



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ  
CAMPUS PICOS  
COORDENAÇÃO DO CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA

OSIELSON DE SOUSA DOS SANTOS

**SIMULAÇÕES DIGITAIS COM O USO DO PhET PARA O ENSINO E  
APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO REMOTO**

PICOS -PI

2022

OSIELSON DE SOUSA DOS SANTOS

**SIMULAÇÕES DIGITAIS COM O USO DO PhET PARA O ENSINO E  
APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO REMOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC apresentado a  
coordenação do curso de Licenciatura em Física do IFPI  
–Campus Picos como pré-requisito para obtenção do  
grau licenciado em Física.

Orientadora: Profa. Me. Fátima Letícia da Silva Gomes.

PICOS - PI

2022

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ  
CAMPUS PICOS  
COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECA  
SERVIÇO DE PROCESSOS TÉCNICOS

S237s      Santos, Osielson de Sousa dos  
              Simulações digitais com o uso de PhET para o ensino e  
              aprendizagem das Leis de Newton no ensino remoto /  
              Osielson de Sousa dos Santos. — 2022.  
              61 f.: il.

              Monografia (Graduação em Licenciatura em Física) —  
              Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,  
              Picos, 2022.

              Orientador: Profa. Me. Fátima Letícia da Silva Gomes.

              1. Física – Estudo e ensino. 2. Simulação do PhET. 3. Leis  
              de Newton. I. Título.

CDD: 530.07



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí**  
**Campus Picos**  
Coordenação do Curso de Licenciatura em Física

---

### **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: “SIMULAÇÕES DIGITAIS COM O USO DO PhET PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO REMOTO”**

**ALUNO: Osielson De Sousa Dos Santos**

**DATA: 02 de fevereiro de 2022**

Monografia defendida junto à Coordenação do Curso de Licenciatura em Física e aprovada pela banca examinadora:

Profª. Ma **Fátima Letícia da Silva Gomes** - Orientadora  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

Prof. Me. **Pedro José Feitosa Alves Júnior** – Avaliador - IFPI

Prof. Esp. **Marcelo Rocha Martirios** - Avaliador - IFPI

Picos - PI, 02 de fevereiro de 2022

A Deus, fonte da vida.

Aos meus pais: Jandira Francisca de Sousa e Osiel Francisco dos Santos, pelo incentivo e carinho constante.

Aos meus irmãos: Oseildo de Sousa dos Santos e Janeilde de Sousa dos Santos, pelo apoio e companheirismo.

À minha Best Friend, Gabriela de Sousa Macêdo, pelo afeto e irmandade.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha gratidão se dirige a Deus pelo dom da vida que me concebeu e por ter guiado meu caminho durante todos esses anos. A Nossa Senhora pelas suas interseções que visava meu crescimento e fortalecimento.

Aos meus pais: Jandira Francisca de Sousa e Osiel Francisco dos Santos, por todo apoio financeiro, suporte, compreensão, paciência, ensinamentos, amor e principalmente, por todo apoio incondicional nas grandes batalhas enfrentadas.

Aos meus irmãos: Oseildo de Sousa dos Santos e Janeilde de Sousa dos Santos, pela cumplicidade, amizade, compreensão, carinho e pelo exemplo de determinação nos momentos de maior desespero.

À minha irmã de outra mãe: Gabriela de Sousa Macêdo, por todo incentivo, compartilhamento de saberes, sobretudo no português. E companheirismo nas horas de angústias, tristeza e felicidade, ela sempre esteve me sustentando/segurando a minha mão e não me permitindo desistir.

À minha professora orientadora: Fátima Letícia da Sila Gomes, pela ajuda, ideias, acompanhamento, dedicação e entusiasmo na construção dessa pesquisa.

À Maria do Socorro Gonçalves Ferreira, diretora do CETI Nossa Senhora do Patrocínio, em PIO IX, por me permitir realizar essa pesquisa na referida escola.

À Professora Luana, por ceder suas aulas nas turmas de 1º Ano A e B, do CETI Nossa Senhora do Patrocínio, em PIO IX, para que eu pudesse estar realizando esse estudo.

Às minhas amigas: Edilene Rocha Leal e Raila Leal Silva, pela motivação, companheirismo e ajuda ao longo curso e deste trabalho.

A João Filho Marques de Sousa, pela indicação de acervos sobre metodologia de pesquisa e pelas sugestões que somaram no meu trabalho.

À Maria Izadora Rodrigues, pelo apoio, incentivo e compartilhamento de dicas durante este período.

Ao fotógrafo Caio, pela edição de algumas imagens inseridas ao longo deste estudo.

