....</b>	<b>54</b>
6.2. RESULTADOS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO JOGO.....	57
6.3. ANÁLISE DO RESULTADO GERAL DA COLETA DE DADOS .....	62
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>
APÊNDICE A - O LIVRETO: .....	74
APÊNDICE B –O JOGO.....	81
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO - PARA SONDAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS .....	87
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO PARA SONDAÇÃO DE CONHECIMENTOS PÓS- ATIVIDADES.....	90
APÊNDICE E - RECURSOS DE AVALIAÇÃO DO JOGO.....	95
APÊNDICE F - MATERIAL DO ALUNO .....	98
APÊNDICE G - MATERIAL DO PROFESSOR.....	99
APÊNDICE H - A PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM SALA DE AULA COM SUAS RESPECTIVAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICA .....	100
APÊNDICE I- SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO PRESENCIAL .....	101
APÊNDICE J - GRÁFICOS – LIVRETO.....	105
APÊNDICE K - GRÁFICOS JOGO .....	110
<b>ANEXO A- A PROGRAMAÇÃO DO JOGO .....</b>	<b>116</b>

## 1.INTRODUÇÃO

Com a corrida espacial na década de 1960, países do ocidente investiram, de forma considerável, na produção tecnológica e científica. Algumas teorias e invenções foram cruciais para o mundo tecnológico que vemos hoje. Em meio a tantas delas, surgiram os jogos eletrônicos, em 1958, com Willian Higinbotham, que deu o pontapé inicial, seguido de muitos outros. Na década de 1960 surgiram os joysticks. Na década de 1970 a indústria dos jogos teve uma repercussão considerável com Atari, Odyssey e Space Invaders. Era a época dos Fliperamas. Nos anos de 1980 a arrecadação dos videogames foi maior que a de muitos cassinos. Em 1990 surgiram os primeiros aparelhos portáteis da Nintendo e jogos para computadores (LEITE, 2003).

Os consoles chegaram à sua sétima geração em 2006, com o PlayStation. A partir daí a lista é extensa: Xbox, Xbox 360 e Xbox One, Wii e Wii U, PlayStation 4, e Nintendo Switch, entre outros. Junto com os jogos vieram inúmeras tecnologias, em todas as áreas. Hoje, diariamente, os avanços tecnológicos nos surpreendem ainda mais.

Tanta evolução transformou a sociedade mudando de forma rápida os hábitos das pessoas e a maneira de interagirem entre si e com o mundo. Por conseguinte, todo esse avanço tem exigido mudanças imediatas na abordagem pedagógica, ao passo que a tecnologia impacta a sociedade dentro e fora da escola. À luz desses fatos, com toda a evolução dos jogos tecnológicos, por que não os usá-los a favor da educação?

Desde a década de 1950, estudiosos já alertavam que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) despertariam o aluno para um conhecimento bem diferente do tradicional e que surtiriam efeitos sobre a educação e, por extensão, sobre a sociedade (RAMOS & CARMO, 2012). Hoje, pode-se dizer que a escola pública moderna se equilibra entre os avanços tecnológicos de nosso tempo – uma geração digital com as mais recentes novidades no mundo virtual da informação – e um sistema de ensino que não consegue acompanhar à altura as exigências modernas (LUIZ, 2016). Os resultados disso são mostrados nas provas sistêmicas de avaliação externa que expõem muito mais o insucesso do ensino do que a aprendizagem dos alunos (PISA 2018).

O Brasil apresentou em Ciências, no PISA 2018, 45% de estudantes no Nível 2 ou acima, e 55% abaixo do Nível 2. Todos os países e economias participantes do PISA têm estudantes que se encontram nesses níveis, mas as maiores proporções de estudantes nessa situação são encontradas nos países com menor desempenho. Entre os países da OCDE, 79% dos estudantes se

encontram no Nível 2 ou acima, e 21% abaixo do Nível 2 no PISA 2018. (OCDE, 2019b/PISA 2018).

Preocupados em acompanhar os avanços no campo da tecnologia, alguns documentos oficiais, norteadores da educação nacional, têm alertado para a importância do redimensionamento da prática educacional com a finalidade de alcançar maior qualidade na educação. Um exemplo disso é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que traz a proposta de uso de TIC em todas as áreas de conhecimento por meio da competência geral 5:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BNCC, 2018, p. 9, item 5).

Novos métodos de ensino têm modificado o cenário educacional brasileiro. Devido à ineficiência do ensino, atestada nas avaliações de desempenho educacional, a tecnologia, metodologias e planos de aula inovadores surgem como alternativas às aulas tradicionais (AUN/USP, 2018).

Dados de (2019) da Pesquisa Game Brasil (PGB) mostram que mais de 66% dos brasileiros jogam jogos eletrônicos e o smartphone é a principal plataforma de jogos para 83% destes. A indústria de jogos eletrônicos está em ascensão constante no Brasil. Segundo a matéria de Paula Pacheco, no Jornal Estado de Minas, de julho de 2018, o mercado nacional de games, além de não ter sentido a crise financeira, movimentou mais de US\$ 1,5 bilhão em 2018. Na época, já eram 75,7 milhões de jogadores no Brasil, que ocupava o 13º lugar no ranking global e o 1º lugar entre os latino-americanos. Hoje, de acordo com uma pesquisa realizada em 2019, da Hoopsuite com a We Are Social, o Brasil é o segundo país do mundo que passa mais tempo conectado à internet. São em média nove horas e vinte nove minutos conectados todos os dias, só ficando atrás das Filipinas, que passa de dez horas por dia conectado à internet. (KEMP, 2019).

Os jogos, antes vistos com passatempos, estão ficando cada vez mais versáteis e acessíveis com as novas versões para aparelhos móveis. Por isso, há uma perspectiva muito positiva a respeito do uso dessas tecnologias em sala de aula, principalmente quanto aos jogos de ensino da Física. Segundo Steve Johnson (2015, p.39), “Tudo que é ruim é bom para você: como os games e a TV nos tornam mais inteligentes”, o autor assinala que:

[...] Jogos forçam você a decidir, escolher, priorizar. Todos os benefícios intelectuais do jogo derivam desta virtude fundamental, porque aprender a pensar é, em última análise, aprender a tomar as decisões certas: avaliar as evidências, analisar situações, consultar seus objetivos de longo prazo, e, em seguida, decidir. Nenhuma outra forma cultural pop envolve diretamente instrumentos de tomada de decisão do cérebro como esse. (JOHNSON, 2015, p.39).

Portanto, a presente pesquisa visa contribuir para a renovação da prática pedagógica na área das ciências da natureza e, nesse contexto, utilizar jogos eletrônicos para ensinar conceitos da Física e buscar novas formas de alcançar a aprendizagem significativa, através de objetos de aprendizagem (OA), os quais facilitarão a compreensão da Física, dando ao aluno maior autonomia para pensar, avaliar e, conseqüentemente, tomar decisões. Pretendemos ainda, fazer do celular um aliado que ocupa um lugar crucial para o aprendizado e mostrar que o uso de jogos pode estimular o engajamento e a construção do conhecimento mediante uso de TIC em atividades simples. Esperamos que os resultados possam permitir alavancar a proposta que poderá depois ser reutilizada em outros contextos e com outros conteúdos.

## 1.1 MOTIVAÇÃO

Desenvolver um projeto que busca uma opção sadia e interessante de ensino e aprendizagem, que alinhe interesses de alunos e professores, para aprimorar a abordagem e a prática pedagógica por meio dos jogos eletrônicos, procurando sanar a defasagem entre o ensino tradicional expositivo e as tecnologias modernas, além de estimular novas formas, eficientes e atrativas para o ensino da Física.

## 1.2 METODOLOGIA

A proposta apresenta uma metodologia experimental com jogos eletrônicos, para o ensino do conteúdo de força gravitacional. A princípio uma pesquisa de campo, porém devido à situação atípica que o país e o mundo vivenciam, em decorrência da pandemia da COVID 19, optou-se por fazer uma pesquisa de laboratório, com a aplicação do produto educacional apresentado nesta dissertação, em forma de oficina para professores e alunos de graduação em Física.

§ 4º A aplicação do produto educacional, poderá ser flexibilizada, ocorrendo, por exemplo, de forma remota, em situações de ensino destinadas a formação docente inicial ou continuada (cursos de licenciatura, grupos de egressos do mestrado, minicursos, oficinas etc. (RESOLUÇÃO, 01 DE 2020).

Atendendo a essa demanda foram feitos os trabalhos necessários para a construção de uma tecnologia digital para dar suporte à oficina, que objetivou complementar a aplicação do produto para finalização desta dissertação de mestrado.

A experiência utilizou a técnica expositiva, através de slides, para a apresentação do produto com cinco atividades ao todo. Três encontros síncronos, e dois assíncronos, totalizando dez horas, com o desafio de buscar novos caminhos e abrir novas possibilidades para o ensino da Física de maneira investigativa, tendo como ponto de partida os jogos eletrônicos.

### 1.3 DELINEAMENTOS DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver, aplicar e validar um jogo didático para o ensino do conteúdo de força gravitacional, baseado no uso das tecnologias de informação e comunicação. Demonstrar como os jogos podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem e podem contribuir para a melhoria do ensino da Física na Educação Básica. Buscou-se desenvolver um jogo numa plataforma Androide, para ensinar conceitos físicos relacionados à força gravitacional; os objetivos específicos desta pesquisa são: Trabalhar os conceitos de fenômenos físicos reais a partir de sua inferência do mundo dos games; contribuir para outros estudos relacionados a este tema; incrementar o conhecimento acerca do tema e propor a continuação do jogo desenvolvido.

A dissertação está dividida em seis capítulos, sendo o primeiro destinado a esta introdução. O capítulo 2 é composto do referencial teórico, pesquisas bibliográficas, análise de estudos sobre gamificação, base do referencial adotado; objetos de aprendizagem; citações referentes às tecnologias na educação, com um olhar mais específico para os jogos como ferramenta e metodologia na prática pedagógica; o capítulo 3 apresenta uma linha do tempo sucinta da evolução do conceito de campo gravitacional, desde a antiguidade passando pelas teorias de alguns personagens importantes na evolução desse conceito até Albert Einstein; o capítulo 4 traz a proposta de desenvolvimento do produto educacional; o objetivo geral; a metodologia; o plano de ação e a apresentação dos seus componentes (livreto e Jogo), elaborados para fins deste trabalho; o capítulo 5 trata da aplicação do produto; com o

desenvolvimento das atividades; o capítulo 6 é referente às análises das coletas de dados; discussão sobre os resultados obtidos e a avaliação da aplicação e por fim as considerações finais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Ensino de Ciências no Brasil tem sido alvo de pesquisas e trabalhos nacionais, prioritariamente, desde as décadas de sessenta e setenta. Antes disso, havia pouca produção de pesquisa nessa área e, geralmente, eram de iniciativa estrangeira. A escola dos anos de 1970 era uma instituição subordinada aos interesses de reprodução e legitimação das classes dominantes. Nessa lógica, alguns instrumentos educacionais eram organizados em prol da perpetuação da dominação social como, por exemplo: os conteúdos transmitidos, os métodos pedagógicos, as formas de avaliação, dentre outros. (NOGUEIRA, 2002)

A inserção do ensino de ciências no currículo da educação escolar no Brasil se deu de forma tardia. No início do século XIX a tradição literária e clássica herdada dos jesuítas, precursores da educação no Brasil, ainda dominava o currículo. Somente nas primeiras décadas do século XX o ensino de ciências passou a fazer parte significativa do currículo escolar. Somente nos últimos quarenta anos as pesquisas em educação científica ganharam volume e um grande número de trabalhos passou a ser publicado, sob os mais diversos enfoques, mas, principalmente, abordando a importância da educação científica para a formação do cidadão (SANTOS 2007).

Com o lançamento do Sputnik, em 1957, a União Soviética tomou a liderança dos feitos técnico-científicos e estimulou os países ocidentais a investirem na produção científica e na reformulação dos currículos escolares, visando enfatizar o ensino de ciências e a pesquisa científica (DIOGO, 2007). Como parte desse processo, o Ensino de Física passa a ser alvo de pesquisas a partir da quarta ou quinta década do século passado, com iniciativas pontuais, principalmente em universidades como as de São Paulo e de Santa Catarina. (NARDI, 2005).

No início dos anos 70, foi desenvolvido o Projeto de Ensino de Física (PEF) compreendendo textos e conjuntos experimentais para o ensino de 2º grau, editados pela FENAME, órgão do MEC. No âmbito desse projeto realizaram-se dezenas de cursos de treinamento, frequentados por mais de mil professores de todo o Brasil. [...] e [...] A elaboração de materiais didáticos e de laboratório tem sido contínua. Nos anos setenta, houve ênfase na produção de materiais instrucionais para estudantes de 2º e 3º graus. Atualmente vem-se enfatizando a elaboração de materiais destinados a professores de 1º e 2º graus, visando ao seu aperfeiçoamento e a melhoria do ensino básico. (RODRIGUES; HAMBURGUER, 1993, p. 4)

Apesar de todo o avanço alcançado nos últimos anos, nos deparamos com a necessidade de mudanças emergenciais na educação e, mais especificamente, no ensino da

Física. Em pleno século XXI, os métodos tradicionais do ensino ainda imperam em boa parte da rede Estadual de Ensino, limitando a prática pedagógica (ARROYO, 2007). Uma dessas práticas tradicionais é a penalização de todo e qualquer uso de aparelhos celulares em sala de aula, levada a efeito pelas escolas, apesar da Lei 23013 de 21 de junho de 2018 e da Lei 14486 de 09 de dezembro de 2002 que disciplinam o uso dos aparelhos eletrônicos em sala de aula permitido para fins, pedagógicos. Como observamos em Pereira (2016)

No trabalho de campo, foi possível observar que nos percursos entre pátio e sala de aula vários estudantes estavam manuseando seus smartphones ou com os fones conectados entre os aparelhos e ouvidos. Já em sala de aula foi identificado que a maioria dos estudantes ao utilizar o mesmo procura meios de não serem surpreendidos pelo professor. As estratégias para disfarçar o uso do smartphone são: manusear dentro da mochila ou bolsa, por trás das bolsas e mochilas que se encontram acima da mesa ou mesmo com as mãos abaixo da mesa e existem alguns casos do uso do fone de ouvido disfarçado pelo uso do capuz do moletom, que alguns estudantes utilizam pelo fato da sala ter condicionadores de ar e não se tornar algo desconfortável. (PEREIRA, 2016, p. 6)

Enfrentamos diariamente, em nossas salas de aula, o desafio de ensinar física aos nossos alunos de maneira interessante e relevante em seu contexto social. Métodos tradicionais limitam a prática pedagógica. A técnica expositiva unilateral, na qual o professor detém todo o conhecimento que deve ser incutido nos alunos, como ente passivo nesse processo não é suficiente para o ensino das ciências. Sobre o redirecionamento que se espera do fazer pedagógico, Moran (2000) afirma que:

Podemos modificar a forma de ensinar e de aprender. Um ensinar mais compartilhado. Orientado, coordenado pelo professor, mas com profunda participação dos alunos, individual e grupalmente, onde as tecnologias nos ajudarão muito, principalmente as telemáticas. Ensinar e aprender exige hoje muito mais flexibilidade espaço-temporal, pessoal e de grupo, menos conteúdos fixos e processos mais abertos de pesquisa e de comunicação. (MORAN, 2000, p. 2).

Segundo Dewey, a função dos educadores é organizar as condições de expressão dos interesses práticos, de tal modo que se desperte o desenvolvimento daquelas fases intelectuais da atividade, e, por esse meio, a transição gradual para o tipo de atividade teórica. (DEWEY, 1971)

Anualmente são realizadas as avaliações externas do Índice de desenvolvimento da Educação Básica - IDEB. Os gráficos dos resultados dessas avaliações de ciências da natureza, no ensino médio mostram um desempenho abaixo da média e longe do satisfatório.

O gráfico a seguir, nos traz as notas dos candidatos em ciências da natureza nos anos de 2016 a 2019. Houve uma pequena reação em 2017, mas os números voltam a cair nos anos posteriores.

Gráfico 1- Média das notas dos candidatos em ciências da natureza nos últimos quatro anos.



Fonte: G1 Educação (2020)

O índice IDEB, referente às avaliações externas, reflete bem a realidade da educação brasileira no ensino de ciências da natureza e convida os educadores à reflexão. (IDEB, 2018)

Tabela 1- Notas do IDEB e projeções para o Brasil.

Anos Iniciais do Ensino Fundamental																
	IDEB Observado							Metas								
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	
<b>Total</b>	3,8	4,2	4,6	5,0	5,2	5,5	5,8	3,9	4,2	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7	6,0	
<b>Dependência Administrativa</b>																
<b>Estadual</b>	3,9	4,3	4,9	5,1	5,4	5,8	6,0	4,0	4,3	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9	6,1	
<b>Municipal</b>	3,4	4,0	4,4	4,7	4,9	5,3	5,6	3,5	3,8	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	
<b>Privada</b>	5,9	6,0	6,4	6,5	6,7	6,8	7,1	6,0	6,3	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,5	
<b>Pública</b>	3,6	4,0	4,4	4,7	4,9	5,3	5,5	3,6	4,0	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	5,8	

Anos Finais do Ensino Fundamental																
	IDEB Observado							Metas								
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	
<b>Total</b>	3,5	3,8	4,0	4,1	4,2	4,5	4,7	3,5	3,7	3,9	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	
<b>Dependência Administrativa</b>																
<b>Estadual</b>	3,3	3,6	3,8	3,9	4,0	4,2	4,5	3,3	3,5	3,8	4,2	4,5	4,8	5,1	5,3	
<b>Municipal</b>	3,1	3,4	3,6	3,8	3,8	4,1	4,3	3,1	3,3	3,5	3,9	4,3	4,6	4,9	5,1	
<b>Privada</b>	5,8	5,8	5,9	6,0	5,9	6,1	6,4	5,8	6,0	6,2	6,5	6,8	7,0	7,1	7,3	
<b>Pública</b>	3,2	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4	3,3	3,4	3,7	4,1	4,5	4,7	5,0	5,2	

Ensino Médio																
	IDEB Observado							Metas								
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	
<b>Total</b>	3,4	3,5	3,6	3,7	3,7	3,7	3,8	3,4	3,5	3,7	3,9	4,3	4,7	5,0	5,2	
<b>Dependência Administrativa</b>																
<b>Estadual</b>	3,0	3,2	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,1	3,2	3,3	3,6	3,9	4,4	4,6	4,9	
<b>Privada</b>	5,6	5,6	5,6	5,7	5,4	5,3	5,8	5,6	5,7	5,8	6,0	6,3	6,7	6,8	7,0	
<b>Pública</b>	3,1	3,2	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,1	3,2	3,4	3,6	4,0	4,4	4,7	4,9	

Os resultados marcados em verde referem-se ao Ideb que atingiu a meta.

Fonte: Saeb e Censo Escolar.

Fonte: Brasil (2018)

Sob o enfoque, desses indicadores do IDEB é necessário questionar e redirecionar a prática pedagógica e buscar alternativas para reverter este quadro da educação, que é frequentemente atestado nos resultados das avaliações externas que medem muito mais a ineficácia do ensino do que a perícia dele.

Segundo Dowbor, a educação tornou-se estratégica para o desenvolvimento, mas, para isso, não basta “modernizá-la”, como querem alguns. Será preciso transformá-la profundamente. (Dowbor, 1998, p. 259)

O professor nesse contexto deve ter em mente a necessidade de se colocar em uma postura norteadora do processo ensino-aprendizagem, levando em consideração que sua prática pedagógica em sala de aula tem papel fundamental no desenvolvimento intelectual de seu aluno, podendo ele ser o foco de crescimento ou de introspecção do mesmo quando da sua aplicação metodológica na condução da aprendizagem. Sobre essa prática, (GADOTTI, 2000, p. 9).

Acredita-se que o educando é capaz de construir seu conhecimento de maneira prazerosa, usando ferramentas de seu interesse e aprendendo com suas próprias descobertas por meio de jogos educativos. A gamificação permite um engajamento maior dos alunos no processo de aprendizagem. Segundo Peruzzi (2010, p. 5), “[...] Jogos educativos são ferramentas, que podem ser utilizadas dentro e fora de aula, que ao mesmo tempo em que constrói conhecimento também servem de recreação [...]”, “[...] Eles fazem com que as crianças criem, inventem, experimentem, construam conhecimento e norteiem habilidades de ampliar a percepção e inteligência”.

## 2.10 USO DA GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Nossa proposta de ensino explora a gamificação, como tema pertinente e relevante para prática pedagógica. Traz o desafio de deixar o paradigma das aulas expositivas tradicionais, baseadas no professor e experimentar o uso de novas estratégias de ensino, como jogos digitais, explorando as tecnologias de informação e os objetos educacionais digitais, para o ensino da Física na educação básica permitindo ao aluno maior interatividade, com os conteúdos. Qualquer que seja seu gênero: ação, aventura, roleplaying (RPG) e simulações, os games possuem tipicamente múltiplos níveis com objetivos complexos, desafios e/ou Quest para atingir. Para alcançar os objetivos, múltiplas habilidades devem ser aprendidas e às vezes equipes devem ser formadas para serem bem sucedidas no empreendimento. (PRENSKY, 2012).

Como qualquer outra estratégia tem suas vantagens e desvantagens. Segundo Tenconi há algumas vantagens, dos games na educação: 1. A motivação faz o aluno aprender involuntariamente; 2. O desafio faz o aluno buscar seu objetivo; 3. A organização mental faz do aluno um estrategista. 4. Afetividade e sociabilidade: a maioria gosta de mostrar o que sabe aos que estão tentando adaptar-se, e isso é positivo. 5. Desenvolvimento motor e cognitivo: Os jogos funcionam como uma espécie de treino mental que ativa o cognitivo. (TENCONI, 2016).

Segundo Gee (apud BONFOCO, 2012, p. 15), autor do livro “O que o videogame tem a nos ensinar sobre a aprendizagem da alfabetização”, algumas desvantagens da gamificação são: 1. Requer tecnologia (internet), que às vezes não está disponível ou acessível; 2. A falta de computadores na escola ou neste caso específico de celulares; 3. Segurança digital e 4. Dificuldade em monitorar o progresso de aprendizagem e avaliação. (GEE apud BONFOCO, 2012, p. 15). Segundo Eck (2006, p.16) “Games são eficazes não por causa do que eles são,

mas por causa daquilo que eles incorporam e que os alunos estão fazendo enquanto jogam um game”.

É importante ter em mente, que a estratégia da gamificação não irá resolver todos os problemas do ensino da Física. O propósito é fazer dela uma ferramenta que vai acrescentar no aprendizado dos conteúdos e realizar com ela, uma aula mais colaborativa e prazerosa da parte dos alunos.

## 2.2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Os objetos de aprendizagem (OA) são recursos digitais importantes no ensino da Física e se apresentam em diversos formatos: simuladores, vídeos, áudios, jogos e outros, com características específicas no processo de ensino e aprendizagem. Segundo Tarouco e col. Todo OA deve ter Acessibilidade; ser atualizável; ser interoperabilidade, que é a capacidade de operar vários hardwares, sistemas operacionais e buscadores; ser reutilizável; adaptável a qualquer ambiente de ensino e flexível, não sendo necessário ser reescrito para cada novo contexto. (TAROUCO e COL, 2003). Segundo Moreira, o ensino médio precisa passar por uma mudança radical:

Portanto, no ensino médio a perspectiva é também de mudança radical: Física não dogmática, construtivista, para a cidadania, ênfase em modelos, situações reais, elementos próximos, práticos e vivenciais do aluno, do concreto para o abstrato, atualização de conteúdos, Física Contemporânea. (MOREIRA, 2000, p. 98).

Vivemos num mundo tecnológico que não para de nos surpreender com tantas inovações. É impossível ignorar todo o progresso da ciência. (MOREIRA, 2017)

Baseando-se nesses estudos, procuramos produzir um contexto de aprendizagem, em que as ações giram em torno da pessoa do aluno, como ser humano pensante e capaz de construir seus próprios conceitos. O professor é quem deve saber quando, como e o que usar para estimular esse aprendizado. O produto educacional elaborado para fins deste trabalho procura explorar o uso das novas tecnologias, em particular dos jogos eletrônicos para celulares, como forma de ensinar conceitos da Física de maneira mais atraente, tornando essas ferramentas aliadas no desafio do ensino de Física na escola básica.

### 3. ELEMENTOS DA FÍSICA GRAVITACIONAL

Por que os corpos caem? O que nos prende ao chão? Por que os planetas não saem de suas órbitas? O que mantém todos os planetas em órbita em torno do Sol? Perguntas como estas foram alvo de muita curiosidade e questionamento desde os tempos primórdios. Muitos estudiosos colaboraram para o conhecimento da força gravitacional no decorrer de toda a história.

Muitos filósofos como Sócrates, Platão e Aristóteles procuravam respostas para os fenômenos da natureza. Aristóteles, filósofo grego, há 300 anos A.C., via a força como um movimento natural e se baseava na teoria dos quatro elementos – Terra, água, fogo e ar – para explicar que tudo tende a voltar ao seu ponto inicial. O que era da Terra voltaria pra Terra. Ptolomeu, matemático grego que viveu no século II, baseado no trabalho de Aristóteles, no esforço de interpretar os movimentos dos planetas propôs o padrão geocêntrico, que só foi refutado por volta do século XVI, com os estudos de Nicolau Copérnico, astrônomo e matemático polonês. Copérnico substituiu o modelo geocêntrico pelo modelo heliocêntrico mostrando que as leis físicas não dependiam de uma posição privilegiada dos planetas. Mais adiante, Galileu Galilei, astrônomo italiano do século XVII, observou que a força que atua em todos os corpos, à mesma altura, era igual e que a velocidade atingida era a mesma, independente do peso do corpo. Seu contemporâneo, Johannes Kepler, entendia esta força como magnética e responsável pelas órbitas dos planetas. Ainda no século XVII, Isaac Newton, físico e alquimista inglês, propôs a Teoria da Gravitação Universal, a qual sugeriu que entre dois corpos, existe uma força de atração proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de gravidade. Esta lei dominou por muitos anos todas as áreas da Física. René Descartes, cientista, filósofo e matemático francês propôs as leis da natureza imutáveis, baseado nos estudos do Holandês Isaac Beeckman.

Trezentos anos depois, Albert Einstein, físico alemão, quebrou o paradigma da gravitação de Newton, propondo a Teoria da Relatividade Geral, na qual afirmou que a gravidade era proveniente da deformação do espaço produzido por corpos massivos. Era a chegada de novos tempos para a Física. (MESQUITA, 2011)

Pelo fato de este estudo basear-se na Física Clássica e Moderna, faremos algumas observações dessas duas teorias fundamentais para o estudo da Física.

Os fatos históricos mencionados aqui, não é o foco deste trabalho, mas sim uma contextualização para introdução do tema, força gravitacional.

### 3.1 A FÍSICA CLÁSSICA E A GRAVIDADE

#### 3.1.1 Os Princípios da Física Clássica

A mecânica Clássica se baseia em postulados vindos diretamente de observações experimentais, são eles:

**Postulado 1** – As Leis da Física se conservam, para quaisquer referenciais, devido ao espaço Euclidiano, vetorial real e finito.

- Equação da continuidade:  $\frac{\partial}{\partial t} \rho + \vec{\nabla} \cdot \vec{J} = 0 \Rightarrow \text{Lei escalar}$
- 2ª Lei de Newton:  $\vec{F} = \frac{d}{dt} \vec{p} = \frac{d}{dt} (m \vec{v}) \Rightarrow \text{Lei vetorial}$

**Postulado 2** – O Tempo é absoluto. Na Física Clássica o tempo é uma coordenada universal, com o mesmo valor para todos os observadores.

**Postulado 3** – O Espaço é absoluto. Newton via o espaço como um grande palco, onde os eventos da natureza aconteciam com tudo e todos. O intervalo de comprimento era conservado.

#### 3.1.2 A Gravitação Universal de Newton

Em 1687, Isaac Newton, em sua obra “Principia Mathematica”, baseado nas pesquisas Kepler e Galileu, determina a constante gravitacional “G” em  $6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$  para supostos ajustes de valores de unidades e ou dimensões.

Isaac Newton demonstrou a Lei da Gravitação Universal, que propôs que dois corpos se atraem mutuamente com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa. Por meio da equação

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

pode-se calcular a força de interação gravitacional entre os dois corpos.

### 3.1.3 O Princípio da Equivalência de Newton

Chamado de princípio de equivalência fraco converte um referencial não inercial em inercial, num campo de gravitacional específico. Neste sentido, tratando-se de localização é impossível diferenciar gravidade e aceleração. Newton observou que supostas forças causadas pela aceleração do referencial se comportam da mesma maneira concluindo que a aceleração do referencial ou a existência de um campo gravitacional em um referencial em repouso criava o mesmo resultado nos corpos. A queda livre de corpos no vazio suporta experimentalmente este postulado - todos os corpos caem com a mesma aceleração num campo gravitacional.

### 3.1.4 A Gravitação Próxima à Superfície da Terra

O campo gravitacional é representado pela expressão:

$$\frac{GM}{r^2}$$

Com isso, a força peso é consequência direta da Lei da Gravitação Universal. Fazendo o produto de qualquer massa pelo campo gravitacional da Terra estamos calculando  $F = m \cdot g$  ou  $F = m a_g$ , ou seja, a força peso.

Para calcular a aceleração gravitacional, substitui-se a massa e o raio do corpo celeste, em questão, na fórmula a seguir, obtendo o valor de sua gravidade. Para a Terra temos:

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \cdot 5,97 \times 10^{24}}{(6371 \times 10^3)^2} = \frac{39,82 \times 10^{13}}{40,59 \times 10^{12}} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

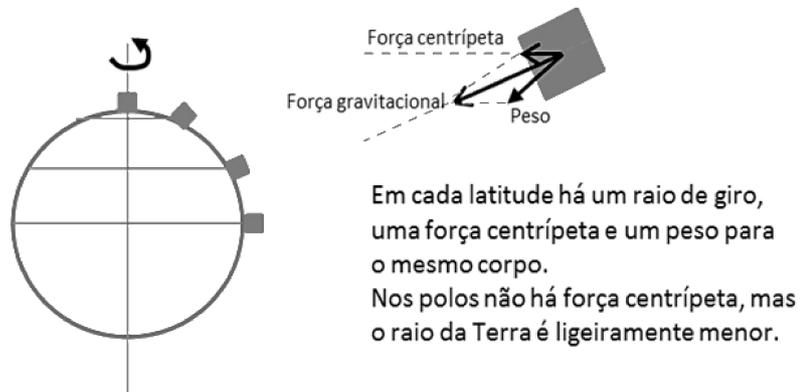
A aceleração de Queda Livre e a força Peso, de acordo com a segunda lei de Newton, nos fornece:

$$a_g = \frac{GM}{r^2}$$

Esta aceleração varia de um lugar para outro, uma vez que a superfície da Terra, não é uniforme têm-se valores diferenciados para a força centrípeta a força de atração da Terra. Possuem valores menores no equador e maiores nos polos, de acordo com a latitude. Nos polos a força gravitacional é de aproximadamente 9,83m/s<sup>2</sup> e no Equador 9,78m/s<sup>2</sup> por causa

da força centrípeta que faz a aceleração da gravidade ser menor que a intensidade do campo gravitacional. (SILVEIRA, 2014)

Figura 1- Diferença da força gravitacional devido ao formato da Terra



Fonte: FÓRUM

A aceleração de queda livre é menor que a aceleração da gravidade, devido à rotação da Terra. A diferença das acelerações é dada por

$$g = a_g - \omega^2 R$$

(aceleração de queda livre = aceleração gravitacional – aceleração centrípeta). Para  $R = 6,37 \times 10^6$  m. Colocando os valores na fórmula temos:

$$g = 9,83 \text{ m/s}^2 - (7,72 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1})^2 \cdot (6,37 \times 10^6 \text{ m}) = 9,83 - 0,034 \text{ g} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

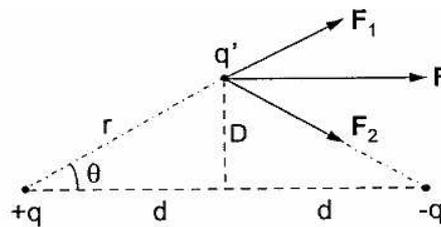
### 3.1.5 O Princípio da Superposição

As leis de Newton são regidas pelo princípio da superposição. Se vários corpos interagem por meio de uma força gravitacional, a força resultante  $\vec{F}_1$  será a soma das forças sobre o corpo 1 por todos os outros corpos

$$\vec{F}_{1,res} = \sum_{i=2}^n \vec{F}_{1i}$$

$$\vec{F}_{1,rs} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \dots + \vec{F}_{1n}$$

Figura 2 - Princípio da superposição de Partículas



Fonte: SOUZA.

### 3.1.6 A Energia Potencial Gravitacional

A energia potencial gravitacional ( $U$ ) de duas partículas, de massas diferentes, separadas por  $r$ , é igual ao trabalho negativo, da força gravitacional de uma delas, para diminuir a distância entre elas, de uma distância infinita para  $r$ .

$$F = -\frac{dU}{dr} \text{ logo } U = -\int \vec{F}(r) d\vec{r}$$

Assim, aplicando os limites de integração temos:

$$U = -\int F(r) dr = -\int \frac{GM}{r^2} = -GMm \int_R^{\infty} \frac{1}{r^2} dr = -GMm \left[ -\frac{1}{r} \right]_R^{\infty}$$

A  $E_{pg}$  é dada por:

$$U = -GMm \left[ -\frac{1}{\infty} - \left( -\frac{1}{R} \right) \right] = -\frac{GMm}{R} \rightarrow U = -\frac{GMm}{R} = W$$

### 3.1.7 A Energia Potencial do Sistema

Num sistema com mais de dois corpos, a energia potencial gravitacional ( $U$ ) de um sistema é a soma das energias potenciais de seus pares, como mostra a figura a seguir de um sistema com três corpos de massas  $m_1$ ,  $m_2$  e  $m_3$ .

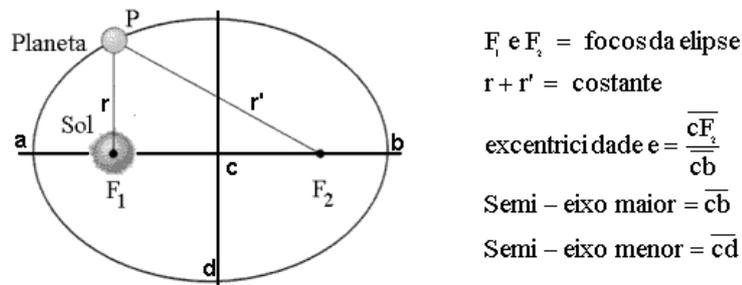
$$U = -\left( \frac{Gm_1m_2}{r_{12}} + \frac{Gm_1m_3}{r_{13}} + \frac{Gm_2m_3}{r_{23}} \right)$$

### 3.1.8 As Leis de Kepler

Todos os movimentos dos satélites, astros e planetas são regidos pelas três leis de Kepler, que são enunciadas da seguinte forma:

- **Lei das órbitas:** Todos os planetas se movem em orbitas elípticas, tendo o Sol como um dos focos.

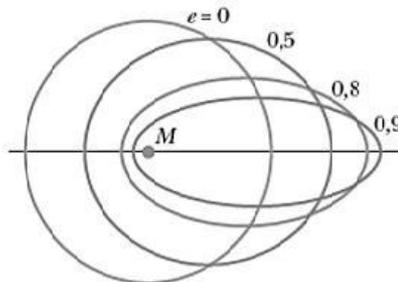
Figura 3- Trajetória elíptica dos planetas, de acordo com a lei de Kepler.



Fonte: UFRGS

A excentricidade nula é aquela os dois focos se reduzem a um único.

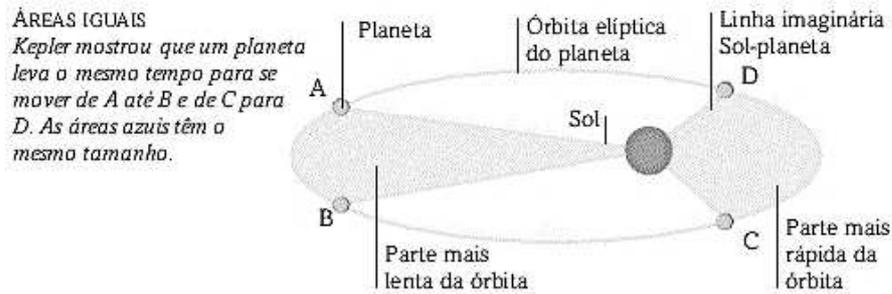
Figura 4- A órbita dos planetas são quase círculos. Para a Terra  $e = 0,0167$ .



Fonte: RESEARCHGATE

- **Lei das áreas:** “Uma linha unindo um planeta ao Sol varre áreas iguais em períodos de tempos iguais.” (HALLIDAY, 2004, p. 14.). Por esse motivo, o planeta se move mais devagar quando distante do Sol e mais depressa quando próximo dele, consequência da lei de conservação do momento angular.

Figura 5- Lei das Áreas



Fonte: UFRGS

Com intervalo de tempo mínimo temos para a área do triângulo:

$$\Delta A \approx \frac{1}{2} r^2 \Delta \theta$$

Com intervalo de tempo tendendo a zero, a taxa de variação instantânea é dada por:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} r^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2} r^2 \omega$$

O momento angular  $L$  do planeta, em determinado tempo pode ser obtido através da fórmula:

$$L = r p_{\perp} = r(mv_{\perp}) = r(mr\omega) = mr^2\omega$$

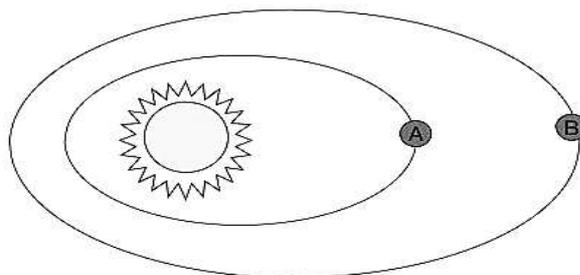
A variação da área varrida pela linha:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{L}{2m} \quad \text{Se } \frac{dA}{dt} \text{ e } L$$

são constantes, conserva-se o momento angular.

- **Lei dos períodos:** O quadrado de  $T$  para qualquer planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior  $a$  da sua órbita:

Figura 6- Lei dos Períodos



Fonte: AVEIRO

Aplicando  $F = ma$  ao planeta em órbita teremos:

$$T^2 = \left( \frac{4\pi^2}{GM} \right) r^3$$

que também servirá para órbitas elípticas, substituindo  $r$  por  $a$ , que corresponde ao semieixo maior da elipse, ficando assim representada:

$$T^2 = \left( \frac{4\pi^2}{GM} \right) a^3$$

A lei dos períodos prevê que a razão  $\frac{T^2}{a^3}$  tem valor igual, para todas as órbitas em torno de um corpo massivo.

### 3.1.9 Energia do Movimento Planetário

A energia mecânica de um satélite qualquer, na órbita de um planeta qualquer sempre se conserva, pela diferença exorbitante de tamanhos. Quando um planeta ou satélite qualquer, de massa  $m$ , orbita num raio  $r$ , a  $E_{pg} U$  e a  $E_c K$  são representadas por:

$$U = -\frac{GMm}{r} \quad e \quad K = \frac{GMm}{2r}$$

A energia mecânica

$$E = K + U \rightarrow E = -\frac{GMm}{2r}$$

Na órbita elíptica

$$E = -\frac{GMm}{2a}$$

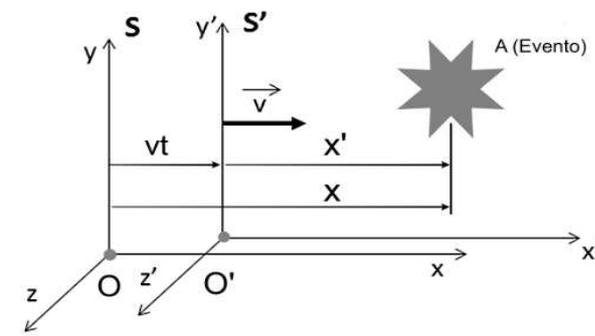
## 3.2 DA FÍSICA CLÁSSICA À FÍSICA MODERNA

Galileu Galilei foi o primeiro a observar a relatividade. Afirmava que movimentos distintos tinham características diferentes, para diferentes observadores. Baseado nas ideias de Galileu, Isaac Newton propôs as três leis clássicas, que regem os movimentos dos corpos. Galileu e Newton tinham o mesmo conceito de espaço e tempo. Eram independentes e absolutos.

Galileu descreveu o fenômeno que transforma um referencial inercial em repouso para um referencial inercial em movimento, usando os fundamentos da mecânica clássica. Em outras palavras, em um referencial inercial não se pode dizer se o corpo está em repouso ou em movimento. Se em movimento, ele continuará até que uma força interfira. (RIFFEL, 2010).

As transformações de Galileu têm o espaço e o tempo como absolutos e relacionam as coordenadas dos referenciais com a velocidade da seguinte maneira:

Figura 7- Relação das coordenadas dos referenciais com a velocidade.



Fonte: UFABC

Transformações de Galileu para as posições: Conhecendo as posições em um referencial inercial, podem-se calcular as posições correspondentes em qualquer outro referencial inercial. Parav  $\ll c$

$$x' = x - v t \quad y' = y \quad z' = z \quad t' = t$$

Transformações de Galileu para a adição de velocidades: Sabendo a velocidade de uma partícula num referencial inercial, pode-se calcular a velocidade dela, em qualquer outro

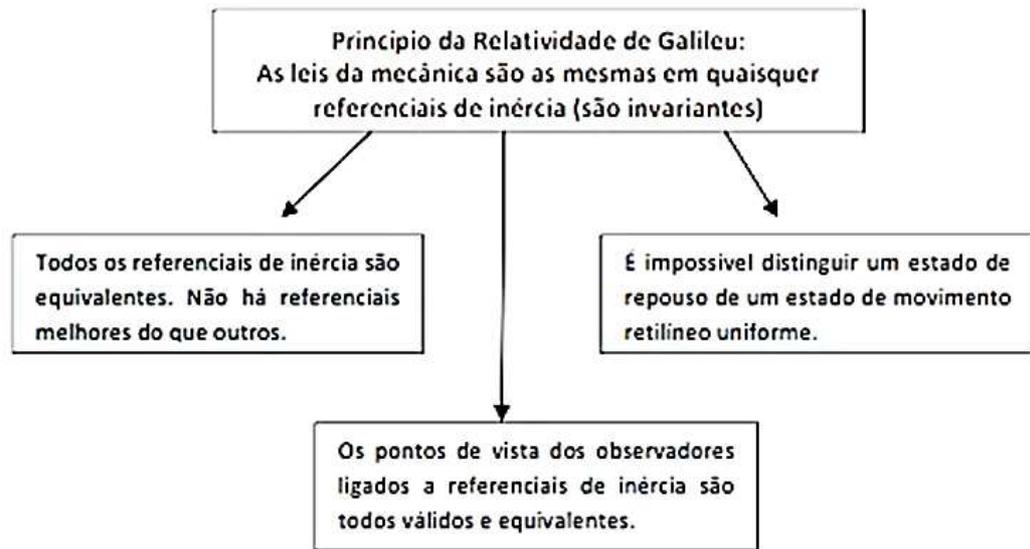
referencial inercial.  $\vec{u} = \vec{u} - \vec{v}$

$$u' x = \frac{dx'}{dt'} = \frac{d}{dt} x - vt = \frac{dx}{dt} v = ux - v$$

$$u' y = \frac{dy'}{dt'} = \frac{dy}{dt} = uy$$

$$u' z = \frac{dz'}{dt'} = \frac{dz}{dt} = uz$$

Figura 8- Consequências das Transformações de Galileu



Fonte: GROCH.

### 3.3 PRINCÍPIOS DA FÍSICA MODERNA

Todos os estudos feitos pela ciência colaboram para o progresso científico. Mesmo aqueles que supostamente não deram certo. Albert Einstein baseou suas teorias, no conhecimento produzido por outros cientistas, que viveram em épocas diversas. Cada um deles foi aperfeiçoando as ideias, até culminarem na mecânica quântica, dando origem à Física Moderna.

Até o final do século XIX, a natureza da luz ainda não era bem compreendida. Quando James C. Maxwell, físico britânico propôs quatro equações fundamentais, para o campo elétrico e o campo magnético, que revolucionou a Física.

#### 3.3.1 As Equações de Maxwell

James C. Maxwell, físico e matemático inglês, participante ativo do processo de transição entre a Física Clássica e a moderna, usou estudos de outros físicos da época e formulou oito revolucionárias equações que, no cálculo vetorial, podem ser resumidas em quatro que, por sua vez, resumem as leis da eletricidade e do magnetismo. A saber: Lei de Gauss para o campo elétrico, Lei de Gauss para o campo magnético, Lei de Ampère e Lei de Faraday, que podem ser escritas na forma diferencial e integral.

$$\begin{aligned}
 \text{Diferencial.} \quad & \nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0} \\
 & \nabla \cdot B = 0 \\
 & \nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t} \\
 & \nabla \times B = \mu_0 J + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Integral:} \quad & \epsilon_0 \oint E \cdot dS = q \\
 & \oint B \cdot dS = 0 \\
 & \oint E \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial}{\partial t} \int B \cdot dA \\
 & \oint B \cdot d\vec{l} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} \int E \cdot dA
 \end{aligned}$$

Essas equações tornaram-se um dos poderosos alicerces da Física. Através dos estudos de Maxwell foi possível concluir um valor para a velocidade de propagação da luz e associá-la às radiações eletromagnéticas no espaço. No ano de 1904, Hendrik A. Lorentz encontrou uma forma de transformar as equações de Maxwell mudando os componentes dos campos, sem que estas fossem alteradas. Essas transformações ficaram conhecidas como as “transformações de Lorentz”. Ao contrário das transformações de Galileu, as de Lorentz consideram a velocidade da luz no vácuo  $c$ , como constante para todos os referenciais inerciais. Para posição e tempo temos:

$$x' = \gamma(x - vt) \quad y' = y \quad z' = z \quad t' = \gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right) \quad v \lll c \quad \therefore \gamma \approx 1$$

### 3.3.2 Teoria da Relatividade Restrita ou Especial

Essa teoria é composta por dois postulados baseados em estudos e experimentos anteriores. O princípio dessa teoria se aplica tanto às leis da mecânica quanto às leis do eletromagnetismo. A saber, seus postulados são:

**1o Postulado:** As leis da física se aplicam a todos os referenciais inerciais. Todas as teorias físicas não devem depender do observador, ou de seu referencial.

**2o Postulado:** A velocidade da luz no espaço vazio é a mesma em todos os sistemas de referência e é independente do movimento do corpo emissor. (CAPELARI, 2016, P. 63)

Esses dois postulados trouxeram algumas consequências. As mais conhecidas são: A relatividade da simultaneidade, a dilatação do tempo, a contração do espaço e variação da massa com a velocidade. Porém, os efeitos relativísticos só são observados com velocidades próximas a da luz.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}} \Rightarrow c = 3 \cdot 10^8 \text{ / s}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \rightarrow \text{Permeabilidade magnética do vácuo}$$

$$e \quad \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \rightarrow \text{Permissividade elétrica do vácuo}$$

### 3.3.3 A Relatividade da Simultaneidade

A Relatividade Restrita descarta qualquer possibilidade do espaço e do tempo serem grandezas físicas absolutas. Einstein observou que o único conceito físico real envolvido na nossa noção intuitiva de tempo era a de simultaneidade. A simultaneidade não é um conceito absoluto, mas relativo, que depende do movimento do observador.

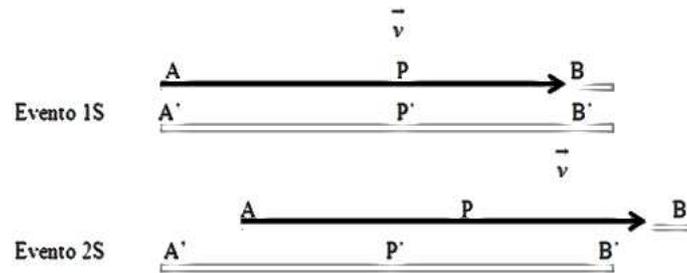
Quando Einstein afirma que o trem chegou em determinado horário à estação, ele está se referindo, na realidade, a acontecimentos simultâneos. Para o físico, a simultaneidade não aparece, geralmente, como um problema, já que, na vida ordinária, “[...] há um encaixe enganadoramente próximo entre os eventos nos mostradores de nossos relógios e os que sucedem no mundo” Chega a afirmar que a simultaneidade efetiva não existe. (CLARK; HOLQUIST, 1998, p. 94 apud PINHO e SOUZA, 2015).

Os Postulados de Einstein para a simultaneidade: “Dois eventos que são simultâneos em um referencial não são simultâneos em nenhum outro referencial inercial que esteja em movimento em relação ao primeiro”.

Dois eventos em um referencial inercial são simultâneos, se os sinais luminosos associados a eles forem detectados simultaneamente por um observador situado em um ponto equidistante dos dois eventos.

Consideremos que dois eventos, 1 e 2, sejam simultâneos. “A” vai em direção a “B”; com velocidade  $v$ ; ponto médio  $P$ ,  $A'$  e  $B'$ , os pontos onde A e B acontecem.

Figura 9- A Relatividade da Simultaneidade



Fonte: Elaborada pela autora

O evento 1S mostra o instante em que A acontece. O evento 2S mostra que, quando a luz chega ao ponto médio, P e P' não mais coincidem, pois, entre a emissão da luz e sua chegada em P, existe um intervalo de tempo.

A simultaneidade de um evento não leva, necessariamente, à simultaneidade do outro. O tempo aqui é totalmente condicional. Eventos simultâneos num referencial deixam de ser em outro, quando em movimento em relação ao primeiro. A diferença entre os dois eventos é obtida através do seguinte cálculo:

$$\Delta t' = t'_2 - t'_1 = \gamma \left( t_2 - \frac{vx_2}{c^2} \right) - \gamma \left( t_1 - \frac{vx_1}{c^2} \right) = \gamma \left( t - \frac{vx_2}{c^2} - t + \frac{vx_1}{c^2} \right) = -\gamma \frac{v}{c^2} (x_2 - x_1)$$

$$\textit{Substituindo } L_0 = x_2 - x_1 \textit{ temos: } \Delta t' = -\gamma \frac{v}{c^2} L_0$$

Para substituir a transformação de Galileu, Lorentz percebeu que era necessário ter o referencial exato que definia a simultaneidade de Einstein. Também teria que atender algumas exigências, como: o MRU em R ser o mesmo de R'; redução da identidade, quando  $V = 0$  sendo esta a velocidade de R' em relação a R e que um raio de luz emitido deve propagar-se com c em R e R', conforme a equação a seguir:

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

### 3.3.4 Dilatação Temporal

Segundo Souza (2016), na mecânica newtoniana “o tempo é aquilo que os relógios medem. Tal entendimento parece ser suficiente para dar significado ao tempo t” (SOUZA, 2016 p. 130).