E aos colegas de classe, pelos conhecimentos e experiências compartilhadas.

## RESUMO

No meio escolar é comum a busca por formas inovadoras de ensino para atender as novas demandas educacionais, a fim de superar as dificuldades de apreensão dos conhecimentos abstratos por partes dos discentes. Pesquisas atuais vêm demonstrando que as novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) possibilita aos alunos a aprendizagem desses conhecimentos de forma mais significativa e com maior rapidez. Com relação ao ensino de física, temos como recurso metodológico o simulador PhET, que permite a realização de simulações computacionais utilizadas para ampliar as possibilidades de aprendizado. Partindo desses pressupostos, levantamos a seguinte problemática: Como o uso de simuladores computacionais no ensino de física, o PhET, contribui de maneira significativa no processo de ensino e aprendizagem no ensino remoto? Este estudo investiga a utilização de simuladores computacionais, o PhET, no processo de ensino e aprendizagem da física no ensino remoto, especificamente quando se trata do ensino das leis de Newton. Trata-se de uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória e foi desenvolvida no Centro Estadual de Tempo Integral (CETI) Nossa Senhora do Patrocínio, em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio, sendo que na primeira utilizou-se as simulações oferecidas pelo PhET e na segunda, a turma foi submetida a uma aula tradicional, ambas veiculadas à distância, devido à pandemia do COVID-19. Os resultados desta pesquisa mostraram-se satisfatórios para a utilização do simulador PhET como ferramenta auxiliadora para o ensino das Leis de Newton, e consequentemente, para a incrementação das TICs no ensino de Física, estando assim em consonância com a narrativa de diversos autores que defendem esta temática.

**Palavras-chave:** Simulação do PhET; Leis de Newton; Ensino e Aprendizagem em Física.

## ABSTRACT

In the school environment, the search for innovative ways of teaching to meet the new educational demands is common, in order to overcome the difficulties of apprehending abstract knowledge by the students. Current research has shown that the new Information and Communication Technologies (ICTs) enable students to learn this knowledge more significantly and faster. Regarding the teaching of physics, we have as a methodological resource the PhET simulator, which allows the realization of computer simulations used to expand the learning possibilities. Based on these assumptions, we raise the following issue: How does the use of computer simulators in physics teaching, PhET, significantly contribute to the teaching and learning process in remote education? This study investigates the use of computer simulators, Phet, in the teaching and learning process of physics in remote education, specifically when it comes to teaching Newton's laws. This is a qualitative exploratory research and was developed at the State Center for Full Time (CETI) Nossa Senhora do Patrocínio, in two classes of 1st year of high school, the first using simulations offered by PhET and in the second, the class was submitted to a traditional class, both held at a distance, due to the COVID-19 pandemic. The results of this research were satisfactory for the use of the PhET simulator as an auxiliary tool for teaching Newton's Laws, and consequently, for the increment of ICTs in the teaching of Physics, thus being in line with the narrative of several authors who defend this theme.