Na Física Clássica, o tempo é uma coordenada universal, com o mesmo valor para todos os observadores. Para a dilatação do tempo temos a seguinte transformação de Lorentz:

$$t' = \frac{t - \frac{v \cdot x}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow \text{fator de Lorentz } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \text{a quantidade adimensional}$$

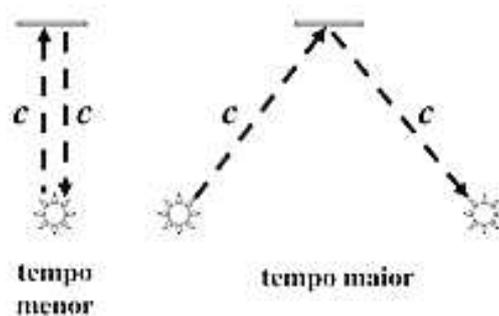
$$t' = \gamma \left( t - \beta \frac{x}{c} \right) \quad \text{tendo } \beta = \frac{v}{c} \therefore t' = \gamma \cdot t$$

O fator de dilatação do tempo é dado, pelo fator de Lorentz, significando que o tempo passa cada vez mais devagar quanto maior a velocidade do referencial móvel. Em outras palavras:

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\gamma} = -\frac{v}{c^2} L_0.$$

O tempo medido por relógios idênticos em R e R' são diferentes. O tempo menor é medido pelo observador em repouso, o tempo maior, pelo observador em movimento. Essa diferença é mostrada com seguinte cálculo:

Figura 10- Dilatação do tempo



Fonte: ZARA.

Essa diferença é mostrada com seguinte cálculo:

$$v \cdot \Delta t = \frac{v \cdot t_B}{2} \quad e \quad (v \cdot \Delta t)^2 = \frac{v^2 \cdot t_B^2}{4} \quad S_0 = \frac{c t_A}{2} \quad e \quad S_0^2 = \frac{c^2 \cdot t_A^2}{4}$$

$$\frac{2S_0}{t_A} = \frac{2S}{t_B} \rightarrow \frac{t_B}{t_A} = \frac{S}{S_0} \rightarrow \frac{t_B}{t_A} = \frac{\sqrt{S_0^2 + (v \cdot \Delta t)^2}}{S_0} \rightarrow \frac{t_B^2}{t_A^2} = \frac{S_0^2 + (v \cdot \Delta t)^2}{S_0^2} \rightarrow \frac{t_B^2}{t_A^2} = 1 + \frac{(v \cdot \Delta t)^2}{S_0^2}$$

$$\text{Logo: } \frac{t_B^2}{t_A^2} = 1 + \frac{v^2 \cdot t_B^2}{c^2 \cdot t_A^2} \rightarrow \frac{t_B^2}{t_A^2} = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \rightarrow t_B = \frac{t_A}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow t_B = \gamma t_A$$

A dilatação do tempo e a simultaneidade estão diretamente, relacionados.

### 3.3.5 Transformação de Lorentz para Velocidade

As transformações de Lorentz para a velocidade deram a Einstein o suporte necessário para o postulado que determina limites para  $c$ , a partir de qualquer referencial. Esta transformação é válida para se e somente se  $t = t' = 0$

$$\text{Para } S: x = v_x t \quad \text{Para } S': x' = v'_x t'$$

$$x' = v'_x t' \rightarrow \gamma(x - vt) = v'_x \gamma \left( t - \frac{vx}{c^2} \right) \rightarrow x + \frac{v'_x vx}{c^2} = vt + v'_x t \rightarrow$$

$$x \left( 1 + \frac{v'_x v}{c^2} \right) = vt + v'_x t \rightarrow v_x t \left( 1 + \frac{v'_x v}{c^2} \right) = vt + v'_x t \rightarrow$$

$$v_x + \frac{v'_x vx}{c^2} = v + v'_x \rightarrow v_x - v = v'_x \left( 1 - \frac{vx}{c^2} \right) \rightarrow v'_x = \frac{v_x - v}{\left( 1 - \frac{vx}{c^2} \right)}$$

$$\text{Implica: } v'_x = \frac{v_x - v}{\left( 1 - \frac{vx}{c^2} \right)} \quad v'_y = \frac{v_y}{\gamma \left( 1 - \frac{vx}{c^2} \right)} \quad v'_z = \frac{v_z}{\gamma \left( 1 - \frac{vx}{c^2} \right)}$$

Somente  $v$  e  $v'$  próximos de  $c$ . Pode-se notar que as componentes  $y$  e  $z$  não possuem valor para  $v$ , quando observadas em  $R'$ , pois, o movimento relativo acontece somente em  $x$ .

### 3.3.6 Transformação de Lorentz para a Aceleração

A aceleração medida do referencial inercial  $R$  para o referencial  $R'$ , pode ser definida pelas equações:

$$\text{Para } x, \text{ temos: } a'_x = \frac{\left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2}}{\left( 1 - \frac{v_x v}{c^2} \right)^3} a_x$$

$$\text{Para } y, \text{ temos: } a'_y = \frac{\left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)}{\left( 1 - \frac{v_x v}{c^2} \right)^2} \left\{ a_y + \frac{v_y v}{c^2 \left( 1 - \frac{v_x v}{c^2} \right)} a_x \right\}$$

$$\text{Para } z, \text{ temos: } a'_z = \frac{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}{\left(1 - \frac{v_x V}{c^2}\right)^2} \left\{ a_z + \frac{v_z V}{c^2 \left(1 - \frac{v_x V}{c^2}\right)} a_x \right\}$$

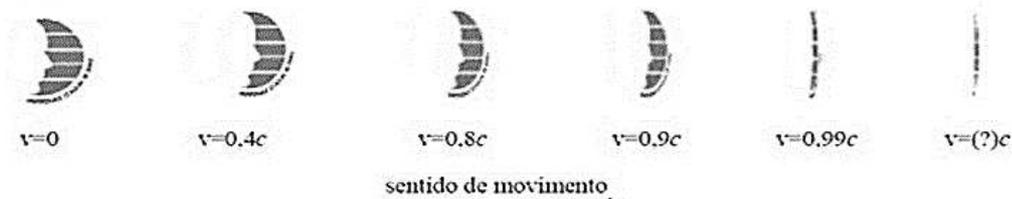
### 3.3.7 Contração do Espaço

A contração do comprimento está diretamente ligada à dilatação do tempo. O comprimento de um objeto em repouso, para um referencial qualquer, é conhecido como “comprimento próprio” e é representado por  $L_0$ . Quando o objeto se move na direção do movimento,  $L < L_0$ . As Transformações de Lorentz para a Contração do Espaço:

$$L_0 = \gamma L \quad L = L_0 \sqrt{1 - \beta^2} \quad \beta = \frac{v}{c}$$

A contração do comprimento relativista um objeto fica mais curto quando se move na direção do movimento relativo, como ilustrado abaixo:

Figura 11- Contração de um corpo próximo à velocidade da luz



Fonte:UEG

### 3.3.8 Momento Linear newtoniano com relação no momento linear relativístico.

O produto da massa pela velocidade é chamado de momento linear ou momentum.

Consideremos a medida  $p = mv$  no referencial R e  $p' = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma mv$ , em R' movendo-se

em relação à R.

Quando se usa o fator de Lorentz,  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  o momento linear passa a ser invariante para referenciais inerciais.

$p' = \gamma p$

**Usando o fator de Lorentz:**  $p' = \text{Quantidade de movimento relativística}$   
 $p = \text{Quantidade de movimento newtoniana}$   
 $m' = \text{É a correção relativística da massa}$

Para velocidade  $v \ll c$  a expressão volta à forma clássica.

### 3.3.9 Massa e Energia Relativística

Foram três séculos considerando que a massa era absoluta. Com a mudança de conceito de tempo e espaço, Einstein verificou que a massa varia de acordo com a velocidade. Quanto mais se aproxima de  $c$ , maior é o aumento da massa. Sendo assim, esta dependência pode ser representada por:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (\text{sendo } m \text{ a massa relativística e } m_0 \text{ a massa em repouso})$$

Ou seja  $m = \gamma m_0$ . Logo, o vetor do momento relativístico é representado por  $\vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ .

Para mecânica newtoniana, só valerão quando  $v \ll c$ .

Einstein estabeleceu a relação geral entre a energia e a massa, com a fórmula:  $E = mc^2$ , onde  $E$  = energia,  $m$  = massa e  $c$  = velocidade da luz no vácuo.

Quando o objeto se move com  $v$  em relação ao observador, a energia passa ser:

$$E = \gamma mc^2 \quad \text{sendo } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (\text{fator de Lorentz}).$$

### 3.3.10 Paradoxo dos Gêmeos

Para tentar explicar que o tempo marcado em um relógio em repouso era diferente daquele que estava em movimento no espaço, e que dependia do observador, Einstein usou o paradoxo dos gêmeos para ilustrar a dilatação do tempo. Era a Teoria da Relatividade Restrita

O Paradoxo dos Gêmeos nada mais é que a suposta prática da dilatação do tempo. A experiência seria com dois gêmeos idênticos, que se separariam por um determinado tempo.

Porém, um deles estaria viajando próximo à velocidade da luz. Como o tempo é mais lento para quem está em movimento, espera que o irmão que partiu retornará mais jovem e encontrará o seu irmão gêmeo mais velho. A explicação para tal fenômeno é que o irmão que partiu sofre acelerações e desacelerações enquanto o irmão que ficou aqui na Terra, não. Tais acelerações serão o motivo de os gêmeos terem idades diferentes ao final da viagem.

Figura 12- Paradoxo dos Gêmeos segundo Einstein

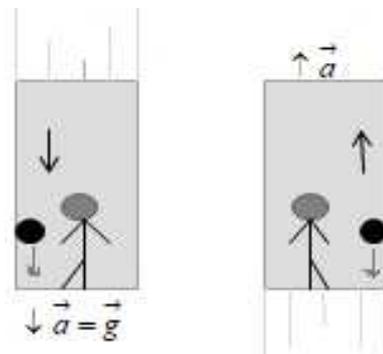


Fonte :XAVIER.

### 3.3.11 O Princípio da Equivalência de Einstein

O princípio da equivalência postula que um referencial inercial se comporta da mesma forma que um referencial não inercial, na presença de um campo gravitacional. A teoria descreve os movimentos de objetos, não mais como ação de forças, mas sim como trajetórias sobre a superfície espaço-tempo.

Figura 13- O Princípio da Equivalência



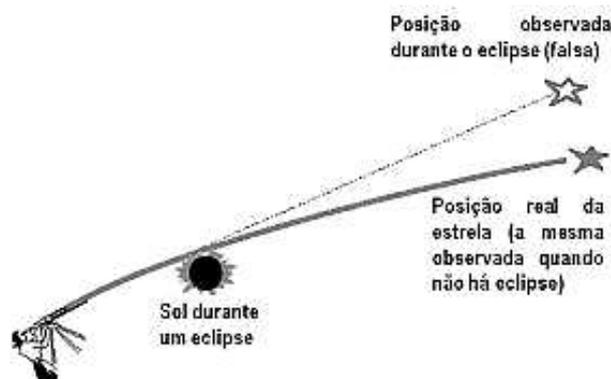
Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.3.12 O Eclipse de Sobral

Depois de dois eclipses frustrados, em 1916, por causa da guerra, e 1918, por excesso de nuvens, Einstein precisava aproveitar o de 1919 para mostrar que um feixe de luz passando por um corpo massivo desviaria sua luz, num ângulo que seria duas vezes maior do que o calculado pela mecânica Newtoniana.

Esta curvatura, só poderia ser verificada através de um experimento mais direto, como um eclipse total do Sol, ou seja, quando a lua ficasse entre o Sol e a Terra, possibilitando assim, ver o brilho das estrelas próximas. Com este acontecimento, a pequena cidade ganhou fama internacional por ter sido o palco deste evento. E ali foram feitas estas medidas. (LaGEA, 2019). O eclipse durou 6 minutos e 51 segundos e foi fotografado na sua totalidade. Einstein encontrou um ângulo de 1,76'' (um grau e setenta e seis segundos de arco). (ZYLBERSZTAJN, 1989, P. 226).

Figura 14– Desvio da Luz



Fonte: NASCIMENTO.

O cálculo referente à deflexão da luz, feito por Einstein, é extremamente complexo e está representada na equação abaixo:

$$B = \int_{-\infty}^{+\infty} -\frac{\partial\gamma}{\partial x_1} dx_2 \approx \lim_{d \rightarrow +\infty, k > 0} \int_{-kd}^{+d} -\frac{\partial\gamma}{\partial x_1} dx_2 \approx \int_{-D}^{+D} -\frac{\partial\gamma}{\partial x_1} dx_2 \approx \int_{-pD}^{+D} -\frac{\partial\gamma}{\partial x_1} dx_2 \approx 1,75''$$

Sendo “D” à distância Terra-Sol e  $p \geq 0,20$ , aproximadamente. (GODOI, 1916, p.9).

Numa versão mais atual da teoria, Einstein previu  $\delta = \frac{4GM}{c^2 R} \approx 1,75''$ . (LENZI, 2019, p.18).

Esta experiência gerou muitas polêmicas, entre os estudiosos do meio científico, por uma gama de motivos. Muitos continuaram céticos, quanto aos resultados dessa observação.

Oderberg afirma que argumentos contra a suposta comprovação datam ainda de 1922, do livro "Gravitation Versus Relativity" ("Gravitação versus relatividade"), de Charles Poor, professor de mecânica celestial na Universidade de Columbia, nos Estados Unidos. Depois disso, lista oito tópicos que pesam contra a comprovação de 1919. Entre vários argumentos, ele cita o uso de telescópios impróprios; a grande margem de erro das medições; chapas fotográficas nas quais o desvio sofrido pela luz ao passar perto do Sol estava mais próximo do valor de Newton; o fato de Eddington ter desprezado chapas do grande telescópio de Sobral; a distorção causada pela interferência da atmosfera terrestre nas imagens; e também que, na média, o valor obtido para a deflexão da luz (o quanto ela se curva) difere em cerca de 19% do valor previsto por Einstein.(VIEIRA e VIDEIRA, 2019 p. 144-145).

No livro História da Física – Artigos, ensaios e resenhas, Vieira e Videira (2019) apresentam vários questionamentos que vão de encontro às verificações do eclipse solar de 1919 e conseqüentemente à Teoria da Relatividade Geral, entre eles o de David Oderberg, do departamento de filosofia da Universidade de Reading (Reino Unido), apresentado anteriormente.

### 3.4 A TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL

Em 1915, Einstein publicou a teoria de relatividade geral fazendo uma análise das leis físicas em referenciais acelerados. Até então, todo objeto de estudo se limitava ao referencial inercial. Desenvolvida com base nas transformações de Lorentz, a teoria da relatividade geral apresenta uma nova versão de espaço e gravidade para a Física Moderna: O espaço curvo.

Figura 15- Deformação do Espaço por Corpos Massivos



Fonte: Elaborada pela autora

De acordo com essa teoria, corpos massivos deformam o espaço, fazendo com que corpos e planetas mais leves descrevam suas órbitas seguindo essa deformação. Quanto maior a deformação, maior será a atração. Surge então a Teoria da Relatividade Geral, uma nova forma de explicar a gravidade. Segundo Castiñeiras e Crispino (2019), Einstein conseguiu pela primeira vez obter o valor correto da precessão anômala do periférico de Mercúrio e este valor violava as leis de Kepler para o movimento dos planetas, percebidas por astrônomos ao longo de 400 anos, com medições muito precisas, para suas épocas. Outro efeito seria o desvio da luz, ao passar perto do Sol, pela deformação do espaço causada pela grande massa do astro. Assim, a Teoria da Relatividade Geral quebra o paradigma de espaço e tempo absolutos propostos por Isaac Newton dando uma nova versão, depois de séculos, para a força gravitacional.

#### 4. PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A existência das Tecnologias da Informação e Comunicação - TIC já é uma realidade em algumas das escolas brasileiras. Muitas escolas possuem laboratórios de Física e alguns deles muito bem equipados, devido ao recebimento de investimentos de algum programa de governo ou por tratar-se de escola privada. Mas, quando se fala de uso da tecnologia em sala de aula existem relatos que contrariam essa realidade. A proposta deste trabalho foi idealizada para preencher algumas lacunas no ensino da Física em relação com o uso de TIC e de laboratórios. Nesse sentido pretende- demonstrar o quanto os jogos podem ser úteis no ensino e no aprendizado de física, ampliando o conhecimento da formação do cidadão, incentivando o aluno a buscar respostas, estimular o pensamento e construir conceitos, a partir de valores científicos, tecnológicos e sociais.

A proposta visa contribuir para uma prática colaborativa e relevante que faça jus à educação do terceiro milênio, em que se deseja uma escola diferente, com maior participação da comunidade sem necessariamente descartar os progressos oriundos dos estudos e pesquisas na área do ensino das ciências.

O desenvolvimento do jogo e do livreto como Objetos de Aprendizagem buscam tornar o aluno protagonista do seu conhecimento emponderando-o acerca do seu próprio aprendizado.

A metacognição é apreendida pelo jogar videogame através da mediação que ocorre, tanto no nível da máquina, como dos companheiros mais experientes e dos adultos. A autonomia desenvolvida pela criança é fundamental para prevenção de dificuldades de aprendizagem, porque possibilita o aprender como processo de planejamento e autoavaliação constantes. (MUNGUBA, 2003, p. 47)

Essa metacognição proporcionada pelos jogos dá ao aluno a possibilidade de apropriar-se da forma como ele aprende e conseguir regular a forma de aprender. O uso de jogos estimula ainda o engajamento e a construção do conhecimento.

Os games podem se constituir em espaços de aprendizagem nos quais os seus usuários/jogadores podem juntos construir sentidos, significados para aprender novos conceitos de forma dinâmica e inovadora, sendo desafiados a resolver e solucionar problemas que muitas vezes exigem que atuem colaborativamente, que reutilizem os territórios e mapas dos jogos para explorar outros universos simbólicos. Os games podem se constituir na porta de entrada para professores e alunos entrarem no universo da cultura digital e se apropriarem de uma nova forma de letramento que vai além dos processos de codificação e decodificação. (ALVES, 2012, p. 6)

É uma proposta muito relevante para uma reflexão sobre os conceitos de aprendizagem nos dias atuais, respeitando contexto em que vivemos alunos do Ensino Médio.

#### 4.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste produto é ensinar conceitos da Física gravitacional com a utilização de um jogo eletrônico e um livreto como objeto de aprendizagem buscando uma reformulação dos processos tradicionais proporcionando ao aluno maior engajamento e autonomia na construção do conhecimento mediante uso de TIC.

#### 4.2 METODOLOGIA

Após as mudanças feitas nas realizações das atividades na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), devido à pandemia do COVID 19 consultamos o comitê de ética acerca da forma de aplicação do produto e fomos autorizados a enviar o formulário do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de forma remota. O envio, do TCLE, foi feito com cópia, para os responsáveis dos alunos em 13/07/2020. Depois de aguardar até 05/08/2020 sem obter respostas autorizando a participação dos alunos no projeto decidimos aderir à modalidade de aplicação oficina sugerida pela Comissão de Pós Graduação na RESOLUÇÃO N° 01, DE 03 DE JUNHO DE 2020.

Assim sendo foram adaptadas todas as atividades propostas. Estas foram pensadas e reorganizadas para ser oferecida em três encontros virtuais síncronos, através da ferramenta Google Meet e duas atividades assíncronas utilizando o Google Formulários totalizando 10h de duração. O público-alvo foi composto por grupos de egressos do mestrado alunos e professores de graduação em Física e outros professores da área. Foram feitos trabalhos voltados para a construção da tecnologia digital dando suporte à oficina, visando à complementação e a aplicação do produto.

O convite com o formulário de inscrição foi enviado para 189 (cento e oitenta e nove) pessoas. Porém, tivemos dezessete inscrições, sendo, sete professores de Física: quatro de ensino médio e três de ensino superior sendo um mestre na área, dez alunos do curso de Licenciatura em Física, do IF – Sudeste MG que não atuam como professores. A oficina contou também com a presença do programador, responsável pelo desenvolvimento do jogo, Alan de Campos Belisário, (colaborador deste projeto) respondendo as dúvidas da área de programação do aplicativo.

Para a realização da oficina de aplicação do produto foi disponibilizado o link de acesso ao Livreto FÍSICA E SUAS FORÇAS e o link do aplicativo do JOGO eletrônico a ser instalado pelo participante no suporte adequado e jogado.

Após a leitura do livreto e aplicação do jogo os participantes responderam um questionário em formulário eletrônico (Google Forms disponível no apêndice J desta dissertação) acerca de cada um deles, os quais foram usados como indicadores de resultados ao serem preenchidos pelos participantes. A modalidade da oficina foi de formação continuada de professores que após o processo de aplicação recebeu declaração de participação na Aplicação de Produto Educacional MNPEF.

#### **4.2.1 Plano de Ação**

As atividades foram pensadas e planejadas, para acontecerem no período de 28/08/2020 a 11/09/2020, com três encontros síncronos divididos da seguinte forma:

28/08/2020 – Primeiro Encontro:

- ✓ Apresentação da oficina para os professores, alunos e convidados.
- ✓ Apresentação dos objetivos do trabalho.
- ✓ Apresentação do livreto.
- ✓ Envio do link do livreto.
- ✓ Conversa informal, sobre o material e tira dúvidas.
- ✓ Envio do questionário avaliativo do Livreto pelo Google Formulários.

04/09/2020 – Segundo Encontro:

- ✓ Apresentação do jogo.
- ✓ Envio do link do jogo.
- ✓ Uso do jogo e exploração dos recursos.
- ✓ Resultados da experiência de jogar.
- ✓ Conversa informal sobre o jogo e tira dúvidas.
- ✓ Envio do questionário avaliativo do jogo pelo Google Formulários.

11/09/2020 – Terceiro Encontro.

- ✓ Avaliação dos recursos
- ✓ Sugestão de ajustes.
- ✓ Avaliação geral e reflexão final.

### 4.3 O LIVRETO – A FÍSICA E SUAS FORÇAS

Ao longo do desenvolvimento do jogo eletrônico, julgamos por bem acompanhá-lo de um livreto ilustrativo (disponível no Apêndice A) com informações acerca dos temas disponibilizados no jogo, para que o aluno tivesse mais uma ferramenta, para fixar os conteúdos apresentados, sobre a força gravitacional. Foi desenvolvido de forma bem prática, resumida com ilustrações feitas pelo desenvolvedor do programa (Alan Belisário) bem coloridas de acordo com a faixa etária dos participantes de maneira chamar a atenção do aluno e a parte didática pedagógica feita pela autora dessa dissertação contendo assuntos referentes às forças físicas em geral e suas classificações, força da gravidade e Lei da gravitação, no contexto da Física Clássica e da Física Moderna.

Figura 16- Força de Contato



Fonte: Alan Belisário

### 4.4 O JOGO

O jogo foi desenvolvido para rodar em plataforma Androide programado através do Java Script, contendo dez fases, divididas em sequências históricas, onde são tratados assuntos referentes ao conceito de força e, em particular, à força de gravidade, desde a Física mecanicista até a Física Moderna.

O programador responsável pelo desenvolvimento sistema e todas as imagens do livreto e do jogo foi o colaborador deste projeto Alan Belisário, que não mediu esforços, para a realização do memo.

O jogo se baseia num aplicativo simples, compatível aos celulares em geral. O aluno deverá baixar o aplicativo e registrar-se no jogo antes de começar a jogar. A cada final de fase, existem perguntas relevantes, referentes ao tema disposto. As respostas são oferecidas sempre em duas opções e as questões, com respostas erradas, irão para o final do jogo, para que o jogador possa ter nova chance de acerto. Conta com um site de hospedagem, (QUIZ) onde ficam registrados todos os passos do aluno: seus erros e acertos mostrando através de gráficos diversos o seu desempenho durante a experiência. Esta forma de expor os resultados facilita a vida do professor e mostra onde entrar com a intervenção pedagógica. (Todos os detalhes do jogo estão disponíveis no Apêndice B desta dissertação).

Figura 17- Tela inicial do jogo



Fonte: Alan Belisário

O jogo foi desenvolvido de forma a permitir, que seja reutilizado para diversos conteúdos e disciplinas favorecendo professores e alunos.

## 5. A APLICAÇÃO DO PRODUTO – A OFICINA

Excepcionalmente, a aplicação do produto foi realizada, no formato de oficina nos termos da resolução nº 01, de 03 de junho de 2020 do MNPEF, para alunos e professores do curso de graduação em Física e professores da educação básica.

### 5.1 O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

No dia 28/08/2020 aconteceu o primeiro encontro. A oficina foi aberta com a apresentação de todos os participantes e as boas-vindas. Em seguida foi feita a apresentação da proposta principal de trabalho, em PowerPoint, com a explicação dos objetivos gerais e específicos, da BNCC e da proposta do uso das TIC no ensino das Ciências; um levantamento de dados sobre a situação da educação básica no Brasil, na área de Física; apresentação da definição de gamificação, e objetos de aprendizagem. Apresentamos o livreto como mais uma ferramenta de auxílio à aprendizagem, com os temas; ilustrações e os objetivos que pretendemos alcançar com ele.

Foi exibido o vídeo “Como Nosso Cérebro Aprende” - do canal “Mais Aprendizagem”, do Youtube<sup>1</sup>, para demonstrar como funciona a formação do conhecimento na mente humana e outro vídeo que trata do desafio de ensinar em tempos modernos: “O Desafio de Ensinar e Aprender Em Tempos de Inovação e Transformação”, do canal Mind Lab, também do Youtube<sup>2</sup>. Este último apresenta os impactos do século XXI para a educação num contexto global de rápidas e constantes mudanças.