**Keywords:** PhET simulation; Newton's Laws; Teaching and Learning in Physics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|             |                                                                            |    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura – 1  | Página Inicial do PhET Versão em Português.....                            | 20 |
| Figura – 2  | Página Inicial para Escolha do Ramo da Física.....                         | 20 |
| Figura – 3  | Página para Filtragem de Nível Educacional e Compatibilidade.....          | 21 |
| Figura – 4  | Página para Filtragem de Acessibilidade & Inclusão e Idioma.....           | 21 |
| Figura – 5  | Simulação Energia na Pista de Skate: Básico.....                           | 22 |
| Figura – 6  | Simulação Massas e Molas.....                                              | 23 |
| Figura – 7  | Força de contato.....                                                      | 25 |
| Figura – 8  | Força de ação a distância.....                                             | 25 |
| Figura – 9  | Passageiros arremessados para frente em relação ao ônibus por inércia..... | 27 |
| Figura – 10 | Ilustração da Terceira Lei de Newton.....                                  | 29 |
| Figura – 11 | Observação de Aula.....                                                    | 34 |
| Figura – 12 | Realização de Aula pelo Pesquisador no 1º Ano A.....                       | 34 |
| Figura – 13 | Realização de Aula pelo Pesquisador no 1º Ano B.....                       | 35 |
| Figura – 14 | Simulação Forças e Movimentos.....                                         | 35 |
| Figura – 15 | Simulação Forças e Movimentos: Noções Básicas → Cabo de Guerra.....        | 36 |
| Figura – 16 | Simulação Forças e Movimentos: Noções Básicas → Aceleração.....            | 36 |
| Figura – 17 | Simulação Forças e Movimentos: Noções Básica opção Atrito.....             | 37 |
| Figura – 18 | Resposta de aluno X da turma de 1º Ano B sobre a Primeira Lei de Newton..  | 43 |
| Figura – 19 | Resposta do aluno Y da turma de 1º Ano B sobre a Primeira Lei de Newton..  | 43 |
| Figura – 20 | Resposta do aluno X da turma de 1º Ano A sobre a Primeira Lei de Newton..  | 43 |
| Figura – 21 | Resposta do aluno Y da turma de 1º Ano A sobre a Primeira Lei de Newton..  | 44 |
| Figura – 22 | Resposta do aluno X da turma de 1º Ano A sobre a Segunda Lei de Newton..   | 44 |
| Figura – 23 | Resposta do aluno Y da turma de 1º Ano A sobre a Segunda Lei de Newton..   | 45 |
| Figura – 24 | Resposta do aluno X da turma de 1º Ano B sobre a Segunda Lei de Newton..   | 45 |
| Figura – 25 | Resposta do aluno Y da turma de 1º Ano B sobre a Segunda Lei de Newton..   | 45 |
| Figura – 26 | Resposta do aluno X da turma de 1º Ano A sobre a Terceira Lei de Newton..  | 46 |
| Figura – 27 | Resposta do aluno X da turma de 1º Ano B sobre a Terceira Lei de Newton..  | 46 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|              |                                                                     |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico – 1  | Gêneros dos participantes da pesquisa.....                          | 39 |
| Gráfico – 2  | Idade dos participantes da pesquisa.....                            | 39 |
| Gráfico – 3  | Respostas das questões 3, 6, 7 e 8 do 1º questionário.....          | 40 |
| Gráfico – 4  | Afinidade ou não dos alunos com algumas disciplinas das exatas..... | 41 |
| Gráfico – 5  | Aparelhos eletrônicos que os discentes possuem.....                 | 42 |
| Gráfico – 6  | Respostas da primeira questão fechada.....                          | 47 |
| Gráfico – 7  | Respostas das questões fechadas 5, 6 e 7.....                       | 48 |
| Gráfico – 8  | Respostas das questões fechadas 8, 9 e 10.....                      | 48 |
| Gráfico – 9  | Respostas das questões fechadas 3, 10, 11 e 12.....                 | 49 |
| Gráfico – 10 | Respostas das questões de 1 a 6 do questionário C.....              | 50 |
| Gráfico – 11 | Respostas das questões de 7, 8 e 9 do questionário C.....           | 51 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|            |                                                         |
|------------|---------------------------------------------------------|
| AVA        | Ambiente Virtual de Aprendizagem                        |
| CAAE       | Certificado de Apresentação para Apreciação Ética       |
| CETI       | Centro Estadual de Tempo Integral                       |
| EAD        | Educação A Distância                                    |
| ERE        | Ensino Remoto Emergencial                               |
| FACID      | Faculdade Integral Diferencial                          |
| OCDE       | Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico |
| PhET       | Physics Educational Technology                          |
| MEC        | Ministério do Estado da Educação                        |
| MRU        | Movimento Retilíneo Uniforme                            |
| OMS        | Organização Mundial da Saúde                            |
| PCN        | Parâmetro Curricular Nacional                           |
| PISA       | Programa Internacional de Avaliação de Estudantes       |
| SEDUC – PI | Secretaria de Estado da Educação do Piauí               |
| TALE       | Termo de Assentimento Livre e Esclarecido               |
| TIC        | Tecnologia da Informação e comunicação                  |
| TCLE       | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido              |
| TDIC       | Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação        |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                      |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                              | <b>12</b> |
| <b>2</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                                                                     | <b>14</b> |
| 2.1      | CENÁRIO ATUAL DA EDUCAÇÃO .....                                                                      | 14        |
| 2.2      | O ENSINO REMOTO .....                                                                                | 15        |
| 2.3      | TICs COMO APOIO À EDUCAÇÃO .....                                                                     | 18        |
| 2.4      | PhET .....                                                                                           | 20        |
| 2.5      | AS LEIS DE NEWTON.....                                                                               | 26        |
| 2.5.1    | Primeira Lei de Newton .....                                                                         | 27        |
| 2.5.2    | Segunda Lei de Newton .....                                                                          | 29        |
| 2.5.3    | Terceira Lei de Newton.....                                                                          | 30        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA .....</b>                                                                             | <b>32</b> |
| 3.1      | CAMPO DE ESTUDO .....                                                                                | 32        |
| 3.2      | ASPECTOS ÉTICOS E PARTICIPANTES DA PESQUISA .....                                                    | 32        |
| 3.3      | COLETA DAS INFORMAÇÕES .....                                                                         | 33        |
| 3.4      | TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES .....                                                                     | 39        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADO E DISCUSSÕES .....</b>                                                                  | <b>40</b> |
| 4.1      | PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA .....                                                           | 40        |
| 4.2      | ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APRENDIZAGEM DAS TURMAS .....                                              | 43        |
| 4.2.1    | Questões Abertas.....                                                                                | 43        |
| 4.2.2    | Questões Fechadas.....                                                                               | 47        |
| 4.3      | ANÁLISE SOBRE O USO DO SIMULADOR PhET .....                                                          | 50        |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                     | <b>53</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                             | <b>54</b> |
|          | <b>APÊNDICES .....</b>                                                                               | <b>57</b> |
|          | APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO 1: PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....                               | 57        |
|          | APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 2: AVERIGUAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS DISCENTES SOBRE AS LEIS DE NEWTON ..... | 58        |
|          | APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 3: POSICIONAMENTO DOS ALUNOS SOBRE AS SIMULAÇÕES DO PHET.....              | 61        |