Para terminar foi apresentada aos participantes a proposta da oficina, com as programações, atividades e certificação. Disponibilizamos o link do Livreto e do questionário avaliativo do mesmo com as devidas referências.

No dia 04/09/20 foi realizado o segundo encontro síncrono da oficina. No início foi apresentado um estudo sobre o surgimento, a evolução e os impactos que as tecnologias têm sobre a cultura, e a sociedade em geral e os impactos que os jogos eletrônicos causam em crianças, jovens e adultos e como são vistos hoje em termos de estratégias para despertar o interesse pelas atividades escolares e melhorar o desempenho dos alunos.

Apresentação de todas as fases do jogo, suas telas de registro e boas-vindas; a dinâmica das respostas certas e erradas; as ilustrações de força de contato e de campo; da

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=J78c8cVDHHE>>

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MyFadMp5FRo>>

Física clássica; da Física moderna; das teorias da relatividade geral e restrita; a tela final; as perguntas; as telas de diálogos; o link de acesso aos dados coletados, no Quiz, as porcentagens de erros e acertos; as tabelas e gráficos demonstrativos; os gabaritos; a indicação dos alunos aprovados e reprovados; e o modo de instalação do aplicativo;

Neste segundo encontro contamos com a participação de Alan Belisário, responsável pela parte de programação e o desenvolvimento do jogo; pela escolha da tecnologia; da tela de registro; do servidor; da compilação do aplicativo e das devidas licenças. Por fim, foi feita a disponibilização do link do jogo e do questionário avaliativo do mesmo e as devidas referências.

Em 11/09/20 ocorreu o terceiro e último encontro síncrono da oficina de aplicação do produto educacional. Foram apresentadas as sugestões de sequências didáticas, para aplicação do produto em sala de aula convencional, já em conformidade com a BNCC para o ensino médio. As sequências didáticas foram programadas para aplicação em quatro aulas e estão disponíveis no Apêndice I desta dissertação.

Por se tratar de um encontro de avaliação, foram ouvidos todos os participantes, suas sugestões e opiniões a respeito do produto, a avaliação dos recursos didáticos utilizados, a necessidade de ajustes e uma avaliação geral como professores e alunos. Para finalizarmos foram feitos os devidos agradecimentos e uma reflexão detalhada de todas as atividades da Oficina.

## 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 6.1 RESULTADOS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO LIVRETO QUE ACOMPANHA O JOGO

Durante a oficina foram disponibilizados, no Google Formulários dois questionários de avaliação do produto educacional. O primeiro refere-se ao livreto contendo dez questões e o segundo referente ao jogo, propriamente dito. A análise do livreto apresentou os seguintes resultados:

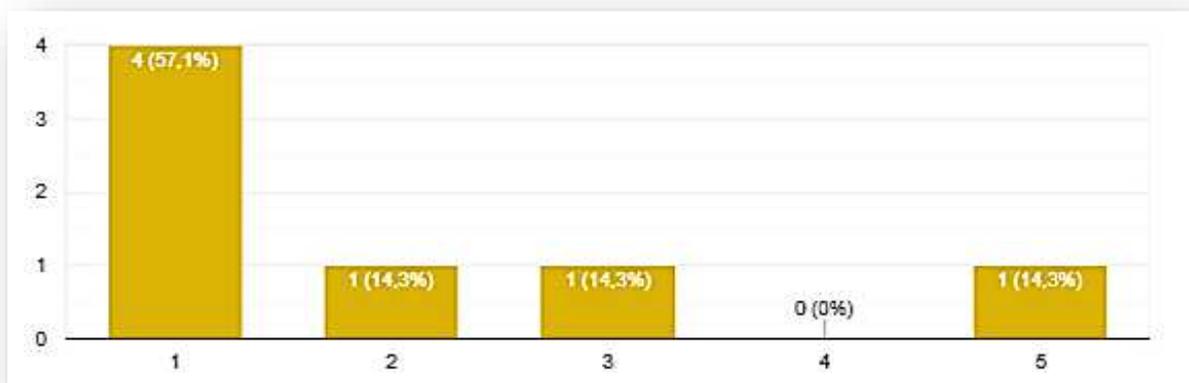
A questão de número 1 fazia referência ao acesso ao livreto pelo link disponibilizado, como forma de suplemento, para ser utilizado com alunos em geral.

**Resultado:** Todos os participantes indicaram que não tiveram nenhuma dificuldade para acessar o material.

A questão de número 2 teve a pretensão de avaliar a adequação do nível dos conteúdos apresentados no livreto, através de uma escala de 1 a 5. Sendo a escala crescente na ordem de 1 para SIM e 5 para NÃO.

**Resultado:** O gráfico a seguir apresenta os resultados obtidos.

Gráfico 2 - Nível dos conteúdos apresentados no livreto



Fonte: Google Forms

A questão de número 3 se referia ao visual do jogo: “**O que você achou do visual dos objetos de aprendizagem?**”. ( ) Adequado à faixa etária ( ) Não se ajusta à faixa etária

**Resultado:** Todos os participantes responderam que o visual está adequado à faixa etária

A questão de número 4 quis saber, se o livreto foi útil na compreensão dos conteúdos.

**O livreto ajudou na compreensão do conteúdo?**  Sim  Não  Ajudou pouco

**Resultado:** Todos os participantes responderam que o livreto ajudou na compreensão do conteúdo.

A questão de número 5 quis saber se os participantes aprenderam algo novo da Física, com esta atividade.  Sim  Não  Talvez

**Resultado:** As respostas estão dispostas no gráfico abaixo.

Gráfico 3- Você aprendeu algo novo com esta atividade?



Fonte: Google Forms

A questão de número 6: explorou a clareza dos conceitos. **Apresenta conceitos de forma clara e correta?**  Sim  Não

**Resultado:** Todos os participantes responderam que há clareza nos conceitos.

A questão de número 7, indagou se os participantes fossem alunos gostariam de aprender Física desta maneira. **Se fosse um aluno gostaria de aprender Física com este tipo de ferramenta?**  Sim  Não

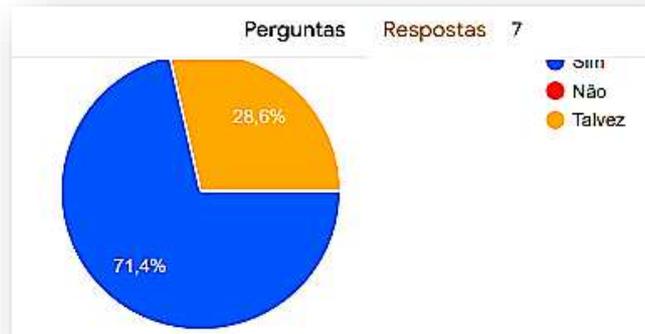
**Resultado:** Todos os participantes responderam que sim. Gostariam de aprender Física com esta ferramenta.

A questão de número 8 quis saber se o conteúdo do livreto é atrativo.

Sim  Não  Talvez

**Resultado:** As respostas estão dispostas no gráfico abaixo.

Gráfico 4- Você acha que o conteúdo incentiva o leitor ao se aprofundar no tema?

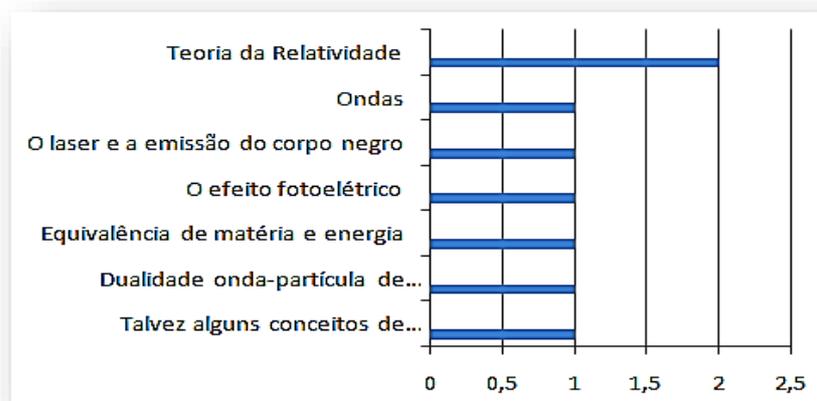


Fonte: Google Forms

A questão de número 9 procurou saber qual o conteúdo da Física moderna, que os participantes incluiriam em suas aulas.

**Resultado:** As respostas da questão 9 estão contidas no gráfico abaixo

Gráfico 5- Qual tema de Física Moderna e Contemporânea você incluiria nas suas aulas?



Fonte: Google Forms

A questão de número 10 quis saber quais conteúdos da Física Moderna, os participantes estudaram no ensino médio e pediu que contassem suas experiências.

**Quais tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Você já teve nas suas aulas de ensino médio? (Coloque se sua experiência foi como aluno ou como professor)**

**Resultado:**

A seguir apresentamos algumas respostas:

- “o básico”.

- “Mediante ao extenso currículo e pouco tempo proporcionado às aulas de Física no ensino médio, principalmente, nas escolas públicas, não vi a fundo nenhum tópico de Física Moderna no ensino médio”.

- “Equivalência de matéria e energia”.

- “Não estudei ainda tópicos de Física Moderna”.

- “Não me recordo de nenhum tema de Física Moderna durante minha formação no ensino médio, lembro no último ano a professora de química me emprestou um livro biográfico sobre Einstein que continha alguma introdução à Relatividade somente”.

- “Não tive este conteúdo no ensino médio”.

- “Não me recordo muito do meu ensino médio”.

## 6.2. RESULTADOS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO JOGO

O segundo questionário disponibilizado no Google formulários refere-se ao jogo contendo treze questões para análise do jogo e apresentou os seguintes resultados:

A questão de número 1 referente ao jogo também fazia referência ao acesso ao aplicativo pelo link disponibilizado.

**Quanto ao grau de dificuldade para acessá-lo.**

Tive dificuldade em acessar o jogo  Não tive dificuldade em acessar o jogo.

**Resultado:** Todos os participantes indicaram que não tiveram nenhuma dificuldade para baixar e acessar o material.

A questão de número 2 foi referente à motivação ao estudar os conteúdos de Física com o jogo. “**Você se sentiu motivado em estudar os conteúdos de Física com o joguinho**”?  Sim  Não

**Resultado:** Todos os participantes responderam que se sentiram motivados a aprender Física com o joguinho.

A questão de número 3 procurou saber sobre a linguagem do jogo.

**Quanto ao conteúdo explorado no jogo a linguagem foi apropriada?**

**Resultado:** Todos os participantes acharam que a linguagem do jogo foi apropriada

A questão de número 4 quis saber sobre o visual (cores e desenhos) do jogo

**Resultado:** As respostas estão dispostas no gráfico a seguir.

Gráfico 6- Quanto às cores, desenhos e forma de explorar os conteúdos do jogo.

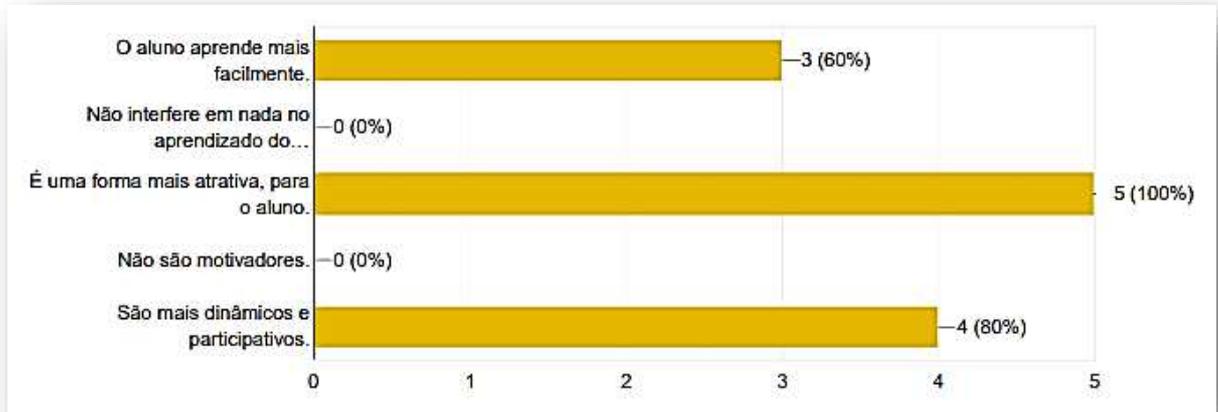


Fonte: Google Forms

A questão de número 5 pediu aos participantes que marcassem com um X o que eles acham com respeito aos jogos didáticos pedagógicos, no ensino de Física.

**Respostas:** As respostas estão dispostas no gráfico a seguir.

Gráfico 7- Assinale com um X os itens que você acha em relação aos jogos no ensino da Física



Fonte: Google Forms

A questão de número 6 pediu para atribuir notas de 0 a 10, quanto à importância dos jogos para o ensino da Física.

**Respostas:** As respostas estão dispostas no gráfico a seguir.

Gráfico 8 –De 0 a 10, qual o grau de importância dos jogos no ensino de Física.



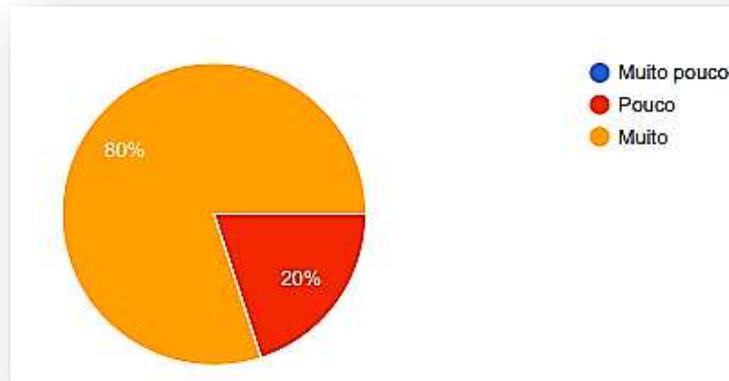
Fonte: Google Forms

A questão de número 7 pede a opinião dos participantes, quanto ao interesse despertado no aluno, para o ensino de Física, através dos jogos.

Muito  Pouco  Muito pouco

**Resultado:** As respostas estão dispostas no gráfico a seguir.

Gráfico 9- Em sua opinião os jogos despertam interesse nos alunos para as aulas de Física?

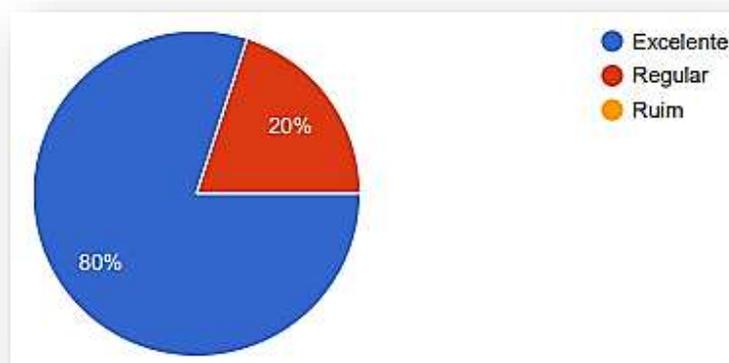


Fonte: Google Forms

A questão de número 8 pediu a opinião do participante sobre estudar Física com este tipo de joguinho. () Excelente () Regular () Ruim

**Resultado:** As respostas estão dispostas no gráfico a seguir.

Gráfico 10 - O que você acha de estudar Física com este tipo de joguinho?

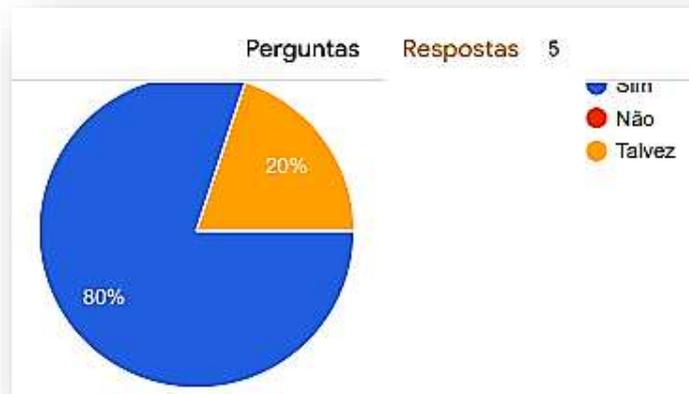


Fonte: Google Forms

A questão de número 9 quis saber se o jogo foi útil para o aprendizado de Física.  
 () Sim () Não () Talvez

**Resultado:** As respostas estão dispostas no gráfico a seguir.

Gráfico 11- O jogo ajudou você aprender mais de Física?



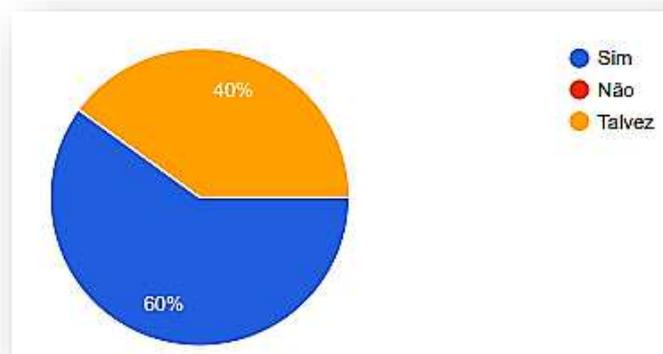
Fonte: Google Forms

A questão de número 10 pergunta ao participante se ele gostaria de jogá-lo novamente.

Sim  Não  Talvez

**Resultado:** As respostas estão dispostas no gráfico a seguir.

Gráfico 12 - Gostaria de jogar este jogo novamente?



Fonte: Google Forms

A questão de número 11 quer saber a opinião do participante a respeito da contribuição das tecnologias no ensino da Física.

**Acredita que a tecnologia dos jogos possa contribuir para o ensino da Física.**

Sim  Não

**Resultado:** Todos os participantes responderam SIM, que acreditam na contribuição das tecnologias no ensino da Física.

A questão de número 12 diz respeito à eficácia da metodologia usada no jogo.

**Você acha que a metodologia usada no jogo é eficaz?**  Sim  Não

**Resultado:** Todos os participantes responderam SIM, Que acham a metodologia do jogo eficaz.

A questão de número 13 diz respeito ao favorecimento da ferramenta como metodologia para o ensino da Física.

**Acha que podemos nos favorecer desse recurso (jogos), como metodologia, no ensino da Física?**  Sim  Não

**Resultado:** Todos os participantes responderam SIM, Acham que a ferramenta jogo favorece o ensino da Física.

### 6.3. ANÁLISE DO RESULTADO GERAL DA COLETA DE DADOS

As análises da coleta foram interpretadas de acordo com as respostas dos participantes da oficina, em dois momentos: um, entre o primeiro e no segundo encontros síncronos e o outro depois do segundo encontro.

Concluiu-se que a gamificação, não irá resolver todos os problemas do ensino da Física e nem tem essa pretensão, porém é uma proposta pedagógica, que pode oferecer uma aula, mais interessante e de maior engajamento dos alunos. Trata-se de um recurso a mais para o professor explorar, de forma atrair a atenção do aluno, para o conteúdo. Gadotti (2000), diz que todo professor deve ter postura norteadora considerando que a prática pedagógica em sala de aula é fundamental no desenvolvimento intelectual de seu aluno.

Segundo análise das respostas dos questionários, os participantes reconhecem os jogos como uma ferramenta importante no ensino da Física que ajuda a passar os conteúdos de forma mais interativa e divertida. De acordo com Peruzzi (2010), os jogos, além de construir conhecimento também servem de recreação. As respostas dos participantes foram de encontro ao pensamento de Peruzzi, quando afirmaram ter aprendido algo novo com as atividades e se fossem alunos gostariam de aprender física, com aquele tipo de ferramenta.

Na educação, não podemos fechar nossos olhos para as inovações tecnológicas e a necessidade urgente de mudança. Arroyo (2007) deixa claro que o ensino tradicional, ainda impera nas redes de ensino. Analisando as respostas dadas pelos participantes à questão de

número dez, “Quais tópicos de Física Moderna e Contemporânea, você já teve nas suas aulas de ensino médio?”, percebe-se que a maioria não estudou como deveria e gostaria de tê-lo feito. Há diversos motivos para isso. Desde a quantidade reduzida de aulas de Física semanais até à falta de conexão da Física escolar com a vida diária e profissional dos estudantes. Moreira (2000) também indica a necessidade de uma mudança radical no sentido de um ensino de Física mais construtivista, voltado para a cidadania, com situações reais e práticas, alinhadas aos interesses dos alunos, e a atualização de conteúdos de Física Contemporânea.

Quando perguntados sobre a motivação de estudar os conteúdos de Física com esta ferramenta, todos os participantes responderam que se sentiram motivados a aprender Física com o jogo, por ser mais atrativo e com maior dinamismo. Além disso, consideraram alto o nível de importância dos jogos como estratégia de ensino dos conteúdos da Física. A BNCC (BRASIL, 2018), já orienta quanto às mudanças na metodologia de ensino aprendizagem incorporando as tecnologias digitais de forma crítica, significativa, reflexiva na escola para que aluno exerça o protagonismo na vida pessoal e coletiva.

Quanto ao interesse que os jogos despertam nos alunos e a contribuição que eles podem trazer como metodologia do ensino da Física, a concordância foi unânime. Todos os participantes responderam que a ferramenta favorece o ensino da Física.

Durante a oficina houve um momento de interação aberto para opiniões, sugestões para melhoria do material apresentado. Surgiram sugestões como, por exemplo, trabalhar mais conceitos de quântica; dualidade onda-partícula; equivalência matéria e energia; efeito fotoelétrico; laser e a emissão do corpo negro; ondas e taxonomia de Bloom. Também foram apresentadas sugestões para reformulação de algumas perguntas e respostas do jogo, tais como: tirar a citação sobre forças fundamentais na parte da força gravitacional já que essas forças fundamentais não foram mencionadas no diálogo inicial; trazer outra abordagem para a questão de número cinco, modificando para: "Qual a definição da força gravitacional proposta por Isaac Newton?"; alteração da pergunta e respostas da questão doze, que ficaram da seguinte forma: “Quando acontece o fenômeno das marés altas? a) Quando há um quase alinhamento da Lua, do Sol e da Terra, nas Luas novas ou cheias. b) Quando há um quase alinhamento da Lua, do Sol e da Terra, nas Luas quarto crescente ou quarto minguante. Melhorar o sentido da pergunta dezenove que foi reformulada da seguinte maneira: Como a equipe de Einstein pretendia verificar a curvatura da luz? a) Esta curvatura poderia ser verificada com um eclipse lunar. b) Esta curvatura, só poderia ser verificada através de um eclipse total do Sol.

Outra sugestão importante foi relativa à melhoria do contraste das cores e figuras do jogo, no intuito de ajudar alunos com baixa visão ou outro tipo de deficiência visual. Essa sugestão também foi acatada na elaboração da versão final do jogo.

Com os resultados das análises, concluiu-se que o jogo proposto se configura como uma ferramenta auxiliar importante no ensino de Física podendo ser utilizado como recurso auxiliar nas aulas para favorecer a aprendizagem dos alunos. De acordo com as respostas dos participantes, podemos considerar que o produto cumpre com o objetivo de ensinar conceitos físicos de maneira mais divertida e prazerosa em sala de aula.

#### 6.4 RESULTADOS GERAIS DA OFICINA

O resultado geral da oficina reforça os estudos de pesquisadores da área de gamificação citados neste trabalho, como Tenconi (2016), que afirma que os jogos funcionam como uma espécie de treino mental que ativa o cognitivo e de educação e como Moreira (2017), que afirma que vivemos em um mundo tecnológico em que é impossível ignorar todo o progresso da ciência e da tecnologia nos processos de ensino e aprendizagem.

A oficina, utilizada como alternativa para aplicação do jogo foi uma oportunidade singular de interagir com estudantes e professores da área de Física. Esperava-se um número maior de participantes, o que nos levou a pensar que poderia ter ocorrido algum problema de ordem técnica na comunicação que produziu uma baixa participação, mas ponderamos que isso pode ter ocorrido em função da sobrecarga de trabalho remoto imposta pela pandemia da COVID-19. Por outro lado, os inscritos eram interessados no assunto, o que colaborou para o aprimoramento do produto educacional.

Entendeu-se que a gamificação não é a solução e, sim, mais uma opção que pode auxiliar na compreensão de conteúdos da Física. De acordo com Gee (apud BONFOCO, 2012) também há desvantagens. Cabe ao professor intermediar seu uso de forma que o aluno usufrua dela em seu benefício.

Em relação à oportunidade de uso do produto em ambiente remoto consideramos boa, porém sentimos a falta da interação com alunos do ensino médio em sala de aula, da forma como o produto foi pensado inicialmente, para trazer um resultado mais próximo da realidade. Esperamos no futuro poder fazer uma nova aplicação em uma turma de alunos regulares do ensino médio, assim que houver condições físicas e sanitárias para que isso ocorra.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo tendo sido aplicado em condições adversas, o produto resultante deste trabalho permitiu que professores e alunos de licenciatura em física pudessem ampliar seus conhecimentos sem relação às novas ferramentas de ensino que podem ser utilizadas em sala de aula para proporcionar maior engajamento do aluno. A partir das discussões realizadas concluiu-se que trabalhar a gamificação em sala de aula - aqui em especial, com jogos eletrônicos para suporte dos conteúdos de Física - é uma opção para atrair a atenção do aluno e auxiliar na aprendizagem, uma vez que esta ferramenta é muito prazerosa para os jovens. Os objetos de aprendizagem, de um modo geral, são indispensáveis para uma aula de qualidade. As tecnologias já fazem parte do nosso dia a dia. De acordo com a pesquisa realizada, quando estes objetos de aprendizagem envolvem novas tecnologias como os smartphones, por exemplo, os alunos podem dar mais atenção, por ser algo que os motiva. Esses recursos também incentivam a interação entre os estudantes para sanar dúvidas uns com os outros, num trabalho em equipe.

O jogo desenvolvido para fins deste trabalho faz com que o aprendizado aconteça de forma divertida e lúdica. Ao final da oficina pudemos perceber que a internet, apesar de um lugar de muitos equívocos, também se configura como uma ferramenta que pode auxiliar no aprendizado do aluno caso o professor esteja preparado para tal atividade. Tanto os professores em sala de aula, quanto pais e responsáveis pelos alunos dessa nova geração podem afirmar com precisão a velocidade, com que eles aprendem quando mediados por algum recurso tecnológico. Ferramentas tecnológicas, aliadas a um professor mediador capacitado podem fazer a diferença no ensino de alguns conteúdos da Física na Escola Básica. É importante ter um ensino mais compartilhado e orientado, com maior participação dos alunos, individual e em grupos, e as tecnologias podem ajudar no processo de aprendizagem.

Por meio dos estudos realizados para o desenvolvimento do produto educacional e a realização da oficina para a sua aplicação, chegou-se a um consenso de que as aulas com tecnologias dirigidas à aprendizagem podem ser mais prazerosas tanto para os alunos, quanto para os professores e permitem deixar as aulas mais interativas. Percebeu-se que as Tecnologias da Informação e Comunicação podem ser instrumentos de construção de conhecimento em salas de aula, se usadas de forma coesa e planejada pelo professor. Especificamente, neste caso, o produto desenvolvido ajuda a reverter o processo discriminatório e excludente que os jogos eletrônicos sofrem em relação às práticas pedagógicas tradicionais.

Numa aplicação com alunos do ensino médio espera-se que o jogo desenvolvido para fins deste trabalho também possa contribuir para incrementar o conhecimento dos alunos sobre tema gravitação, com a ampliação do jogo, com o acréscimo de mais fases e outros conteúdos uma vez que o jogo oferece essa possibilidade. O mapa de programação e desenvolvimento do jogo está disponível no Anexo A desta dissertação.

Por fim, consideramos que o produto atendeu as expectativas e cumpre a função de renovar as práticas pedagógicas no ensino da Física. Concluimos que as aulas de Física que utilizam a estratégia dos jogos eletrônicos como recursos didáticos podem ser mais interessantes e motivadoras possibilitando também um maior engajamento dos alunos em relação às tradicionais aulas expositivas.

## REFERÊNCIAS

ARROYO, Miguel G. **Políticas educacionais e desigualdades: à procura de novos significados.** *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1075-1432, 2010.

\_\_\_\_\_. **Indagações sobre currículo: educandos e educadores: seus direitos e o currículo.** Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2007.  
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/indag2.pdf>> Acesso em set. 2020.

ALVES, Lynn. **Games, colaboração e aprendizagem.** 2012. Disponível em:  
<[https://oer.kmi.open.ac.uk/?page\\_id=1374](https://oer.kmi.open.ac.uk/?page_id=1374)> Acesso em ago.2020.

AVEIRO, Israel1. **Gravitação.** Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/13555713/>> Acesso em out. 2020.

\_\_\_\_\_. **2. Lei dos Períodos.** Disponível em:  
<<https://slideplayer.com.br/slide/13555713/82/images/12/3%C2%AA+Lei+de+Kepler+-+Lei+dos+Per%C3%ADodos.jpg>> Acesso em out.2020.

BATISTA, M. L. S. et al. **Um estudo sobre a história dos jogos eletrônicos.** Granbery. Disponível em: <<http://re.granbery.edu.br/artigos/MjQ4.pdf>> Acesso em: jul. 2020.

BONFOCO, Marco Antônio; AZEVEDO, Victor de Abreu, (2012). Os jogos eletrônicos e suas contribuições para a aprendizagem na visão de J. P. Gee. **Renote – Novas Tecnologias**, UFRGS, Porto Alegre, v. 10, no. 3, 2012. Disponível em:  
<<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/36411>.> Acesso em jul.2020.

CAPELARI, Danilo. **Uma sequência didática para ensinar relatividade restrita no ensino médio com o uso de TIC.** 2016. Disponível em:  
<<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/2318/1/sequenciadidaticarelatividadetic.pdf>> Acesso em: set.2020

CASTIÑEIRAS, Jorge; BASSALO, Luís Carlos. Relatividade geral: fundamentos e primeira comprovação experimental. *In: Ciência e Cultura*. Vol.71 n.3. São Paulo: Julho/Set. 2019. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252019000300007#:~:text=Em%2029%20de%20maio%20de,j%C3%A1%20imaginada%2C%20a%20teoria%20da](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252019000300007#:~:text=Em%2029%20de%20maio%20de,j%C3%A1%20imaginada%2C%20a%20teoria%20da)> Acesso em: out.2020.

CLARK, Katerina; HOLQUIST, Michael. **Mikhail Bakhtin.** São Paulo: Perspectiva, 1998.

CORRADINI, Ana Helena; LIMA, Juliana; RAFFS, Laura. **Novos métodos de ensino modificam cenário brasileiro.** AUN/USP, 2018. Disponível em:  
<<https://paineira.usp.br/aun/index.php/2018/02/19/novos-metodos-de-ensino-modificam-cenario-brasileiro/>> Acesso em: out.2020

DEWEY, J. **Vida e educação.** 6. ed. Trad. Anísio Teixeira. São Paulo: Melhoramentos, 1967.

\_\_\_\_\_. **Experiência e educação.** Tradução Anísio Teixeira. São Paulo: Nacional/USP, 1971.

DIOGO, R.C.; GOBARA, S.T. Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 17. 2007, São Luis. Anais. São Luis: Sociedade Brasileira de Física, 2007. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo\\_Diogo/publication/242759943\\_SOCIEDADE\\_EDUCACAO\\_E\\_ENSINO\\_DE\\_FISICA\\_NO\\_BRASIL\\_DO\\_BRASIL\\_COLONIA\\_AO\\_FIM\\_DA\\_ERA\\_VARGAS/links/5592f3b908ae5af2b0eb65e5/SOCIEDADE-EDUCACAO-E-ENSINO-DE-FISICA-NO-BRASIL-DO-BRASIL-COLONIA-AO-FIM-DA-ERA-VARGAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo_Diogo/publication/242759943_SOCIEDADE_EDUCACAO_E_ENSINO_DE_FISICA_NO_BRASIL_DO_BRASIL_COLONIA_AO_FIM_DA_ERA_VARGAS/links/5592f3b908ae5af2b0eb65e5/SOCIEDADE-EDUCACAO-E-ENSINO-DE-FISICA-NO-BRASIL-DO-BRASIL-COLONIA-AO-FIM-DA-ERA-VARGAS.pdf)> Acesso em out. 2020.

DOWBOR, L. **A reprodução Social**. São Paulo: Vozes, 1998.

ECK, R.V. Aprendizagem baseada em jogos digitais: não são apenas os nativos digitais que estão inquietos. **Revisão EDUCAUSE**, v. 41, n. 2, março/abril, 2016, pg. 16.

FÓRUM Pir2 Física e Matemática. **Força peso x força gravitacional**. Disponível em: <<https://pir2.forumeiros.com/t103370-forca-peso-x-forca-gravitacional>> Acesso em out.2020.

GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 2000.

GHEDIN, E. **Teorias Psicopedagógicas do Ensino Aprendizagem**. Boa Vista: UERR Editora, 2012. Disponível em: <[https://www.nelsonreyes.com.br/Teorias\\_Psicopedagogicas\\_Evandro\\_Ghedin.pdf](https://www.nelsonreyes.com.br/Teorias_Psicopedagogicas_Evandro_Ghedin.pdf)>. Acesso em 21/06/2020

GLOBO. No Brasil, 44% dos jovens de 10 a 19 anos têm videogame, diz pesquisa. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2013/08/quase-metade-dos-jovens-de-10-a-19-anos-tem-videogame-ipsos.html>> Acesso em out.2020.

GODOI, V. M. dos S. **A deflexão da luz pelo Sol. O Cálculo de Einstein em 1916**. Disponível em: <<https://vixra.org/pdf/1412.0141v1.pdf>>. Acesso em 21/06/2020

GRAVITAÇÃO Universal. *In: Estudo da Física*. Disponível em: <<http://www.fisicafacil.pro.br/gravitacao.htm>> Acesso em out. 2020.

REF. **Física**. vol.1, 7 ed. São Paulo: EDUSP, 2002. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mecanica.htm>> Acesso em 23/06/2020.

GROCH, Tony Marcia. **Relatividade Restrita** –Secretaria de Estado da Educação - SEED Programa de Desenvolvimento Educacional –PDE. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1706-6.pdf>> Acesso em set.2020.

HALLIDAY, Resnick David; WALKER, Rovert Jearl. Gravitação, Ondas e Termodinâmica. *In: Fundamentos de Física - Vol. 2 - tradução Ronaldo Sérgio de Biasi*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. Disponível em: <[http://www.k1.com.br/Downloads/RH/Fisica-2-Gravitacao\\_Ondas\\_Termodinamica.pdf](http://www.k1.com.br/Downloads/RH/Fisica-2-Gravitacao_Ondas_Termodinamica.pdf)> Acesso em maio/2020.

\_\_\_\_\_. Óptica e Física moderna. *In: Fundamentos de física*. Vol. 4.8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 437 páginas. ISBN 978-85-216-1608-5. Disponível em <<https://www.pdfdrive.com/fundamentos-de-fisica-vol-4-93ptica-e-fisica-moderna-d183829353.html>> Acesso em maio/2020.

\_\_\_\_\_. Mecânica. *In: Curso de Física*, vol. 1 e 2. e4 ed. Rio de Janeiro: LTC.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS. **Prova Objetiva Processo seletivo 2013/2**. Disponível em <<https://silo.tips/download/portugues-leia-atentamente-os-textos-i-e-ii-e-responda-a-seguir-as-questoes-de-1>> Acesso em 04/06/2019.

\_\_\_\_\_. **Prova Objetiva Processo seletivo 2014/2**. Disponível em <[https://silo.tips/queue/processo-seletivo-cursos-tecnicos-subsequentes-concomitantes-concomitante-subseq-4?&queue\\_id=-1&v=1602068172&u=MTc5LjEwOC4yMDEuMjIy](https://silo.tips/queue/processo-seletivo-cursos-tecnicos-subsequentes-concomitantes-concomitante-subseq-4?&queue_id=-1&v=1602068172&u=MTc5LjEwOC4yMDEuMjIy)> Acesso em 07/10/2020.

\_\_\_\_\_. **Lista De Exercícios IF-Sudeste Intensivo**. Disponível em: <<https://www.blogs.unicamp.br/ciencianerd/wp-content/uploads/sites/113/2019/10/Lista-de-exerc%C3%ADcio-de-f%C3%ADsica-IF-completa.pdf>> Acesso em 04/06/2019.

JOAQUIM, Welington Mrad. **Ensinando a teoria da relatividade por meio de um sistema hipermídia**. Disponível em <[http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI20140130103805.pdf](http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20140130103805.pdf)> Acesso em 07/10/2019.

JOHNSON, S. **EverythingBadisGood for You: Howtoday's popular cultureisactuallymakingussmarter**. Riverhead Book, 2005

KEMP, Simon. **Tendências digitais 2019: todas as estatísticas que você precisa saber sobre a internet. 2019**. Disponível em: <<https://thenextweb.com/contributors/2019/01/30/digital-trends-2019-every-single-stat-you-need-to-know-about-the-internet/>> Acesso em jul.2020

LaGEA, Laboratório de Ciências Espaciais e Astrofísicas. **100 anos da Comprovação da Teoria da Relatividade de Einstein**. 2019. Disponível em: <<https://sites.unipampa.edu.br/lagea/2019/08/13/100-anos-da-comprovacao-da-teoria-da-relatividade-de-einstein/>> Acesso em out.2020.

LEITE, L. **Introdução à História dos Jogos Eletrônicos**. 2003 pp. 29-83. Disponível em: <[https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/8600/8600\\_3.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/8600/8600_3.PDF)> Acesso em 2/12/2019

LENZI, César H.; POMPEIA, Pedro J.; STUDART, Nelson. História da Física e Ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. vol. 41, suppl.1, e20190238, 2019. Disponível em: <[www.scielo.br/rbef](http://www.scielo.br/rbef) DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0238>> Acesso em 03/05/2020.

LUCENA, Simone (org.). **Cultura digital, jogos eletrônicos e educação**. Salvador: EDUFBA, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/cultura-digital-jogos-eletronico\_RI.pdf> Acesso em 02/08/2020.

MAIS APRENDIZAGEM. **Como nosso cérebro aprende**. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=J78c8cVDHHE>> Acesso em jun/2020.

MIND LAB. **O desafio de ensinar e aprender em tempos de inovação e transformação**. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=MyFadMp5FRo>> Acesso em jun/2020.

MEC, Assessoria de Imprensa do INEP. **Índice aponta evolução na qualidade do ensino fundamental e médio.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/32098>> Acesso em 30/08/2019.

MEDEIROS, Alexandre e MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. *In: Revista Brasileira de Ensino de Física*. vol.24 no.2. São Paulo: Junho 2002. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172002000200002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172002000200002)> Acesso em out.2020.

MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em 05/10/2019.

\_\_\_\_\_. **Base nacional curricular comum.** Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)> Acesso em out. 2020.

MESQUITA, S. C. de F. **Projeto “O calendário e a medida do tempo” – Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental.** 2011. p 138. Dissertação, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/251280>>. Acesso em: 12/12/2018.

MNPEF. **Resolução n. 01, de 03 de junho de 2020.** Disponível em <<http://www.www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/anexospagina/Resolucao01-2020-Covid-19.pdf>> Acesso em out. 2020.

MORAN, J. Mudar a forma de ensinar e de aprender: Transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial-virtual. *In: Revista Interações*, São Paulo, 2000. vol. V, p. 2. Disponível em <[http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias\\_eduacacao/uber.pdf](http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/uber.pdf)> Acesso em: 01/08/20

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *In: Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 1, março/2000, p.94-99. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22a13.pdf>>. Acesso em 23/03/2020.

\_\_\_\_\_. Grandes Desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. *In: Revista do Professor de Física*. UFRGS, Brasília, vol.1 n.1, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>> Acesso em 20/08/2020.

MUNDIN, Klebar C. **Princípio da Superposição.** 1997. Disponível em: <<http://www.ensinoadistancia.pro.br/EaD/Eletromagnetismo/PrincSuperposicao/PrincipioSuperposicao.html>> Acesso em 20/07/20.

MUNGUBA, Marilene C. etall. **Jogos eletrônicos: apreensão de estratégias de aprendizagem.** 2003. Disponível em: <<file:///C:/Users/Roney%20Moreira%20Campos/Downloads/330-6374-1-PB.pdf>> Acesso em: out. 2020.

NARDI, R. Memórias da educação em ciências no Brasil: A pesquisa em ensino de física. *In: Investigações em ensino de ciências*. Vol.10(1), pp. 63-101, 2005. Disponível em:

<<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/523/319>> Acesso em 07/09/2019.

NASCIMENTO, Marcio Luis Ferreira. Teoria da relatividade geral – Cem anos de uma nova visão de mundo. **Politécnica**. Instituto Politécnico da Bahia. Ano 9. Edição Quadrimestral Novembro de 2017. Disponível em: <<http://www.lamav.ufba.br/pdf/RIPB25.pdf>> Acesso 09/08/2019

NOGUEIRA, Cláudio M.M e NOGUEIRA, Maria Alice. A sociologia da educação de Pierre Bourdieu: limites e contribuições. *In: Educação e Sociedade*. Ano. 23 n.78. Campinas, abril/2002.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**. 4 ed. v. 1 e II. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2002.

PISA 2018. Avaliação e Estrutura Analítica do PISA 2018. Disponível em: <[https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework\\_b25efab8-em](https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework_b25efab8-em). <http://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/>> Acesso em 04/01/2019.

PACHECO, P. Mercado de games no Brasil cresce, apesar da crise. *In: Jornal Estado de Minas*. 24/07/2018, Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/07/24/internas\\_economia,975277/mercado-de-games-no-brasil-cresce-apesar-da-crise.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/07/24/internas_economia,975277/mercado-de-games-no-brasil-cresce-apesar-da-crise.shtml)> Acesso em ago.2020.

PCN. Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em 05/10/2019

PEREIRA, Jaqueline da Silva. Do consumo às apropriações: o uso de smartphones por estudantes de ensino médio em Cuiabá. *In: Revista Anagrama. Revista Científica Interdisciplinar da Graduação*. Ano 10, v. 01, janeiro-julho 2016. São Paulo. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/268339337.pdf>> Acesso em jan.2021.

PERUZZI, D. et al. **Jogos de Computador e seu Efeito em Crianças e Adolescentes**. Universidade de São Paulo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação São Carlos, 24 de maio de 2010. Disponível em: <[http://wiki.icmc.usp.br/images/a/ac/SCC0207-Cristina\\_Grupo08Artigo.pdf](http://wiki.icmc.usp.br/images/a/ac/SCC0207-Cristina_Grupo08Artigo.pdf)> Acesso em 06/07/2019.

PINHO, Ana Sueli Teixeira de; SOUZA, Eliseu Clemente de. O tempo escolar e o encontro com o outro: do ritmo padrão às simultaneidades. *In: Educação e Pesquisa*. Vol.41 n.3. São Paulo: Julho/Set. 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022015000300663](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022015000300663)> Acesso em: set. 2020.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac. 2012.

RAMOS, Francisca A. e CARMO, Patrícia E. R. **As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICS) no contexto escolar**. Monografia. Disponível em

<[https://monografias.brasilecola.uol.com.br/educacao/as-tecnologias-informacao-comunicacao-tics-no-contexto-escolar.htm#capitulo\\_3.1.1](https://monografias.brasilecola.uol.com.br/educacao/as-tecnologias-informacao-comunicacao-tics-no-contexto-escolar.htm#capitulo_3.1.1)> Acesso em: out. 2020.

RAMOS, E. M. de F.; FERREIRA, N. C. Brinquedos e jogos no ensino de Física. *In*: NARDI, Roberto. (Org). **Pesquisas no ensino de física**. 2ed. São Paulo: Escrituras Editora, p.137-150, 2001.

REDSHIFT, Live. **Velocidade do Foguete**. Centro Aeroespacial Alemão. Disponível em: <[https://www.redshift-live.com/en/magazine/articles/Exploring\\_Space/8671-Rocket\\_speed-1.html](https://www.redshift-live.com/en/magazine/articles/Exploring_Space/8671-Rocket_speed-1.html)> Acesso em: 17/12/2019.

RIFFEL, R. A. **Teoria da Relatividade Especial**. Universidade Federal de Santa Maria, 2010. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/rogemar/docs/relatividade.pdf>> Acesso em 08/07/2020.

RODRIGUES, I. G. e HAMBURGER, Ernst Wolfgang. **O Grupo de Ensino do IFUSP: histórico e atividades**. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo, Março/1993. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/000851568>> Acesso em jul./2020.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *In*: **Revista Brasileira de Educação**. v. 12, n. 36. Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, setembro-dezembro, 2007, pp. 474-492. Disponível em <<http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=27503607>> Acesso 12/09/2020

SERWAY, R. **Física 1 e 2 – Mecânica e Gravitação**. LTC. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/ccs5ec>> Acesso em: maio/2020.

SILVEIRA, Fernando Lang da. **Diferença na aceleração da gravidade do polo para o equador**. 2014. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=diferenca-na-aceleracao-da-gravidade-do-polo-para-o-equador>> Acesso em: set.2020.

SOUZA, Fábio P. S. **Conceitos de simultaneidade, da antiguidade à relatividade: um módulo de ensino contextualizado**. Florianópolis, SC: 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/171719/342638.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em set. 2020.

SOUZA, Daniel Lopes de. Lei de Coulomb. Física na Prática – Anel de Thomsom. 2017. Disponível em: <<http://aneldethomson.blogspot.com/2017/08/lei-de-coulomb-1.html>>. Acesso em out.2020.

SÓ FÍSICA. **Física na Linha do Tempo**. Virtuuous Tecnologia da Informação, 2008-2020. Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/HistoriaDaFisica/linhadotempo.php>> Acesso em 01/07/2020.

STUDART, N. **Objetos de aprendizagem no ensino de Física: um recurso pedagógico moderno para professores e alunos**. UNB, 2015. Disponível em <[http://mnpef.ararangua.ufsc.br/files/2015/05/Workshop-UnB\\_2015.pdf](http://mnpef.ararangua.ufsc.br/files/2015/05/Workshop-UnB_2015.pdf)> Acesso em 03/08/2019.

TAROUCO etall. **Jogos educacionais**. 2003. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo3/af/30-jogoseducacionais.pdf>> Acesso em: ago.2020.

TENCONI, Marcos Antônio. **Aplicação de jogos educacionais digitais para estímulo do raciocínio em alunos das séries iniciais do ensino fundamental**. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/167311/TCC%20Tenconi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: ago./2020.

TIPLER, Paul A. **Física** São Paulo, v. 1. c. 11. p.300,2000,LTC.

UEG. Questão 60. *In: Vestiprovas*. Disponível em: <<http://www.vestiprovas.com.br/questao.php?questao=ueg-2010-1-60-fisica-outros-5931>> Acesso em: 19/08/2020.

UFABC. **Transformação de Coordenadas**. Disponível em: <<https://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/relatividade-restrita/transformacao-de-coordenadas/>> Acesso em: 23/04/2020.

UFRGS. **Leis de Kepler**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20041/Diomar/kepler.html>> Acesso em 27/02/2020.

VIEIRA, C. L. e VIDEIRA, A. A. P. **História da Física: artigos, ensaios e resenhas**. 2019. 2ªed. CBPEF, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://portal.cbpf.br/pt-br/livros/historia-da-fisica-artigos-ensaios-e-resenhas>> Acesso em: ago.2020.

WRIGHT, Jason. **Research Gate**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/figure/Shape-of-various-eccentric-orbits-in-the-orbital-plane-A-handful-of-exoplanets-with\\_fig6\\_232063462](https://www.researchgate.net/figure/Shape-of-various-eccentric-orbits-in-the-orbital-plane-A-handful-of-exoplanets-with_fig6_232063462)> Acesso 21/06/2020.

XAVIER, Eliane P. Serra. O paradoxo dos gêmeos – O tempo dilata! Instituto Sabedoria Quântica. Agosto/2012. Disponível em: <<http://sabedoriaquantica.blogspot.com/2012/08/o-paradoxo-dos-gemeos-o-tempo-dilata.html>> Acesso em: set.2020.

YOUNG, H. D. e FREEDMAN, R. A. **Física I e II, (Sears e Zemansky)**, 12 ed. São Paulo: Editora Pearson, Addison Wesley.

\_\_\_\_\_. **Física IV: ótica e física moderna**. 12 ed. São Paulo: Addison Wesley. 100 p. ISBN 978-85-88639-35-5

ZARA, Reginaldo A. **Espaço, tempo e relatividade**. CCET UniOeste. Slideplayer. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/2264634/>> . Acesso em nov/2020.

ZYLBERSZTAJN, A. **A deflexão da luz pela gravidade e o eclipse de 1919**. Depto. de Física – UFSC Florianópolis – SCCad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, 6 (3): p. 224-233, dez. 1989. Disponível em: <<file:///C:/Users/Roney%20Moreira%20Campos/Downloads/Dialnet-ADeflexaoDaLuzPelaGravidadeEOEclipseDe1919-5166065.pdf>> Acesso em: out.2020.

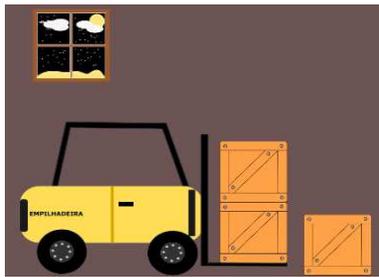
## APÊNDICE A - O LIVRETO:

### A FÍSICA E SUAS FORÇAS.

Força é um conceito newtoniano, que explica a ação exercida sobre um objeto ou a alteração no seu movimento. Existem diferentes tipos de forças na natureza e elas possuem duas classificações:

**Forças de contato:** necessitam do contato entre os dois corpos. Exemplo: força normal, força de atrito, tração.

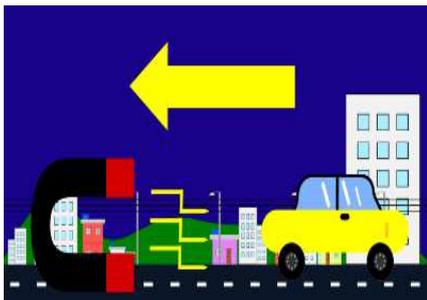
Figura 18 - Força de Contato



Fonte: Alan Belisário

**Forças de campo:** atuam sem o contato, e em geral dependem da distância entre os corpos. Exemplo: força peso (depende do campo gravitacional da Terra), força elétrica, força magnética.

Figura 19 - Força de Campo



Fonte: Alan Belisário

### FORÇA GRAVITACIONAL

#### Isaac Newton e a Lei da Gravitação Universal

Figura 20 - Isaac Newton



Fonte: Alan Belisário

Segundo Newton a Força Gravitacional é a força de atração que existe entre todos os corpos com massa no universo. É muito pequena, se comparada com as outras forças. A força gravitacional depende da massa dos corpos e da distância entre eles.