## 1 INTRODUÇÃO

Grande parte dos educandos têm dificuldades em perceber a aplicabilidade da teoria estudada em física em seu dia a dia, já que o nível de abstração começa a se tornar mais elaborado, e piorando o cenário, a metodologia de exposição dos conteúdos não acompanha a transformação pela qual passou a educação com o surgimento da pandemia causada pelo vírus Sars-CoV-2.

O isolamento social, proposto pela vigilância sanitária e demais órgãos competentes para combate do novo coronavírus, trouxe a necessidade de um novo cenário educacional, o Ensino Remoto, onde os professores tiveram que transferir as metodologias e práticas pedagógicas típicas do território físico para uma realidade on-line.

No entanto, para o ensino de física e demais disciplinas ligadas a Ciências da Natureza esta transição do real para o virtual exigiu mais, visto que para o ensino destas matérias é importante a utilização de atividades experimentais e práticas laboratoriais para a complementação dos alunos acerca da temática abordada.

Os discentes que foram submetidos a este ensino de carácter remoto emergencial, em sua grande maioria, são pertencentes da Geração Z (pessoas nascidas entre a segunda metade dos anos 1990 até o ano de 2010) e nasceram em um mundo completamente dominado pela tecnologia, pela internet e pelos dispositivos eletrônicos.

A geração Z, cujo nome deriva do termo “zapear”, são jovens conectados com tendência ao imediatismo e que buscam uma capacidade de se envolver em diversas tarefas ao mesmo tempo. Possibilitando aos docentes utilizar as simulações digitais como alternativa para amenizar os efeitos causados pela ausência do uso do laboratório.

Os hábitos de convivência e de consumo da geração Z foram moldados pela tecnologia, tornando-se extremamente acelerados. Dentre os bens mais procurados estão os aparelhos tecnológicos, com os quais os jovens interagem entre si e com o mundo. Libâneo (2012, p. 12) afirma que “começa a fluir uma cultura digital pela qual todos se sentem fascinados ou pressionados a dela participar e adquirir seus produtos, sob pena de tornarem-se obsoletos ou serem excluídos das atividades que realizam”.

Em um esforço para se construir uma ponte entre estes jovens imersos em uma realidade virtual e o ensino da física, diversas iniciativas almejam obter algum sucesso, dentre as quais está a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e de simuladores computacionais, como o Physics Educational Technology (PhET).

Em suma, o PhET é um projeto desenvolvido por Carl Wieman e sua equipe da Universidade de Colorado Boulder, que permite aos alunos o acesso gratuito a simulações em várias áreas para ampliar as possibilidades de aprendizado.

Portanto, esta pesquisa tem como problemática a seguinte indagação: Como o uso de simuladores computacionais no ensino de física, o PhET, contribui de maneira significativa no processo de ensino e aprendizagem no ensino remoto?

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é investigar de que forma os simuladores computacionais, o PhET, contribui no processo de ensino e aprendizagem de Física no Ensino remoto.

Como objetivos específicos estão: analisar a eficácia da utilização do Phet no ensino de Física, especificamente quando se trata do ensino das leis de Newton, averiguar a visão dos discentes sobre o uso das simulações no ensino de Física, conhecer a contribuição dos simuladores no ensino de Física na motivação da aprendizagem dos discentes e comparar a aprendizagem de Física dos educandos com e sem o uso de simulador Phet.

Esta pesquisa é relevante porque auxilia na hipótese de que a geração presente nas escolas brasileiras de Ensino Médio demanda um ensino diferente daquele praticado por anos pelos docentes que reproduzem um sistema de ensino tradicional, e que um método baseado nas preferências desta nova geração em consonância com suas aptidões terá maior aproveitamento em termos de aprendizado na disciplina de Física.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o embasamento teórico da presente pesquisa foram estudados os tópicos relacionados ao atual cenário da educação brasileira, evidenciando os principais problemas em relação ao método de ensino, além de realizar uma abordagem acerca do ensino remoto, expondo os documentos que flexibilizaram este formato de ensino e apresentando características que o diferencia do Ensino a Distância (EAD). A partir desta análise, estão expostas alternativas metodológicas que utilizam Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), com maior ênfase para as simulações do PhET e por fim, será realizado uma explanação sobre as Leis do Movimento de Newton.

### 2.1 CENÁRIO ATUAL DA EDUCAÇÃO

Diariamente o brasileiro recebe um *feedback* negativo sobre os resultados da Educação em seu país. Além dos relatos sobre as dificuldades, a classificação do Brasil no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), é bastante alarmante. De acordo com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2018, dos 79 países participantes, o Brasil ocupava a 66<sup>a</sup> – 68<sup>a1</sup> posição em ciências e a 72<sup>a</sup> – 74<sup>a1</sup> posição em matemática, o que permite a interpretação de uma dificuldade em áreas exatas que envolvem o raciocínio lógico e a conexão com a realidade.

Quando se trata da disciplina de Física, em específico, é bastante comum perceber um alto nível de reprovação, o que, de acordo com Papalia, Olds e Feldman (2013), aumenta o desinteresse pela área que demanda esforço do aluno para compreensão de tópicos abstratos com cálculos matemáticos.

Buscando explicação para o problema no desempenho dos alunos quando expostos à disciplina de Física, discentes e especialistas convergem para criticar o método de ensino tradicional com que trabalham docentes de todo o país. Apesar do esforço empregado pelos entusiastas do método socioconstrutivista, em predomínio no Brasil, os resultados internacionais e nacionais apontam para uma educação de baixa qualidade. O método socioconstrutivista, proposto por diversos autores renomados, como Lev Vygotsky, Jean Piaget e Paulo Freire, falha em proporcionar aos brasileiros uma educação de qualidade (OLIVEIRA, 2002).

---

<sup>1</sup> A variação existe por conta da margem de erro adotada pela pesquisa.

A hipótese que vem se destacando ao longo dos anos para tamanho fracasso está relacionada com a incompatibilidade do método com o jovem que é classificado como um nativo digital, ou seja, aquele que nasce imerso em uma realidade totalmente orientada por instrumentos digitais e utilização da internet (PRENSKY, 2001).

Este aluno da geração Z está familiarizado com ambientes virtuais, ele é capaz de compreender a linguagem iconográfica composta por textos visuais, mas encontra dificuldades no entendimento quando é exposto a um texto verbal (SALES, 2017).

Para esse discente, dotado de habilidades estranhas ao chamado imigrante digital (nascido antes do predomínio virtual) e com dificuldades de aprendizagem pelo uso de uma estratégia obsoleta de ensino, as TDICs podem ser utilizadas de forma eficaz ao longo de sua vida escolar.

Atualmente as TDICs têm sido utilizadas em maior quantidade no processo de ensino e aprendizagem, sobretudo, considerando a implementação do ensino remoto que foi proposto para dar continuidade às aulas presenciais que foram suspensas, buscando sanar os prejuízos na aprendizagem dos discentes.

## 2.2 O ENSINO REMOTO

A Organização Mundial da Saúde (OMS), no dia 11/03/2020 anunciou a situação de pandemia da Covid-19, ou seja, que a classificação da situação mundial do novo Coronavírus (Sars-Cov-2) expressa risco potencial da população mundial ser atingida simultaneamente pela doença infecciosa. Diante desta possibilidade de ameaça à saúde pública, algumas medidas de prevenção foram tomadas, prejudicando diversos setores da sociedade, entre eles está a economia, o emprego, a política e as relações sociais.

Com a necessidade do isolamento social como alternativa para o combate a proliferação do vírus (Sars-Cov-2), o Ministério do Estado da Educação (MEC) por meio da Portaria N° 343, de 17 de março de 2020 resolve substituir as aulas presenciais por aulas em mídias digitais.

Art. 1º Autorizar, em caráter excepcional, a substituição das disciplinas presenciais, em andamento, por aulas que utilizem meios e tecnologias de informação e comunicação, nos limites estabelecidos pela legislação em vigor, por instituição de educação superior integrante do sistema federal de ensino, de que trata o art. 2º do Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017.