Isaac Newton em 1687 propôs a Lei da Gravitação Universal. Segundo a lenda, anos depois de ter tido a experiência de ver a maçã cair da árvore ele concluiu que os corpos que caem, são atraídos pela Terra, com uma força chamada gravidade, que é dirigida para o centro dela.

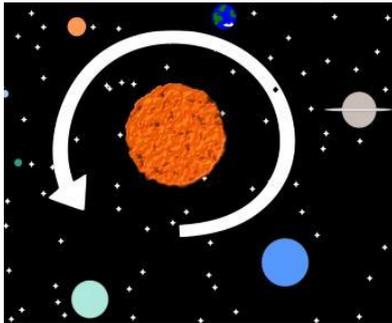
Figura 21 - A lenda da maçã



Fonte: Alan Belisário

A Força Gravitacional é responsável por prender objetos à superfície de planetas e, mantê-los em órbita girando ao redor do Sol. Quanto maior a órbita do planeta, menor a força gravitacional entre ele e o Sol.

Figura 22- Sistema Solar



Fonte: Alan Belisário

Ela existe entre a Terra e a Lua, Terra e o Sol e entre a Terra, Lua e Sol, fazendo com que o movimento de translação da Terra aconteça.

Newton chamou de Força Centrípeta a resultante que atua num corpo em movimento circular no sentido de atraí-lo para o centro de rotação.

A Força Gravitacional é diretamente proporcional às massas dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os corpos.

Figura 23- Fórmula da Lei da Gravitação

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Onde  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$ . Este valor é uma constante universal, ou seja, o mesmo em todo universo.

Com a mesma força que a terra atrai você, você atrai a terra. Apesar da diferença de tamanho, as forças de atração gravitacional têm a mesma intensidade, mas a aceleração é diferente, pelo valor diferente das massas dos corpos.

Exemplo: Quando abandonamos um corpo sem velocidade, ele cai em linha reta com uma aceleração  $g$ , ao mesmo tempo em que a Terra deve "subir"; só não percebemos. Devido à sua grande massa, sua aceleração, é bem menor que a do corpo.

Figura 24- Queda Livre



Fonte: Alan Belisário

Quando você sobe numa balança, ela vai aferir o peso em kgf e não a massa, que é dada em Quilogramas – Kg. O peso é definido pela gravidade do local que você está e também da altitude que você se encontra. Uma vez definida a gravidade, o peso é determinado a um fator de proporcionalidade ( $m$ ). A altitude influencia a gravidade. Uma pessoa aparenta mais leve

na Lua, porque a gravidade lá é menor que a gravidade da Terra. Porém, sua massa continuará a mesma, em qualquer lugar que ela esteja.

Podemos exemplificar a ação da Força de Atração Gravitacional com a queda livre.

Quando os planetas estão em órbita em torno do Sol eles estão “caindo” em direção ao Sol, suas velocidades são muito grandes e variam suas distâncias em relação ao Sol no decorrer de suas trajetórias. Da mesma forma, o motivo dos astronautas flutuarem, é devido à queda livre, ou seja, quando os astronautas estão em órbita da Terra, a gravidade terrestre os atrai.

Figura 25- Flutuação no Espaço



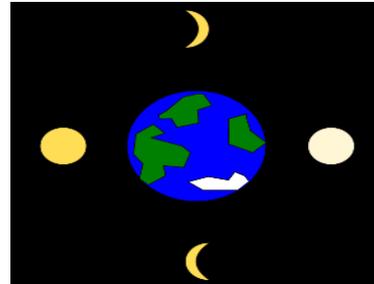
Fonte: Alan Belisário

Planetas sofrem uma aceleração, quando aproximados do Sol. Quanto mais próximo do Sol, maior a velocidade do planeta. Em virtude da gravidade, a Lua é atraída para o centro da Terra e sofre uma aceleração, a qual produz a sua órbita.

O campo gravitacional do Sol ou da Lua não é igual em todos os pontos. Alguns pontos da Terra, em determinada época do ano,

estão mais próximos e outros mais distantes destes corpos celestes.

Figura 26- Fases da Lua



Fonte: Alan Belisário

O Fenômeno das marés ocorre devido ao movimento periódico da lua causando assim maior ou menor atração pelas águas. De maneira bem simplificada funciona, assim:

Figura 27- Maré Alta



Fonte: Alan Belisário

Quando há um quase alinhamento da Lua, do sol e da Terra, nas Luas novas ou cheias, as marés são altas.

Figura 28- Maré Baixa



Fonte: Alan Belisário

Quando a lua no quarto crescente ou quarto minguante, as marés são baixas. Isaac Newton, usando a expressão:

$F = G \cdot M_1 \cdot M_2 / d^2$  explicou esse fenômeno natural. “As marés são causadas pela atração do Sol e da Lua sobre as águas do mar.”

### Física Contemporânea e um pouco da sua história.

Em 1905, o físico Alemão, Albert Einstein propôs a Teoria da Relatividade Especial, explicando alguns fenômenos que ainda não tinham sido explicados.

Figura 29 - Albert Einstein



Fonte: Alan Belisário

1º Postulado: As leis da Física são as mesmas em todos os sistemas referenciais inerciais.

2º Postulado: A velocidade da luz no vácuo ( $c = 300.000 \text{ km/s}$ ) tem o mesmo valor  $c$  para todos os sistemas referenciais inerciais.

Segundo essa teoria, relógios que viajam com velocidades diferentes medirão tempos diferentes, quanto mais próximo da

velocidade da luz, mais devagar o tempo passará.

Figura 30 - Paradoxo dos Gêmeos



Fonte: Alan Belisário

O Paradoxo dos Gêmeos nada mais é que a suposta prática da dilatação do tempo. A experiência seria com dois gêmeos idênticos, que se separariam por um determinado tempo. Porém, um deles estaria viajando próximo à velocidade da luz. Como o tempo é mais lento para quem está em movimento, espera que o irmão que partiu retornará mais jovem e encontrará o seu irmão gêmeo mais velho. Para fazer estes cálculos, Einstein usou a equação:

$$\Delta t_0 = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

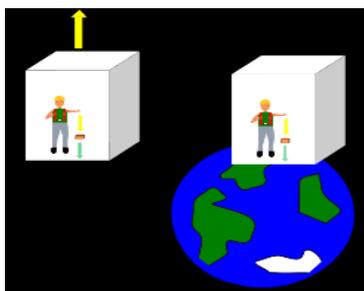
Que chamou de “Equação da dilatação do tempo”. Onde:

- $\Delta t_0$  = Intervalo de tempo marcado pelo observador em relação ao outro.
- $\Delta t$  = Intervalo de tempo marcado pelo observador em relação ao outro.
- $v$  = Velocidade do corpo em movimento;
- $c$  = Velocidade da luz ( $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ).

Ela determina a relação entre os intervalos de tempo marcados por um observador em repouso e outro em movimento. Com este cálculo podemos perceber que o intervalo de tempo marcado pelo observador parado é sempre maior do que o marcado pelo observador em movimento.

Mais tarde, em 1915, Einstein propôs a Teoria Geral da Relatividade, tendo como postulado: Existe uma equivalência física entre um campo gravitacional e a correspondente aceleração de um sistema de referência. Exemplo: uma pessoa dentro de um elevador em movimento, com aceleração igual à gravidade da Terra ( $\approx 9,8 \text{ m/s}^2$ ), jamais terá como saber se está próximo da Terra, ou se no espaço distante, pois, os efeitos da gravidade e da aceleração são iguais.

Figura 31 - Teoria da Equivalência

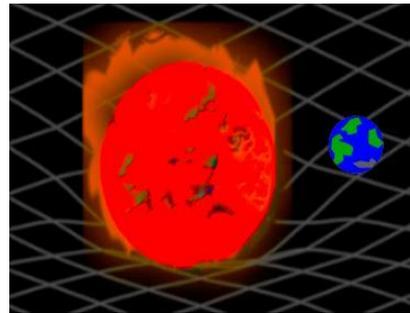


Fonte: Alan Belisário

Einstein propôs que o próprio espaço e o próprio tempo são afetados pela presença de matéria e de energia. Essa teoria é conhecida como Teoria da Relatividade Geral.

Segundo essa teoria, corpos massivos, como planetas e estrelas, são capazes de deformar o espaço-tempo. Essa deformação, por sua vez, dá origem à gravidade.

Figura 32 - Gravidade Segundo Einstein



Fonte: Alan Belisário

Portanto, de acordo com a Relatividade Geral, podemos dizer que “o objeto em queda segue uma trajetória determinada, pela curvatura do espaço-tempo”.

## O Eclipse

Em 29 de maio de 1919, na cidade de Sobral- CE, uma expedição liderada por Arthur Stanley Eddington confirmou a previsão da relatividade geral para a deflexão da luz das estrelas pelo Sol durante o eclipse solar total. Os resultados desse experimento, ainda causa muita polêmica entre físicos do mundo todo. Muitos continuam céticos a respeito dos cálculos. Muita gente acompanhou toda a movimentação no centro da cidade. O fenômeno teve duração de cinco minutos e treze segundos que acabaram eternizados na

história da ciência como um dos mais importantes eventos de todos os tempos, “a curvatura da luz”.

Figura 33 - O Eclipse de Sobral



Fonte: Alan Belisário

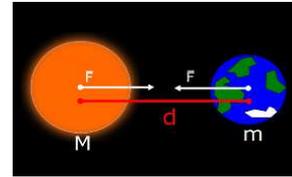
Como vimos, Einstein afirmava que corpos massivos deformam o espaço próximo a eles, de modo que um raio luminoso era desviado pela deformação.

Esta curvatura, só poderia ser comprovada, através de um eclipse total do Sol, ou seja, quando a lua ficasse entre o Sol e a Terra, possibilitando assim, ver o brilho das estrelas próximas. Com este evento, a pequena Sobral ganhou fama internacional por ter sido o palco desta comprovação.

A proposta de Newton no século XVII foi um feito para a história da ciência, pois pouco se sabia sobre gravitação até então. Baseava-se em que todos os acontecimentos são resultados de acontecimentos anteriores. Esta proposta foi aceita durante muitos séculos e era o mais alto ideal do conhecimento humano. Porém, o modelo newtoniano, para a força da gravidade, manifesta numa só classe de observadores

(os inerciais), os quais são puxados para o centro da terra, por esta força.

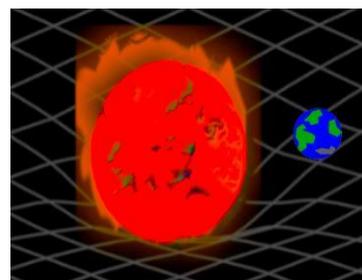
Figura 34 - Lei da Gravitação Universal



Fonte: Alan Belisário

Com o Princípio da relatividade, Einstein propôs uma teoria da gravitação que incorporava o espaço e o tempo, encurvados pela matéria e pela energia, e essa deformação, dá origem à força da gravidade, fazendo com que a matéria, permaneça dentro desta curvatura, conforme figura abaixo.

Figura 35 - Deformação do Espaço pelo Corpo Massivo



Fonte: Alan Belisário

Concluindo. Os dois cientistas foram importantes, cada um no seu tempo e propuseram-se colaborar com a humanidade fazendo Ciência numa busca incansável de respostas para perguntas que, até então, não tinham explicação.

**ENDEREÇO ELETRÔNICO PARA ACESSAR O LIVRETO:**

O livreto “A Física e Suas Forças” está disponível para qualquer professor que se interessar, no link.

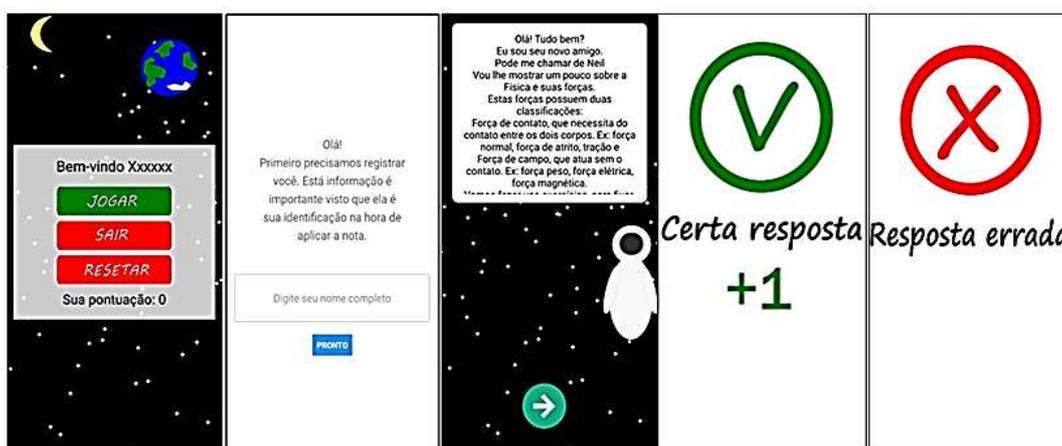
[https://drive.google.com/file/d/1aG6dW2UIWy4GPjSedQckg1\\_Xgrzq5vu6/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1aG6dW2UIWy4GPjSedQckg1_Xgrzq5vu6/view?usp=sharing)

## APÊNDICE B – O JOGO

### A APRESENTAÇÃO DO JOGO

É um aplicativo simples, desenvolvido para a plataforma Androide, programado através do Java Script, contendo 10 fases, com temas referentes ao conceito de força e, em particular, à força de gravidade, desde a Física mecanicista até a Física Moderna. Segue alguns quadros com as faces do jogo:

Figura 36 - Menu; Cadastramento; Boas-Vindas; Respostas Certas e Erradas



Fonte: Alan Belisário

Figura 37 - Ilustração de Forças de Contato e Campo



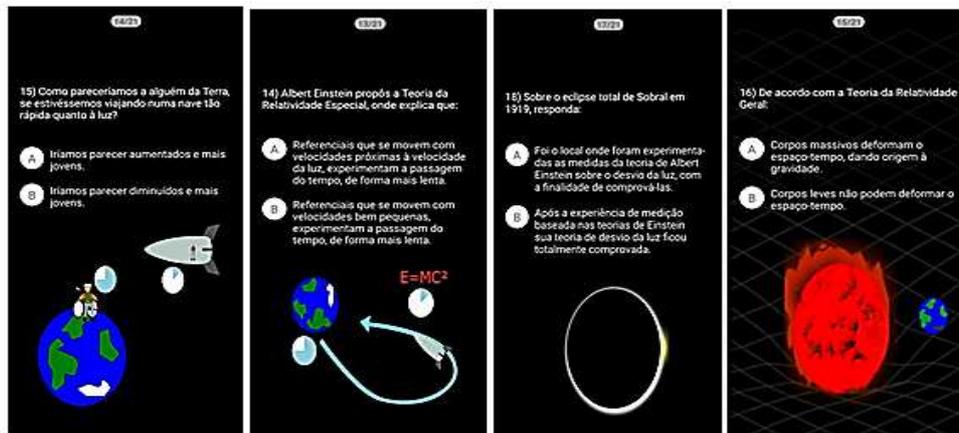
Fonte: Alan Belisário

Figura 38 - Ilustrações do jogo para a Física Clássica



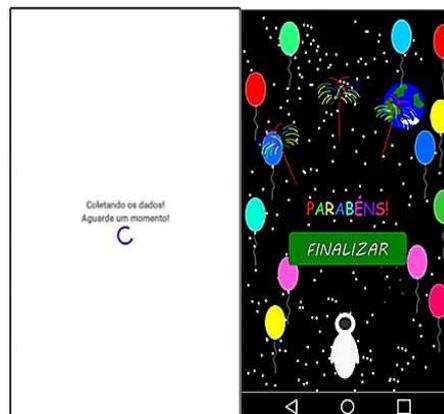
Fonte: Alan Belisário

Figura 39 - Ilustrações do jogo para as Teorias da Relatividade Restrita e Geral



Fonte: Alan Belisário

Figura 40 - ilustrações para as Telas de Cálculo de Erros; Acertos e Parabéns.



Fonte: Alan Belisário

**ENDEREÇO ELETRÔNICO PARA ACESSAR O APLICATIVO:**

O endereço eletrônico para baixar o aplicativo do jogo está disponível no site: [https://drive.google.com/file/d/11Ic3vxA8d\\_T4X17Awo\\_5Zm7SJOJcO7qr/view?usp=s\\_haring](https://drive.google.com/file/d/11Ic3vxA8d_T4X17Awo_5Zm7SJOJcO7qr/view?usp=s_haring) Este link está disponível para qualquer professor que se interessar. O acesso deverá ser feito por celular com sistema androide.

**AS FASES DO JOGO**

## FASE 1 - Forças Físicas e suas Classificações

1- Qual a classificação da força Física responsável por erguer a caixa usando a empilhadeira?

- a) Força de contato
- b) Força de campo

2- Qual a classificação da força Física responsável por fazer o carro ser atraído pelo ímã?

- a) Força de contato
- b) Força de campo

3- Qual a classificação da força Física responsável por puxar os vagões?

- a) Força de contato
- b) Força de campo

4- Qual a classificação da força Física responsável por atrair o paraquedista para o chão?

- a) Força de contato
- b) Força de campo

## FASE 2 - Força Gravitacional

5- Qual a definição da força gravitacional proposta por Isaac Newton?

a) Força de atração que existe entre todos os corpos no universo devido ao peso deles.

b) Força de atração que existe entre todos os corpos com massa no universo.

6- A Força Gravitacional depende:

a) Da massa dos corpos e do tamanho deles.

b) Da massa dos corpos e da distância entre eles.

### FASE 3 - A Órbita dos Planetas

7- Como agem a Força Gravitacional em nosso sistema solar?

a) Faz os planetas se unirem, proporcionando mais força, para o sistema.

b) Faz com que os planetas se mantenham em órbita, girando em torno do Sol.

### FASE 4 - Entendendo Um Pouco da Gravidade

8- Em relação à intensidade da Força de atração Gravitacional, entre dois corpos:

a) O maior corpo atrai com maior intensidade.

b) Os corpos se atraem com igual intensidade.

9- O peso é determinado:

a) Pela massa e a altitude em que você se encontra medido em kgf

b) Pela gravidade do local medido em kg.

### FASE 5 - Gravidade, Queda Livre e a Trajetória dos Planetas.

10- Os astronautas flutuam devidos:

a) A queda livre

b) Ao seu peso

11- O que explica as órbitas e as trajetórias elípticas dos planetas?

a) A massa dos planetas.

b) A Força gravitacional do sistema

## FASE 6 - As Fases da Lua

12- Quando acontece o fenômeno das marés altas?

- a) Quando há um quase alinhamento da Lua, do Sol e da Terra, nas Luas novas ou cheias.
- b) Quando há um quase alinhamento da Lua, do Sol e da Terra, nas Luas quarto crescente ou quarto minguante.

13- Por que o campo gravitacional do Sol e o campo gravitacional da Terra não são iguais em todos os pontos?

- a) Pela distância dos corpos celestes em determinadas épocas do ano.
- b) Pelo tamanho dos corpos celestes em determinadas épocas do ano.

## FASE 7 - Física Contemporânea e Um Pouco da Sua História.

14- Albert Einstein propôs a Teoria da Relatividade Especial, onde explica que:

- a) Referenciais que se movem com velocidades próximas à velocidade da luz experimentam a passagem do tempo de forma mais lenta.
- b) Referenciais que se movem com velocidades bem pequenas, experimentam a passagem do tempo de forma mais lenta.

15- Como pareceríamos a alguém da terra se estivéssemos viajando numa nave tão rápida quanto à luz?

- a) Iríamos parecer aumentados e mais jovens.
- b) Iríamos parecer diminuídos e mais jovens.

## FASE 8 - Einstein e o Espaço-Tempo

16- De acordo com a Teoria da Relatividade Geral:

- a) Corpos massivos deformam o espaço-tempo, dando origem à gravidade.
- b) Corpos leves não podem deformar o espaço-tempo.

17- Albert Einstein propôs que o próprio espaço e o próprio tempo são afetados pela presença de matéria e de energia.

- a) Verdadeiro
- b) Falso

#### FASE 9 - O Eclipse de Sobral

18- Sobre o eclipse total de Sobral em 1919, responda:

- a) Foi o local onde foram experimentadas as medidas da teoria de Albert Einstein sobre o desvio da luz, com a finalidade de comprová-las.
- b) Após a experiência de medição baseada nas teorias de Einstein sua teoria de desvio da luz ficou totalmente comprovada.

19- Como a equipe de Einstein pretendia verificar a curvatura da luz?

- a) Esta curvatura poderia ser verificada com um eclipse lunar.
- b) Esta curvatura, só poderia ser verificada através de um eclipse total do Sol.

#### FASE 10 - Modelo do Espaço Gravitacional Newtoniano Versos o Modelo Gravitacional Segundo Einstein

20- Segundo Newton, corpos com massa são atraídos, em proporção inversa ao quadrado da distância dando origem à gravidade.

- a) Verdadeiro
- b) Falso

21- Segundo Einstein, corpos massivos são capazes de deformar o espaço-tempo, prendendo outros corpos nesta deformação, dando origem assim a gravidade.

- a) Verdadeiro
- b) Falso

### APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO - PARA SONDAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Marque a alternativa correta nas questões abaixo.

1- (IF – Sudeste MG 2013) Três estudantes discutem sobre um filme de ficção científica que viram recentemente. No filme, dois tripulantes de mesma massa de uma nave espacial precisam saltar de uma determinada altura da superfície terrestre. Para o salto, em queda livre, eles utilizam trajes especiais idênticos, entretanto, um dos astronautas adicionou ao seu traje uma carga de chumbo, argumentando que sua queda seria mais rápida que a do outro sem a carga adicional. Na condição de haver SOMENTE a força gravitacional atuando sobre os dois astronautas, no momento da queda de uma mesma altura em relação à superfície terrestre, os três estudantes lançaram hipótese sobre qual deveria ser o desfecho da situação de acordo com os princípios da física:

I – Aluno A: Os dois astronautas têm um movimento retilíneo acelerado, em direção ao centro da Terra. Em razão das diferenças entre as massas, cada corpo deve chegar à superfície em intervalos de tempos distintos. O mais “pesado” chega antes que o mais “leve”.

II – Aluno B: Os dois astronautas têm um movimento uniforme em direção ao centro da Terra e os dois chegam ao mesmo tempo.

III – Aluno C: Como a aceleração gravitacional não depende da massa dos astronautas, eles levam o mesmo intervalo de tempo para chegar à superfície terrestre, independentemente, da diferença de massa entre eles.

Marque, dentre as alternativas abaixo, a que expressa a(s) hipótese(s) CORRETA(S).

- a) A hipótese I é a única correta.
- b) A hipótese II é a única correta.
- c) A hipótese III é a única correta.
- d) As hipóteses I e III são as únicas corretas.
- e) As hipóteses II e III são as únicas corretas

2- (IF – Sudeste MG) Um estudante amarra, na ponta de um barbante, uma bola de

plástico e a faz girar em um plano vertical, como mostra a figura. Desconsiderando a resistência do ar, a respeito desse movimento, é CORRETO afirmar que:

Figura 41 – Giro de uma bola de plástico na ponta de um barbante.

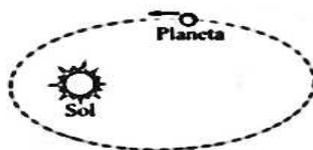


Fonte: IFSudesteMG

- a) a força de tração exercida pela corda realiza trabalho sobre a bola enquanto ela gira.
- b) o peso da bola realiza um trabalho positivo sobre ela durante todo o movimento.
- c) a força de tração, por ser uma força centrípeta, não realiza trabalho sobre a bola.
- d) o trabalho da força de tração é o responsável pela variação da energia cinética da bola.
- e) o trabalho total realizado sobre a bola depende da intensidade da força com que o estudante a gira

3-(IF – Sudeste MG) Sabemos que um planeta gira em torno de um astro devido à força gravitacional existente entre eles. A figura mostra um planeta em translação ao redor do Sol, que ocupa um dos focos da elipse que representa a trajetória do planeta. A respeito desse movimento, é CORRETO afirmar que:

Figura 42 - Trajetória de um planeta em volta do Sol



Fonte: IFSudesteMG

- a) o planeta orbita em torno do Sol, com velocidade constante em toda a sua trajetória.
- b) a força gravitacional existente entre o Sol e o planeta é igual ao Peso desse planeta nesse sistema.
- c) a força exercida pelo planeta sobre o Sol é menor que a força exercida pelo Sol sobre o planeta.

d) se dobrarmos a distância do planeta ao Sol, a força de atração entre eles cai pela metade.

e) se dobrarmos tanto o valor da massa do Sol quanto o valor da massa do planeta, a força de atração entre eles também dobrará.

4- (IF – Sudeste MG) Uma criança estava no colo de sua mãe e deixou cair um carrinho a pilha de uma altura  $h$  em relação ao chão. Assinale a alternativa CORRETA que justifica o fato de o carrinho cair.

a) O carrinho caiu devido à força de empuxo.

b) O carrinho caiu devido à primeira Lei de Kepler.

c) O carrinho caiu devido ao campo gravitacional da Terra.

d) O carrinho caiu devido ao campo eletromagnético da Terra.

e) O carrinho caiu devido à primeira Lei de Newton, conhecida como a Lei da Inércia.

5- (IF – Sudeste MG) No ano de 1609, os cientistas utilizaram o telescópio pela primeira vez para estudar a mecânica celeste. Entre os anos de 1609 e 1610, Galileu Galilei (1564-1642) fez descobertas revolucionárias sobre o sistema solar. Além disso, nesse mesmo período, Johannes Kepler (1571-1630) publicou o livro *Astronomia Nova*, em que sugeriu, por exemplo, que as órbitas dos planetas em torno do Sol sejam elípticas.