§ 1º O período de autorização de que trata o capítulo será de até trinta dias, prorrogáveis, a depender de orientação do Ministério da Saúde e dos órgãos de saúde estaduais, municipais e distrital (BRASIL, 2020).

Devido a perpetuação do cenário de pandemia do Covid-19 e a necessidade da permanência do Isolamento social, o MEC prorrogou a suspensão das aulas pela Portaria Nº 473, de 12 de maio de 2020 e, esta foi revogada pela Portaria Nº 544, de 16 de junho de 2020, que possibilitava a substituição das aulas presenciais por atividades educacionais organizadas através dos meios digitais, até 31 de dezembro de 2020.

As aulas presenciais na rede estadual do Piauí também sofreram suspensão no dia 16 de março de 2020, a partir do Art. 10, do Decreto Nº 18.884 que foi publicado no Diário Oficial do Estado: “Art. 10. Fica determinado a imediata: I – a suspensão, por quinze dias, das aulas da rede pública estadual de ensino” (PIAUÍ, 2020).

O Governo do Estado do Piauí, ainda por meio do Decreto Nº 18.884, de 16 de março de 2020, recomendou a suspensão das aulas nas redes municipais e privadas de ensino, bem como pelas instituições de ensino superior, pública ou privada (PIAUÍ, 2020), devido à crescente notificação dos casos de Covid-19 em todo território nacional.

Com a prorrogação da suspensão das aulas presenciais, o secretário de Estado da Educação do Piauí, resolve por meio da PORTARIA SEDUC-PI/GSE/ADM Nº 115/2020 criar um comitê para elaborar definição de estratégias e diretrizes sobre o regime especial de aulas não presenciais. Portanto, a Secretaria de Estado da Educação do Piauí (SEDUC – PI) propõe o Ensino Remoto como alternativa para as aulas da rede pública durante a interrupção das aulas presenciais.

[...] a partir do dia 13/04, a carga horária correspondente aos dias letivos, alvos de suspensão de atividades presenciais, será realizado por meio de atividades não presenciais/domiciliares, utilizando estratégias de ensino e acompanhamento da aprendizagem de forma remota, organizando as aulas não presenciais [...] (PIAUÍ, 2020).

A flexibilização do ensino remoto no estado foi anunciada por meio de uma normativa que estabelece estratégias e diretrizes sobre o regime especial de aulas não presenciais nas escolas da rede pública Estadual de Ensino. Vale ressaltar que a mesma normativa ainda traz esclarecimento acerca do que seria o ensino remoto.

Quando nos referimos ao ensino remoto, estamos tratando da experiência de ensinar a distância, com o suporte de tecnologias ou não, tanto para disponibilização de conteúdo quanto para acompanhamento dos estudantes em suas atividades propostas (PIAUÍ, 2020).

O ensino remoto ou o Ensino Remoto Emergencial (ERE) como alguns autores costumam chamar, é uma forma de ensino temporário, emergencial e acessível, que almeja dar sequência às aulas buscando sanar os prejuízos na aprendizagem dos discentes. É o ensino que ocorre à distância, ou seja, professores e alunos separados fisicamente e com as aulas mediadas por TDICs, por isso, ele acaba sendo denominado de ensino EAD. Nessa perspectiva, Hodges. et al. (2020) define o ERE como:

O ensino remoto de emergência (ERT) é uma mudança temporária da entrega instrucional para um modo de entrega alternativo devido às circunstâncias de crise. Envolve o uso de soluções de ensino totalmente remotas para instrução ou educação que de outra forma seriam entregues presencialmente ou como cursos misturados ou híbridos e que retornarão a esse formato assim que a crise ou a emergência diminuam (HODGES. et al. 2020).

O ERE faz menção somente a mudança do espaço físico para o remoto, em muitos casos os docentes utilizam as mesmas metodologias do ensino presencial. Já o ensino EAD exige um planejamento a mais e até mesmo alterações nas metodologias de ensino. O Art. 1º do Decreto Nº 9.057, de 25 de maio de 2017 conceitua esta modalidade de ensino.

Art. 1º Para os fins deste Decreto, considera-se educação a distância a modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorra com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com pessoal qualificado, com políticas de acesso, com acompanhamento e avaliação compatíveis, entre outros, e desenvolva atividades educativas por estudantes e profissionais da educação que estejam em lugares e tempos diversos (BRASIL, 2017).

Enquanto na modalidade EAD o processo é realizado em conjuntos com vários profissionais, como professor conteudista, produtor multimídia, gestor de Ambiente Virtual de Aprendizagem, além de outros. No ERE na maioria dos casos, o docente é o único responsável por todo o encadeamento da relação ensino-aprendizagem, além do mais, na transição do ensino presencial para o remoto algumas instituições de ensino não capacitaram os professores para o manuseio de recursos tecnológicos.

Silveira apresenta alguns fatores que diferencia o ERE do EAD:

o ensino remoto, devido à pandemia da COVID-19, está sendo aplicado como forma emergencial, para dar conta de uma situação até então inesperada, ou seja, os Projetos Pedagógicos das Instituições de Ensino e de seus respectivos cursos não foram construídos para dar conta da modalidade de EaD, a fim de estruturar o currículo e os processos de ensino e de aprendizagem nesta modalidade diferenciada. Desta forma, os professores estão apenas utilizando as TDICs como meio, mantendo as mesmas metodologias de ensino utilizadas no ensino presencial, baseadas, quase que em sua

totalidade, na transmissão de conhecimentos, por meio de aulas expositivas e exercícios para fixação do conteúdo (SILVEIRA, 2020, p. 38).

O WhatsApp, Google Classroom, Google Meet, Zoom, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) entre outros estão entre as TDICs mais usadas no processo do ensino remoto. Algumas destas ferramentas além de permitir atividades e videoaulas possibilitam a interatividade entre docente e discente em tempo real por meio de reuniões *online* e/ou conferências.

### 2.3 TICs COMO APOIO À EDUCAÇÃO

Conforme apresenta os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2002, p. 229-230).

A escola não pode ficar alheia ao universo informatizado se quiser, de fato, integrar o estudante ao mundo que o circunda, permitindo que ele seja um indivíduo autônomo, dotado de competências flexíveis e apto a enfrentar as rápidas mudanças que a tecnologia vem impondo à contemporaneidade.

É notório que o Ensino Médio brasileiro vem se alterando em diversos fatores, dentre estes, pode-se destacar o avanço das novas tecnologias. De acordo com os PCNs a escola deve inserir no cotidiano o uso das ferramentas tecnológicas afim de integrar os discentes ao mundo contemporâneo.

O Ensino Médio no Brasil está mudando. A consolidação do Estado democrático, as novas tecnologias e as mudanças na produção de bens, serviços e conhecimentos exigem que a escola possibilite aos alunos integrarem-se ao mundo contemporâneo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho (BRASIL, 2000, p.5).

Os PCNs (BRASIL, 1999, p. 23) fomentam ainda a necessidade de a disciplina de Física não ficar de fora dessa inclusão das tecnologias. “É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional.”

Além dos PCNs, Souza (2015) também defende a incrementação das tecnologias na educação em todas as disciplinas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Busca-se introduzir este recurso tecnológico atual e de uso crescente, com mais uma ferramenta que poderá auxiliar o processo ensino aprendizagem. Além de tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes os recursos tecnológicos são um poderoso aliado

em diversas disciplinas. A exemplo temos as simulações computacionais que possuem um grande apelo visual despertando a curiosidade e a vontade de aprender coisas novas. Propicia a visualização de características dos fenômenos físicos reais ou ideacionais e permite que o aprendiz modifique condições para melhor observação e análise (SOUZA, 2015, p. 8).

Com isso, os docentes não podem lançar mão das TICs em sala de aula para amenizar as dificuldades de aprendizagens dos seus alunos, ao motivá-los com uma ferramenta familiar, fazendo com que eles se sintam engajados com seu próprio processo educativo.

Dentre estes recursos tecnológicos que podem ser empregados no processo de ensinar, sobretudo a física, as simulações virtuais são as mais utilizadas pelo fato de atuar como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um grande número de variáveis envolvidas (COELHO, 2002).

Para Medeiros e Medeiros (2002) as simulações virtuais são exemplos de TICs e estas fazem com que os alunos se sintam dentro de uma experiência prática que valida os conhecimentos teóricos discutidos em aula, gerando engajamento e proatividade com relação à proposta de aula. Ao se tratar de Física, que lida com um objeto que não se apresenta de forma concreta ao estudante, por exigir deste, uma capacidade de abstração, e a utilização de ferramentas computacionais pode otimizar o trabalho do professor, levando uma representação dos fenômenos físicos ao aluno para melhorar seu entendimento.

Na Física existe muitos fenômenos abstratos e complexos, por isso muitas vezes os professores encontram problemas em explanar estes fenômenos, visto que, apenas pelos recursos didáticos tradicionais (quadro, pincel, apagador), são difíceis de serem imaginados e/ou observados em sala de aula, por isso, deve-se usar as simulações afim de proporcionar condições para os discentes observar fenômenos abstratos e complexos. (VERAS, 2018)

Sobre o uso das simulações como recurso didático para o ensino, Souza (2015) comenta.