Sobre essas descobertas de Kepler e Galileu, é CORRETO afirmar que:

a) elas fortaleceram o argumento de que a Terra está em repouso e todos os astros giram em torno dela.

b) elas mudaram os rumos da ciência, pois, além de dar consistência ao sistema heliocêntrico de Copérnico, ajudaram a elaborar uma nova mecânica celeste que se aplicava, igualmente, ao movimento da Terra e de qualquer outro planeta do universo.

c) elas permitiram somente que os cientistas tivessem uma ideia mais precisa do universo.

d) elas foram muito importantes, mas não mudaram os rumos da ciência, pois, além de estabelecer o sistema geocêntrico de Ptolomeu (87-151 D.C.), a mecânica celeste não teve qualquer alteração na sua concepção.

## APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO PARA SONDAÇÃO DE CONHECIMENTOS PÓS-ATIVIDADES

Marque a alternativa correta nas questões abaixo.

1- (IF – Sudeste MG) Três estudantes discutem sobre um filme de ficção científica que viram recentemente. No filme, dois tripulantes de mesma massa de uma nave espacial precisam saltar de uma determinada altura da superfície terrestre. Para o salto, em queda livre, eles utilizam trajes especiais idênticos, entretanto, um dos astronautas adicionou ao seu traje uma carga de chumbo, argumentando que sua queda seria mais rápida que a do outro sem a carga adicional. Na condição de haver SOMENTE a força gravitacional atuando sobre os dois astronautas, no momento da queda de uma mesma altura em relação à superfície terrestre, os três estudantes lançaram hipótese sobre qual deveria ser o desfecho da situação de acordo com os princípios da física:

I – Aluno A: Os dois astronautas têm um movimento retilíneo acelerado, em direção ao centro da Terra. Em razão das diferenças entre as massas, cada corpo deve chegar à superfície em intervalos de tempos distintos. O mais “pesado” chega antes que o mais “leve”.

II – Aluno B: Os dois astronautas têm um movimento uniforme em direção ao centro da Terra, porém os dois chegam ao mesmo tempo.

**III – Aluno C: Como a aceleração gravitacional não depende da massa dos astronautas, eles levam o mesmo intervalo de tempo para chegar à superfície terrestre, independentemente, da diferença de massa entre eles.**

Marque, dentre as alternativas abaixo, a que expressa a(s) hipótese(s) CORRETA(S).

- a) A hipótese I é a única correta.
- b) A hipótese II é a única correta.
- c) A hipótese III é a única correta.**
- d) As hipóteses I e III são as únicas corretas.
- e) As hipóteses II e III são as únicas corretas

2-(IF – Sudeste MG) Um estudante amarra, na ponta de um barbante, uma bola de plástico e a faz girar em um plano vertical, como mostra a figura.

Figura 43 - Giro de uma bola de plástico na ponta de um barbante.



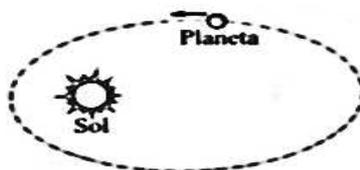
Fonte: IFSudesteMG

Desconsiderando a resistência do ar, a respeito desse movimento, é CORRETO afirmar que:

- a) a força de tração exercida pela corda realiza trabalho sobre a bola enquanto ela gira.
- b) o peso da bola realiza um trabalho positivo sobre ela durante todo o movimento.
- c) a força de tração, por ser uma força centrípeta, não realiza trabalho sobre a bola.**
- d) o trabalho da força de tração é o responsável pela variação da energia cinética da bola.
- e) o trabalho total realizado sobre a bola depende da intensidade da força com que o estudante a gira

1-(IF – Sudeste MG) Sabemos que um planeta gira em torno de um astro devido à força gravitacional existente entre eles

Figura 44 - Trajetória de um planeta em volta do Sol



Fonte: IFSudesteMG

A figura mostra um planeta em translação ao redor do Sol, que ocupa um dos focos da elipse que representa a trajetória do planeta.

A respeito desse movimento, é CORRETO afirmar que:

- a) o planeta orbita em torno do Sol, com velocidade constante em toda a sua trajetória.
- b) a força gravitacional existente entre o Sol e o planeta é igual ao Peso desse planeta nesse sistema.**
- c) a força exercida pelo planeta sobre o Sol é menor que a força exercida pelo Sol sobre o planeta.
- d) se dobrarmos a distância do planeta ao Sol, a força de atração entre eles cai pela metade.
- e) se dobrarmos tanto o valor da massa do Sol quanto o valor da massa do planeta, a força de atração entre eles também dobrará.

4- (IF – Sudeste MG) Uma criança estava no colo de sua mãe e deixou cair um carrinho a pilha de uma altura  $h$  em relação ao chão.

Assinale a alternativa CORRETA que justifica o fato de o carrinho cair.

- a) O carrinho caiu devido à força de empuxo.
- b) O carrinho caiu devido à primeira Lei de Kepler.
- c) O carrinho caiu devido ao campo gravitacional da Terra.**
- d) O carrinho caiu devido ao campo eletromagnético da Terra.
- e) O carrinho caiu devido à primeira Lei de Newton, conhecida como a Lei da Inércia.

5- (UFJF/MG) No ano de 1609, os cientistas utilizaram o telescópio pela primeira vez para estudar a mecânica celeste. Entre os anos de 1609 e 1610, Galileu Galilei (1564-1642) fez descobertas revolucionárias sobre o sistema solar. Além disso, nesse mesmo período, Johannes Kepler (1571-1630) publicou o livro *Astronomia Nova*, em que sugeriu, por exemplo, que as órbitas dos planetas em torno do Sol sejam elípticas. Sobre essas descobertas de Kepler e Galileu, é CORRETO afirmar que:

- a) elas fortaleceram o argumento de que a Terra está em repouso e todos os astros giram em torno dela.
- b) elas mudaram os rumos da ciência, pois, além de dar consistência ao sistema heliocêntrico de Copérnico, ajudaram a elaborar uma nova mecânica celeste que se aplicava, igualmente, ao movimento da Terra e de qualquer outro planeta do universo.**

- c) elas permitiram somente que os cientistas tivessem uma ideia mais precisa do universo.
- d) elas foram muito importantes, mas não mudaram os rumos da ciência, pois, além de estabelecer o sistema geocêntrico de Ptolomeu (87-151 D.C.), a mecânica celeste não teve qualquer alteração na sua concepção.
- e) elas só tiveram importância para a astrologia, pois mostra que os planetas e os astros do universo têm, de fato, influência sobre a vida das pessoas na Terra.

6 - (UEG-GO) Antes mesmo de ter uma ideia mais correta do que é a luz, o homem percebeu que ela era capaz de percorrer muito depressa enormes distâncias. Tão depressa que levou Aristóteles – famoso pensador grego que viveu no século IV A.C. e cujas obras influenciaram todo o mundo ocidental até a Renascença – a admitir que a velocidade da luz fosse infinita. GUIMARÃES, L. A.; BOA, M. F. “Termologia e óptica”. São Paulo: Harbra, 1997. p. 177

Hoje se sabe 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:

**a) a teoria da relatividade.**

- b) a teoria da dualidade onda-partícula.
- c) a teoria atômica de Bohr.
- d) o princípio de Heisenberg.
- e) a lei da entropia.

7- (UEL-PR) A teoria da Relatividade Restrita, proposta por Albert Einstein (1879 – 1955) em 1905, é revolucionária porque mudou as ideias sobre o espaço e o tempo, mas em perfeito acordo com os resultados experimentais. Ela é aplicada, entretanto, somente a referenciais inerciais. Em 1915, Einstein propôs a Teoria Geral da Relatividade, válida não só para referenciais inerciais, mas também para referenciais não inerciais.

Sobre os referenciais inerciais, considere as seguintes afirmativas:

- I. São referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade constante.
- II. São referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade variável.
- III. Observadores em referenciais inerciais diferentes medem a mesma aceleração para o movimento de uma partícula.

Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- b) Apenas a afirmativas II é verdadeira.
- c) As afirmativas I e II são verdadeiras.
- d) As afirmativas II e III são verdadeiras.
- e) As afirmativas I e III são verdadeiras.**

8-O que você achou de estudar física, usando este tipo de joguinho?

- a)  Excelente
- b)  Regular
- c)  Ruim

9-Em sua opinião, o jogo ajudou você aprender mais de Física?

- a)  Sim
- b)  Não

10-Gostaria de jogar este jogo, novamente?

- a)  Sim
- b)  Não

## APÊNDICE E - RECURSOS DE AVALIAÇÃO DO JOGO

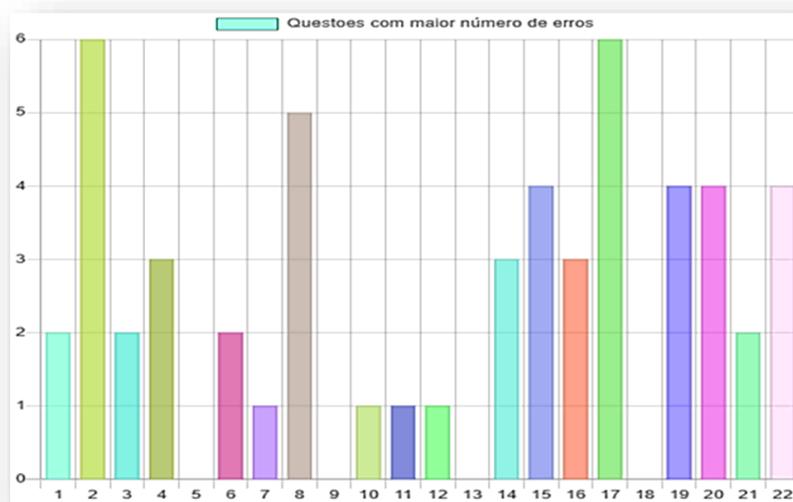
A avaliação dos resultados se fará de forma automática, através de questões respondidas no próprio aplicativo, as quais são armazenadas num endereço eletrônico, com o relatório de erros e acertos de cada aluno e gráfico de aproveitamento para observação do professor. O mínimo de 70% de acertos define o aluno como aprovado. O relatório é apresentado de a forma a seguir.

Gráfico 13-Total de alunos; nomes; alunos aprovados e reprovados; o número erros e acertos nas questões específicas.

Nome	Questões erradas	Total de erros	Percentual acertos	Percentual erros
Alan Belisario	14 18 18	3/21	85 %	15 %
Regina Campos	Conduta impecável!	0/21	100 %	0 %
Alan Belisario	2 15	2/21	90 %	10 %

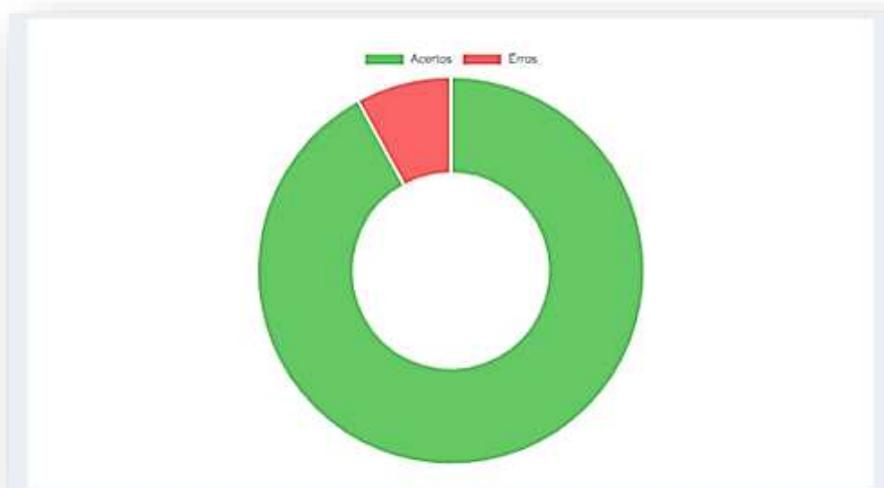
Fonte: Alan Belisário

Gráfico 14- Gráfico com o Número da Questão e a quantidade de erros da mesma.



Fonte: Alan Belisário

Gráfico 15- Gráfico total de Erro e acertos em porcentagem



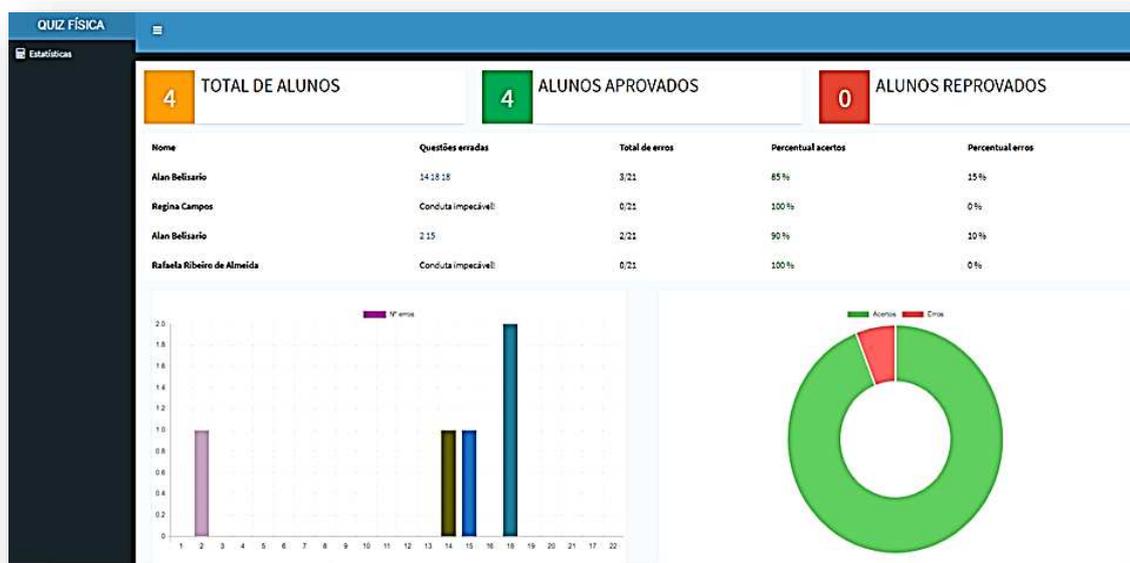
Fonte: Alan Belisário

Figura 45- Gabarito das Questões para o Professor, disponível no site; Número da questão à esquerda, questões e opções no centro e respostas corretas à direita.

1	Qual a classificação de força física responsável por erguer e caber usando a empilhadeira? (Força de contato) (Força de campo)	Resposta Correta: A
2	Qual a classificação de força física responsável por fazer o carro ser atraído pelo ímã? (Força de contato) (Força de campo)	Resposta Correta: B
3	Qual a classificação de força física responsável por pular as vargas? (Força de campo) (Força de contato)	Resposta Correta: B
4	Qual a classificação de força física responsável por atrair o paraquedista para o chão? (Força de contato) (Força de campo)	Resposta Correta: B
5	O que é a força gravitacional, proposta por Isaac Newton? (Força de atração que pode ser percebida, por ser muito grande.) (Força de atração que existe entre todos os corpos com massa no universo.)	Resposta Correta: B
6	A Força Gravitacional depende: (Da massa dos corpos e da idade deles.) (Da massa dos corpos e da distância entre eles.)	Resposta Correta: B
7	Como age a Força Gravitacional em nosso sistema solar? (Faz os planetas se unirem, proporcionando mais força, para o sistema.) (Faz com que os planetas se mantenham em órbita, girando em torno do Sol.)	Resposta Correta: B
8	Em relação a intensidade da Força de atração Gravitacional, entre dois corpos: (O maior corpo atrai com maior intensidade.) (Os corpos se atraem com igual intensidade.)	Resposta Correta: B
9	O peso de uma pessoa é definido: (Pela sua massa e a altitude que ela se encontra.) (Pela gravidade do local.)	Resposta Correta: B
10	Os astronautas flutuam devido: (À queda livre.) (Ao seu peso.)	Resposta Correta: A
11	O que explica as órbitas e as trajetórias elípticas dos planetas? (A massa dos planetas.) (A Força gravitacional do sistema.)	Resposta Correta: B

Fonte: Alan Belisário

Figura 46 - Visão da parte superior do site de registros do Quiz Física



Fonte: Alan Belisário

Figura 47 - Visão da parte inferior do site de registros Quiz Física

1	Qual é classificação da força física responsável por erguer a caixa usando e empilhá-la? (Força de contato) (Força de campo)	Resposta Correta: A
2	Qual é classificação da força física responsável por fazer o carro ser atraído pelo imã? (Força de contato) (Força de campo)	Resposta Correta: B
3	Qual é classificação da força física responsável por puxar os vagões? (Força de campo) (Força de contato)	Resposta Correta: B
4	Qual é classificação da força física responsável por atrair o parafusinho para o chão? (Força de contato) (Força de campo)	Resposta Correta: B
5	O que é a força gravitacional, proposta por Isaac Newton? (Força de atração que pode ser percebida, por ser muito grande.) (Força de atração que existe entre todos os corpos com massa no universo.)	Resposta Correta: B
6	A força gravitacional depende: (Da massa dos corpos e da idade deles.) (Da massa dos corpos e da distância entre eles.)	Resposta Correta: B
7	Como age a força gravitacional em nosso sistema solar? (Faz os planetas se sentirem, proporcionando mais força, para o sistema.) (Faz com que os planetas se mantenham em órbita, girando em torno do Sol.)	Resposta Correta: B
8	Em relação a intensidade da força de atração gravitacional, entre dois corpos: (O menor corpo atrai com maior intensidade.) (Os corpos se atraem com igual intensidade.)	Resposta Correta: B
9	O peso de uma pessoa é definido: (Pela sua massa e a altitude que ela se encontra.) (Pela gravidade do local.)	Resposta Correta: B
10	Os astronautas flutuam devido: (À queda livre.) (Ao seu peso.)	Resposta Correta: A
11	O que explica as órbitas e as trajetórias elípticas dos planetas? (A massa dos planetas.) (A força gravitacional do sistema.)	Resposta Correta: B
12	A que se atribui o fenômeno das marés? (Atração da Lua e das estrelas, sobre as águas do mar.) (Atração do Sol e da Lua sobre as águas do mar.)	Resposta Correta: B

Fonte: Alan Belisário

O endereço eletrônico para o site de avaliação dos resultados “Painel de Estatística Quiz Física”: <[www.http://dashjogofisica.000webhostapp.com/](http://dashjogofisica.000webhostapp.com/)>. Este link está disponível para qualquer professor que se interessar. O acesso deverá ser feito por celular com sistema android.

## APÊNDICE F - MATERIAL DO ALUNO

Prezado aluno,

Este aplicativo é compatível com celulares Androide. É um jogo preparado especialmente para você. Pensando na sua aprendizagem. Segue abaixo algumas orientações sobre como instalar e utilizar este material. O objetivo do jogo, é que você compreenda de uma forma mais divertida os conceitos da Física usando as tecnologias que faz parte do seu dia a dia, como o celular. Esperamos que goste. Bons Estudos!

### 4.11 ORIENTAÇÕES GERAIS

Para jogar é necessário baixá-lo através do link disponibilizado pelo professor. Assim que instalar o aplicativo, você deve se registrar no jogo usando seu nome completo para que o jogo seja liberado. O jogo contém 10 fases. A cada final de fase existem perguntas relevantes referentes ao tema disposto. São ao todo vinte e uma perguntas baseadas em pequenos textos disponibilizados no jogo dentro do mesmo tema do conteúdo do livreto que você recebeu. As respostas são oferecidas sempre em duas opções “certa e errada”. Após a leitura do livreto virtual disponibilizado pelo professor poderá começar o jogo. Boa sorte.

## APÊNDICE G - MATERIAL DO PROFESSOR

Prezado Professor,

Abaixo estão descritos os procedimentos para aplicação deste produto educacional em sua prática de sala de aula. O material contém a proposta de uso de sequências didáticas, dois questionários que podem ser disponibilizados no Google Formulários ou impressos, um diagnóstico e outro avaliativo, um livretodidático ilustrado, além da apresentação do jogo e do site com os resultados avaliativos da aplicação do jogo no ensino de Física.

O produto pretende contribuir com o ensino da disciplina mediante a proposta de novos materiais e metodologias de ensino. Além disso, visa contribuir para uma prática participativa e relevante que faça jus à educação do terceiro milênio, onde se deseja uma escola diferente, com maior participação do aluno e progressos na prática do ensino-aprendizagem.

Espera-se que o uso de objetos de aprendizagem, (jogo e livreto) o aluno se torne o protagonista acerca do seu próprio aprendizado.

Tanto o jogo como o livreto estão disponíveis em links específicos, podendo o livreto ser impresso ou usado na forma virtual. O jogo se apresenta na forma de um aplicativo que deve ser baixado numa plataforma Androide tendo o professor acesso a todas as informações do desenvolvimento do jogo pelo aluno. Seus resultados são disponibilizados no site através de um link específico para o professor, ao qual somente ele tem acesso.

Recomenda-se aplicar o produto na seguinte sequência: o questionário pré-atividade aqui apresentado, o livreto para que o aluno possa se inteirar do tema e responder as questões do jogo que vem logo a seguir e após o jogo, aplicar o segundo questionário para avaliação dos conhecimentos adquiridos pelo aluno com a atividade.

## APÊNDICE H - A PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM SALA DE AULA COM SUAS RESPECTIVAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICA

### Dia 1: QUESTIONÁRIO I - PARA SONDAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

O questionário I contendo cinco questões, de múltipla escolha, tiradas dos processos seletivos do IF Sudeste de MG, dos anos anteriores.

### Dia 2: LEITURA DO LIVRETO ILUSTRATIVO:

Um livreto bem explicativo, com ilustrações coloridas e adequadas à faixa etária dos participantes, contendo assuntos referentes às forças físicas em geral e suas classificações, força da gravidade e Lei da gravitação, no contexto da Física Clássica e Moderna.

### Dia 3: O JOGO:

Contendo 10(dez) fases. A cada final de fase, existem perguntas relevantes e referentes ao tema disposto. As respostas são oferecidas sempre em duas opções, em formatos diversos e as questões.

### Dia 4: QUESTIONÁRIO II - SONDAÇÃO DE CONHECIMENTOS PÓS-ATIVIDADES.

O questionário II, composto das cinco questões, de múltipla escolha, contidas no questionário I e mais cinco questões, referentes ao jogo e a metodologia, somando 10 (dez) questões ao todo.

## APÊNDICE I- SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO PRESENCIAL

AULA 1		IDENTIFICAÇÃO	
Professora:			
Turma:	Bimestre:	Carga horária da atividade:	
Tema da aula: Conceito de Força, Força de Contato e Força de Campos.			
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias			
Componente curricular: Física			
COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DA BNCC:			
<p>C1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.</p> <p>C2: Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.</p> <p>C3: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>			
HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS - BNCC:			
<p>(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.</p> <p>(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.</p> <p>(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.</p> <p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p>			
OBJETOS DE CONHECIMENTO (CONTEÚDOS): Aceleração; Força Centrípeta; Queda Livre; Massa e Peso; O Princípio Fundamental da dinâmica; Lei da Gravitação Universal e Movimento Planetário.			
RECURSOS MATERIAIS: Questionário I - Pré-atividades impresso ou no Google Forms			
PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES: Aplicação/Fixação: Distribuição do questionário I impresso e Instruções: Ler e responder com atenção as questões propostas.			
PROCEDIMENTOS AVALIAÇÃO: Síntese/Avaliação; Avaliar se os alunos desenvolveram as atividades propostas; Grau de atenção; Interesse; Reações diversas; Comentário; Tempo de realização; Manuseio e Outros.			
COMENTÁRIOS:			
REFERÊNCIAS:			

AULA 2		IDENTIFICAÇÃO	
Professora:			
Turma:	Bimestre:	Carga horária da atividade:	
Tema da aula: Conceito de Força, Força de Contato e Força de Campos.			
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias			
Componente curricular: Física			
COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DA BNCC:			
<p>C1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.</p> <p>C2: Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.</p> <p>C3: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>			
HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS - BNCC:=			
<p>(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.</p> <p>(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.</p> <p>(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.</p> <p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p>			
OBJETOS DE CONHECIMENTO (CONTEÚDOS): Aceleração; Força Centrípeta; Queda Livre; Massa e Peso; O Princípio Fundamental da dinâmica; Lei da Gravitação Universal e Movimento Planetário.			
RECURSOS MATERIAIS: O Livroto impresso ou internet para o virtual			
PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES:Aplicação/Fixação; Distribuição do link para o livreto virtual e Instruções: Ler com atenções textos propostos.			
PROCEDIMENTOS AVALIAÇÃO: Síntese/Avaliação; Avaliar se os alunos desenvolveram as atividades propostas; Grau de atenção; Interesse; Reações diversas; Comentário; Tempo de realização; Manuseio e Outros.			
COMENTÁRIOS:			
REFERÊNCIAS:			

AULA 3		IDENTIFICAÇÃO	
Professora:			
Turma:	Bimestre:	Carga horária da atividade:	
Tema da aula: Conceito de Força, Força de Contato e Força de Campos.			
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias			
Componente curricular: Física			
COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DA BNCC:			
<p>C1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.</p> <p>C2: Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.</p> <p>C3: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>			
HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS - BNCC:			
<p>(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.</p> <p>(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.</p> <p>(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.</p> <p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p>			
OBJETOS DE CONHECIMENTO (CONTEÚDOS): Aceleração; Força Centrípeta; Queda Livre; Massa e Peso; O Princípio Fundamental da dinâmica; Lei da Gravitação Universal e Movimento Planetário.			
RECURSOS MATERIAIS: Celular; Internet e o Jogo.			
PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES: Aplicação/Fixação; Distribuição do link do Jogo; Instruções; Acessar; Baixar o aplicativo; Instalar; Registrar com nome completo e Jogar.			
PROCEDIMENTOS AVALIAÇÃO: Síntese/Avaliação; Avaliar se os alunos desenvolveram as atividades propostas; Grau de atenção; Interesse; Reações diversas; Comentário; Tempo de realização; Manuseio e Outros.			
COMENTÁRIOS:			
REFERÊNCIAS:			

AULA 4		IDENTIFICAÇÃO	
Professora:			
Turma:	Bimestre:	Carga horária da atividade:	
Tema da aula: Conceito de Força, Força de Contato e Força de Campos.			
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias			
Componente curricular: Física			
COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DA BNCC:			
<p>C1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.</p> <p>C2: Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.</p> <p>C3: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>			
HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS - BNCC:			
<p>(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.</p> <p>(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.</p> <p>(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.</p> <p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p>			
OBJETOS DE CONHECIMENTO (CONTEÚDOS): Aceleração; Força Centrípeta; Queda Livre; Massa e Peso; O Princípio Fundamental da dinâmica; Lei da Gravitação Universal e Movimento Planetário.			
RECURSOS MATERIAIS: Questionário II, pós-atividades impresso ou no Google Forms.			
PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES: Aplicação/Fixação; Instruções: Ler e responder com atenção as questões propostas.			
PROCEDIMENTOS AVALIAÇÃO: Síntese/Avaliação; Avaliar se os alunos desenvolveram as atividades propostas; Grau de atenção; Interesse; Reações diversas; Comentário; Tempo de realização; Manuseio e Outros.			
COMENTÁRIOS:			
REFERÊNCIAS:			

**APÊNDICE J - GRÁFICOS – LIVRETO**  
**COLETA DE DADOS DO GOOGLE FORMULÁRIOS – LIVRETO**

QUESTÃO 1

Gráfico 16- Link do Livreto



Fonte: Google Formulários

QUESTÃO 2

O nível dos conteúdos apresentados no livreto foi adequado?

1            2            3            4            5  
 Sim ( )    ( )        ( )        ( )        ( ) Não

Gráfico 17- Nível dos conteúdos



Fonte: Google Formulários

## QUESTÃO 3

Gráfico 18- Visual do objeto de aprendizagem



Fonte: Google Formulários

## QUESTÃO 4

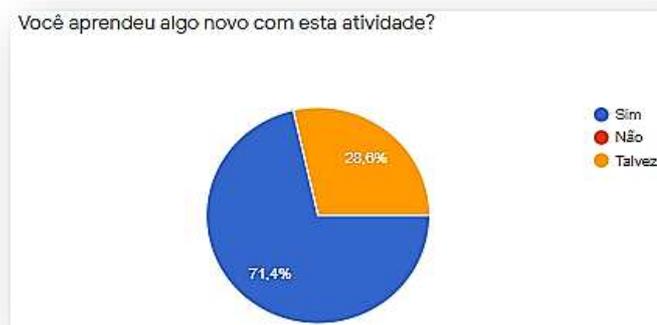
Gráfico 19- Compreensão do conteúdo



Fonte: Google Formulários

## QUESTÃO 5

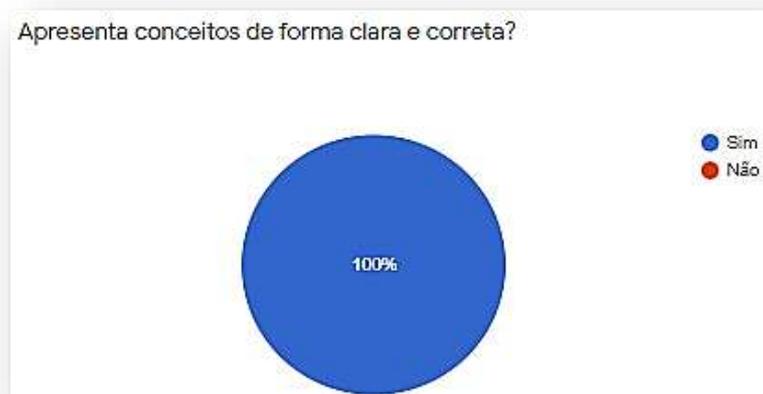
Gráfico 20 - Você aprendeu algo novo com esta atividade?



Fonte: Google Formulários

#### QUESTÃO 6

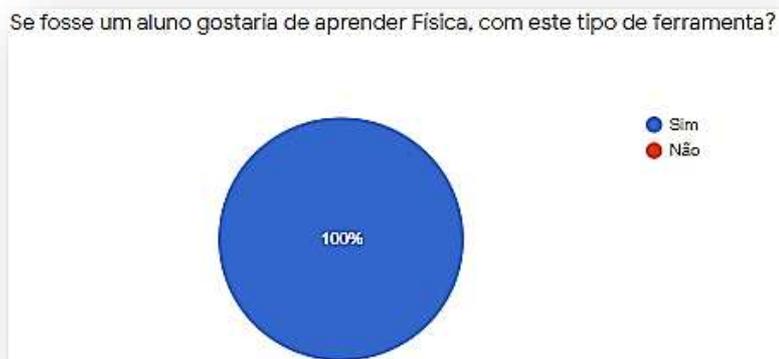
Gráfico 21- Conceitos



Fonte: Google Formulários

#### QUESTÃO 7

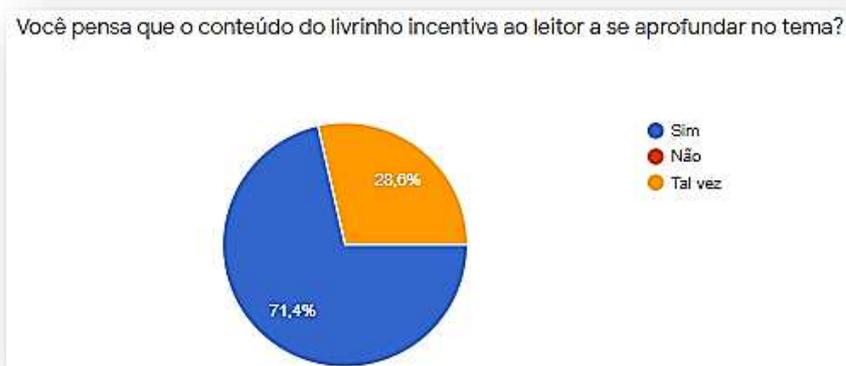
Gráfico 22 - Aprovação da ferramenta



Fonte: Google Formulários

#### QUESTÃO 8

Gráfico 23- Conteúdo do livreto



Fonte: Google Formulários

#### QUESTÃO 9

Qual tema de Física Moderna e Contemporânea (FMC) Você incluiria nas suas aulas? Resposta aberta.

Resultado da questão 9:

Talvez alguns conceitos de quântica, Dualidade onda-partícula, estabelecida pelo físico Louis De'Broglie, Equivalência de matéria e energia, O efeito fotoelétrico, o laser e a emissão do corpo negro, Ondas.

## QUESTÃO 10

Quais tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Você já teve nas suas aulas de ensino médio? (Coloque se sua experiência foi como aluno ou como professor)

Resposta aberta.

Resultado da questão 10:

72% afirmaram não ter visto qualquer conteúdo de Física Moderna no ensino médio.

14% viu somente o básico

14% Equivalência de matéria e energia.

## APÊNDICE K - GRÁFICOS JOGO COLETA DE DADOS GOOGLE FORMULÁRIOS – JOGO

### QUESTÃO 1

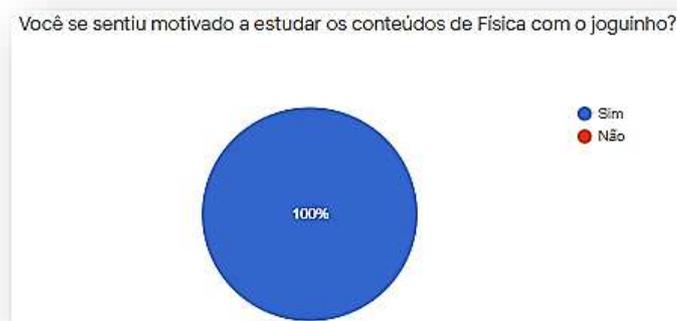
Gráfico 24- Link do jogo



Fonte: Google Formulários

### QUESTÃO 2

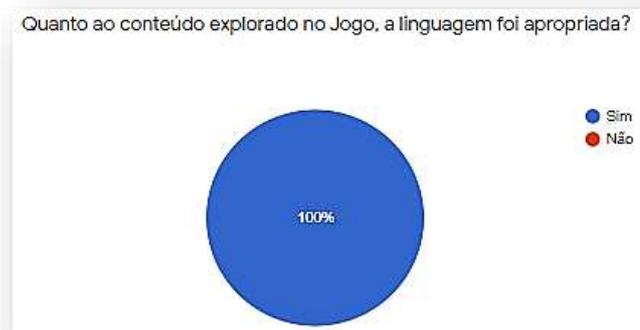
Gráfico 25 - Motivação



Fonte: Google Formulários

### QUESTÃO 3

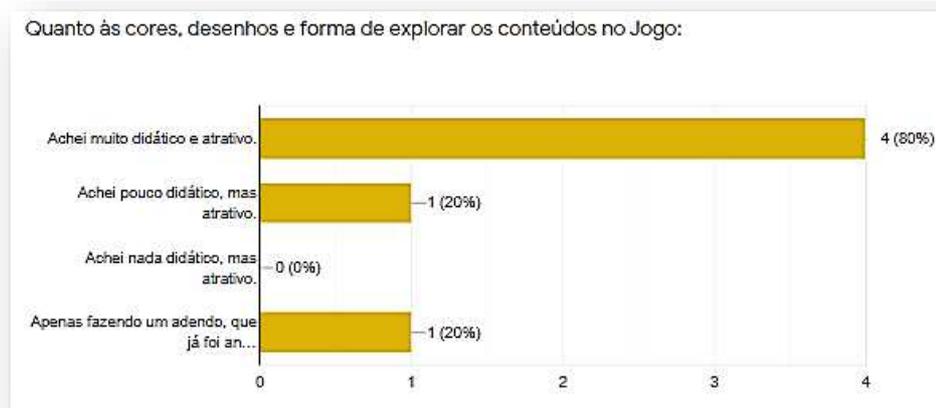
Gráfico 26- Conteúdo e linguagem



Fonte: Google Formulários

#### QUESTÃO 4

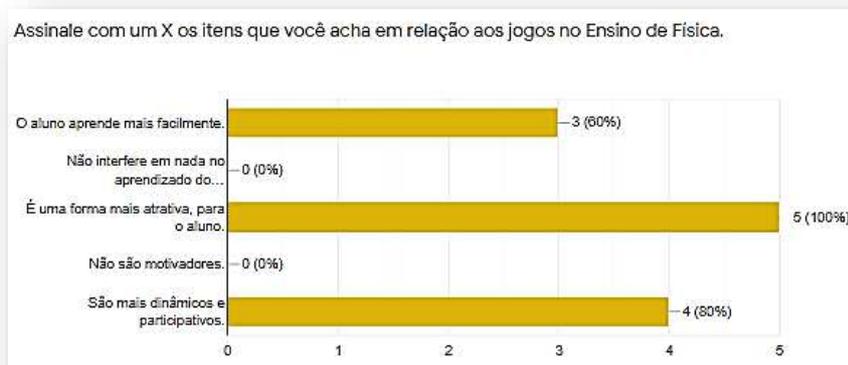
Gráfico 27 - Apresentação gráfica



Fonte: Google Formulários

#### QUESTÃO 5

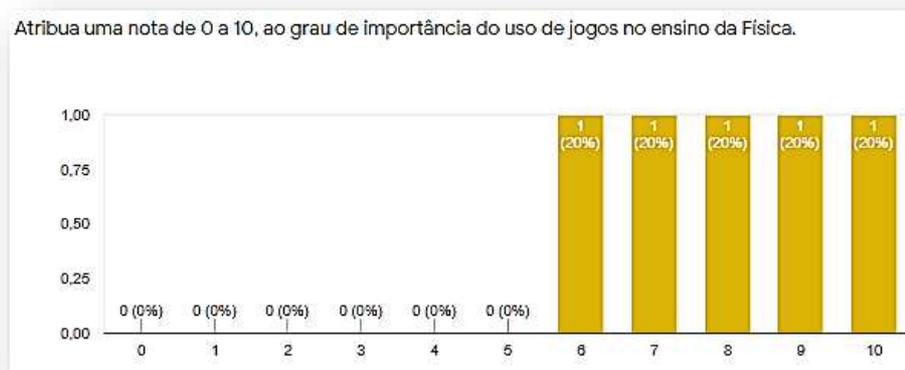
Gráfico 28 - Opinião sobre os jogos



Fonte: Google Formulários

### QUESTÃO 6

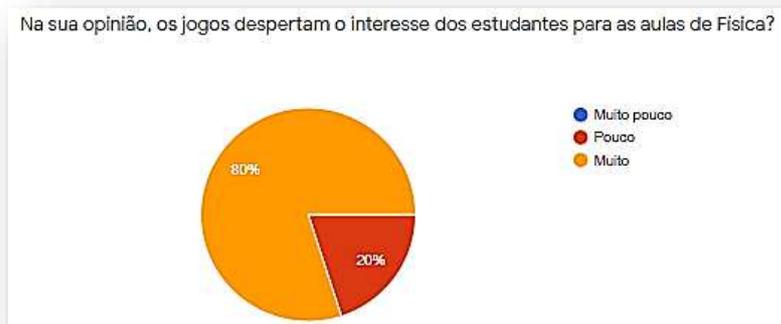
Gráfico 29 - Grau de importância



Fonte: Google Formulários

### QUESTÃO 7

Gráfico 30 - Jogos e interesse por aulas de Física



Fonte: Google Formulários

#### QUESTÃO 8

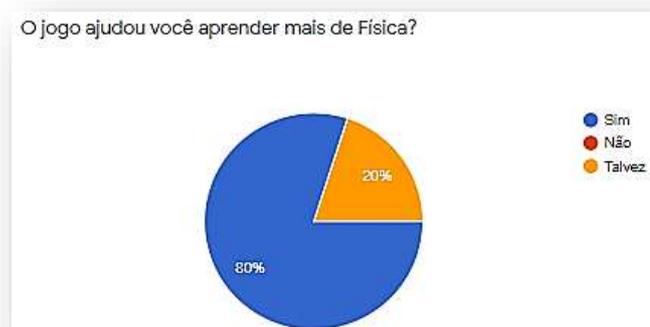
Gráfico 31- Apreciação do jogo



Fonte: Google Formulários

#### QUESTÃO 9

Gráfico 32- Jogo e aprendizado



Fonte: Google Formulários

## QUESTÃO 10

Gráfico 33- Probabilidade de voltar a jogar



Fonte: Google Formulários

## QUESTÃO 11

Gráfico 34- Influência da tecnologia do ensino de Física



Fonte: Google Formulários

## QUESTÃO 12

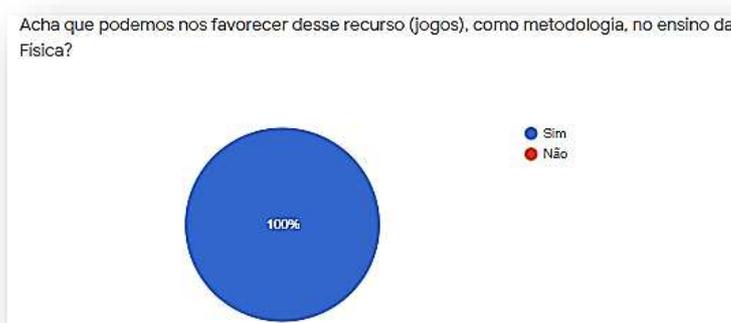
Gráfico 35- Metodologia



Fonte: Google Formulários

## QUESTÃO 13

Gráfico 36- Eficiência da metodologia no ensino de Física



Fonte: Google Formulário

## ANEXO A- A PROGRAMAÇÃO DO JOGO

### Desenvolvimento do jogo

Este anexo apresenta a sequência de programação do jogo desenvolvido pelo programador Alan de Campos Belisário para fins deste trabalho. Esse material poderá auxiliar professores que queiram aprimorar este jogo ou desenvolver outros jogos para o ensino de física.

### A escolha da tecnologia

Durante o estudo das partes técnicas a ser usada na solução do problema proposto, fez-se necessário à escolha de uma tecnologia focada em dispositivos móveis visto que o mesmo é a principal base de usuários do mundo, sendo de fácil acesso a qualquer pessoa independentemente da idade.

Escolher por uma aplicação desenvolvida para web iria sobrecarregar a rede local da escola mantendo uma conexão custosa tanto no cliente quanto no servidor, como também tornaria mais lento o carregamento devido à necessidade de downloads constantes de imagens. A solução seria ter todas as imagens já pré-carregadas nos dispositivos dos alunos, o que poderia ser realizado com um aplicativo. Sendo assim a tecnologia escolhida foi o framework de desenvolvimento “React-Native” criado pelo Facebook.inc.

### Tela de Registro

Na primeira janela da aplicação, é feito o primeiro contato com o usuário, onde é recebido o nome do mesmo criando sua identificação digital. Então seu nome é armazenado em uma estrutura interna junto ao IMEI que é uma identificação única de cada celular. Abaixo segue um fragmento escrito desta estrutura:

```
import Perguntas from "./Perguntas";  
constperguntas_stringify = JSON.stringify(Perguntas);  
constinitialState = {  
  fase: 0,  
  score: 0,
```

```

perguntas: JSON.parse(perguntas_stringify),
dialogos: Dialogos,
dialogoAtual: "",
nome: null,
relatorioEnviado: false,
estatisticas: {
nerros: 0,
questoesqueerrou: []
},
system: {
info: {
IMEI: null
}
}
};

```

(Código desenvolvido em Javascript).

Cada palavra antes dos símbolos de " : " é chamado variável e a sua direita são os valores atribuídos a elas.

Quando é feito a leitura do nome do usuário, esta informação é armazenada na variável nome, substituindo o valor padrão nula. Então ao efetuar a mudança, as instruções da aplicação devem seguir seu fluxo para o próximo passo.

### Menu Inicial

No menu inicial é exibido três opções:

- Jogar: Opção escolhido para iniciar o jogo.
- Resetar: Remover todas as informações já definidas na estrutura para o padrão. Assim apagarão todas as informações já carregadas durante uso, tais como, perguntas já respondidas, perguntas erradas, nome, diálogo atual, etc.
- Sair: Esta opção finaliza a aplicação.

Também é mostrada a pontuação do aluno correspondente ao número de questões respondidas corretamente, independente de já terem sido respondidas caso o aluno optou por iniciar o jogo ao ter o finalizado.

### Tela de diálogo

Ao clicar em jogar, são carregados os diálogos e exibidos um balão na tela comunicando a mensagem de cada fase que possui a explicação das perguntas seguintes. O aluno poderá mover o texto interno ao balão para cima e para baixo para ler todo o texto. Ao responder todas as perguntas desta fase, o diálogo é incrementado em 1 (um) carregando da próxima vez a tela de diálogos para a fase posterior.

### Tela de perguntas

Nesta tela é exibida a pergunta com suas opções junto a um fundo com uma imagem ilustrativa da questão. O aluno poderá optar por uma das alternativas, fazendo com que, se certa, a resposta é removida da lista, do contrário, é movida para o final garantindo assim que o aluno reveja as questões mais tarde ampliando a chances de compreender a questão.

A cada vez que o aluno responder uma pergunta erroneamente é comparado à resposta com o gabarito da questão presente no código fonte da aplicação (que será apresentado a seguir) incrementando o valor da variável "n\_erro" dentro da subestrutura "estatísticas" em 1 ponto, caso contrário nada acontece. Se errada, a pergunta atual é armazenada na variável na variável "questoesqueerrou".

Cada pergunta possui sua própria estrutura interna que se parece com isso:

```
const Perguntas = [
  {
    id: 1,
    imagem: require("../images/fases/empilhadeira.png"),
    pergunta: "Qual a classificação da força Física responsável por erguer a
caixa usando a empilhadeira?",
    letraRespostaCorreta: "A",
    alternativas: ["Força de contato", "Força de campo"],
    voltarParaExplicacao: false,
  },
  {
    id: 2,
    imagem: require("../images/fases/ima-carro.png"),
```

```

pergunta: "Qual a classificação da força Física responsável por fazer o
carro ser atraído pelo ímã?",
letraRespostaCorreta: "B",
alternativas: ["Força de contato", "Força de campo"],
voltarParaExplicacao: false,
},
... continuação das outras perguntas

```

(Fragmento de código da aplicação).

Sempre que uma questão é respondida, é verificado se a variável “voltarParaExplicação” presente na estrutura de perguntas é verdadeira (true). Se sim, a variável fase presente na estrutura principal, é alterada para a próxima (no caso incrementada em 1), em seguida é carregado a pergunta referente a nova fase e só então, o usuário, é movido para a tela de diálogos novamente e é aberto a caixa de diálogos para dar a explicação sobre as perguntas vindouras. Todo este ciclo se repete até que o aluno acerte todas as questões.

### **Tela final**

Ao eliminar todas as questões respondendo as corretamente é exibida uma mensagem de parabéns com um botão de finalizar que tem a função, de reiniciar as perguntas e respostas para o aluno poder responder novamente quantas vezes quiser. Porém é feito uma alteração no valor da variável "relatorioEnviado" para true (Verdadeiro) fazendo com que o relatório seja enviado uma única vez ao finalizar a aplicação, logo após isso, todas as vezes que o usuário responder todas as perguntas novamente, o sistema verifica se a variável "relatorioEnviado" é igual à true, significando que o relatório já foi enviado, não o remetendo novamente.

### **Servidor**

Para enviar os dados é necessário um servidor que pode ser adquirido gratuitamente pelos serviços da 000webhost ou comprado em qualquer outra hospedagem de sites incluindo a própria.

Para enviar os dados, é necessário um repositório para os mesmos. A base de código do servidor está paralela ao código do cliente. Ambos podem ser baixados e acessados no seguinte sítio: [https://www.github.com/acb09/quiz\\_fisica](https://www.github.com/acb09/quiz_fisica).

A lógica do servidor é bem mais simples que a aplicação. Nela são coletados os dados que foram disparados pelo cliente quando o aluno chegou à tela de parabenização.

Então é feito o processamento destes dados, gerando uma média de perguntas que alunos acertaram com facilidade, perguntas com maiores números de erros, número máximo de alunos e uma lista com dados individuais de cada aluno.

### **Levantando o servidor**

Para levantar seu próprio servidor, precisamos instalar o GitHub em sua máquina que pode ser baixado em <https://git-scm.com/downloads> e instalá-lo.

Dando sequência podemos abrir o terminal ou prompt de comando. No Windows, basta abrir o menu iniciar e digitar "Prompt de comando" sem aspas e após carregar os resultados, pressionar enter. No linux ou mac, basta refazer o mesmo substituindo "prompt de comando" por "terminal".

Ao abrir, o terminal estará apontado para o diretório de usuário do seu computador. Basta então digitar:

```
"git clone https://github.com/acb09/quiz_fisica" sem aspas.
```

```
"cdquiz_fisica/website"
```

Estes comandos irão criar um clone do diretório remoto em sua máquina e moverá você para dentro desta pasta. Em seguida, entrar em seu provedor de hospedagem e carregar os arquivos para dentro do servidor. Cada provedor tem seus meios próprios, por isso, o mais indicado é entrar em contato com a provedora para saber como fazê-lo.

### **Compilando o aplicativo**

Para usar o aplicativo é necessário apontar as configurações para seu domínio (endereço web obtido pelo site de hospedagem). Para fazer isso, basta entrar na pasta `quiz_fisica/application/src/screens/fim.js`. Nela terá uma linha, algo como isso:

```
consturl = "https://dashjogofisica.000webhostapp.com/process.php"
```

Basta alterar o endereço para o seu domínio mantendo o `"/process.php"` no final.

Exemplo:

```
const url = "https://HYPERLINK  

"https://meudominio.com.br/process.php"meudominio.com.br/HYPERLINK  

"https://meudominio.com.br/process.php"/process.php"
```

Após isso, é necessário compilar o seu aplicativo com as novas configurações. Para isso precisaremos instalar alguns aplicativos.

projeto completo:

<https://drive.google.com/drive/folders/1ew8rvZPZAxQsdCj65j66aYLRdxQAvb1T?usp=sharing>

node.js em <https://nodejs.org/download/release/v8.3.0/python2> em  
<https://www.python.org/downloads/release/python-278/jdk8> em  
<https://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk8-downloads-2133151.html>

Androide Studio em <https://developer.android.com/studio>. No site do projeto oficial do ReactNative está um passo a passo de instalação completa do ReactNative que pode ser encontrado no seguinte endereço <https://facebook.github.io/react-native/docs/getting-started>

(Atenção: Não é necessário criar outra aplicação rodando algo como isto)

`npxreact-nativeinitAwesomeProject` pois a aplicação já contém o projeto pronto.

Então gere um novo aplicativo seguindo o passo a passo neste link: <https://tableless.com.br/react-native-build-release-android/>

## Licenças

Todos os softwares de terceiros foram usados em cima da licença MIT, dando a liberdade de modificação e uso para seu próprio propósito.

Por falta de recursos ficou inviável manter um servidor que pudesse atender outros professores. Por este motivo, o conteúdo fica disponível para a reprodução completa no GitHub dando a liberdade de uso, reprodução e modificação na base do código para quaisquer outros fins.