Acreditamos que as simulações computacionais são recursos pedagógicos valiosos que facilitam a aprendizagem e podem auxiliar a desmistificar a imagem a física no âmbito escolar, como uma disciplina difícil, que contém apenas fórmulas, um ramo da Matemática. Outro ponto que devemos salientar é familiaridade e o interesse desta geração atual de estudantes com aplicativos e atividades computacionais que geralmente fazem parte do cotidiano de muitos (SOUZA, 2015, p.19).

Medeiros e Medeiros (2002) também fomenta a importância do uso das simulações computacionais para ensino de conceitos altamente abstratos.

É verdade que uma boa simulação pode comunicar melhor que imagens estáticas, ou mesmo do que uma sequência delas, ideias sobre movimentos e processos em geral. Nisso se fundamenta, basicamente, a decantada superioridade das representações computacionais às aquelas contidas nos livros didáticos (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 81).

Uma outra vantagem dos simuladores consiste em permitir que os alunos realizem suas próprias simulações, atuando de forma independente na busca e construção do conhecimento a partir delas. Para Moreira (1999, p.15) “Essa prática é uma alternativa para facilitar o aprendizado”.

Dentre os vários aplicativos e programas de simulações disponíveis para o uso, este trabalho aborda simulações da plataforma PhET. E contém várias simulações nas áreas de ciências e matemática, além de permitir o download de todas as simulações.

## 2.4 PhET

O *Physics Educational Technology* (PhET) é um projeto da Universidade de Colorado Boulder fundado no ano de 2002 por Carl Wieman, renomado físico norte americano e vencedor do Prêmio Nobel de Física. Wieman, Perkins e Adams (2008), afirmam que o PhET permite a criação de simulações interativas de forma gratuita, todas baseadas na experiência em educação dos autores para a oferta de um ambiente envolvente e intuitivo capaz de permitir o aprendizado por meio da exploração e da descoberta.

Desta forma, as simulações PhET se diferenciam do ensino tradicional por ter como objetivo a oferta de maior autonomia ao educando que alcança seu aprendizado por meio da exploração dos ambientes simulados, o que faz com que ele consolide seus conhecimentos por construir seus próprios significados e entendimentos.

O PhET está disponível originalmente no endereço eletrônico: <https://phet.colorado.edu/> tendo sua versão em português ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)), ele oferta simulações nas áreas de Física, Química, Matemática, ciências da Terra e Biologia. A Figura seguinte mostra a tela inicial do PhET em português.

Figura 1 – Página Inicial do PhET Versão em Português



Fonte: print screen adaptado de [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/).

As simulações de cada área são divididas em subáreas, na Física apresentam-se as seguintes seções: Movimento; Som & Onda; Trabalho, Energia & Potência; Calor & Termometria; Fenômenos Quânticos; Luz & Radiação e Eletricidade, Ímãs & Circuitos (Figura 2). O software pode ser usado *on-line* ou baixado para o computador, permitindo o uso em *off-line*.

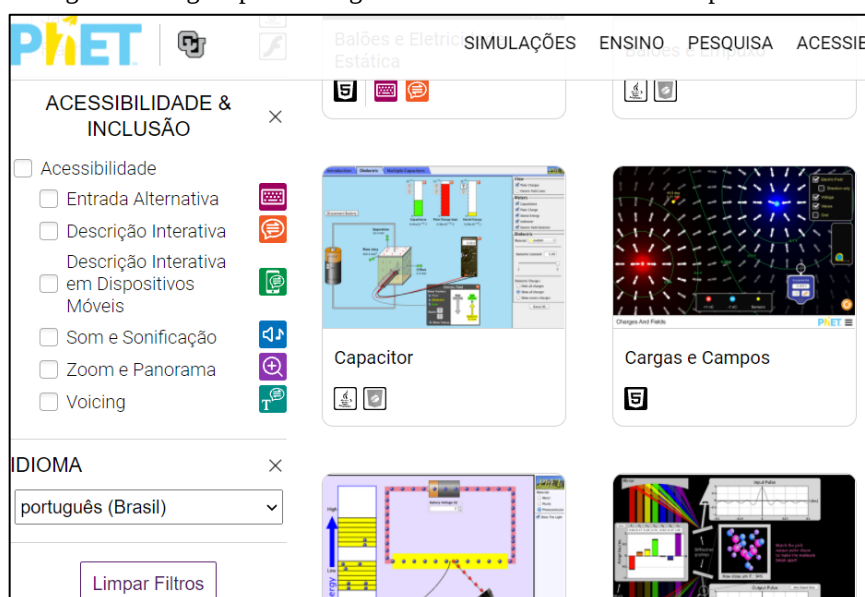
Figura 2 – Página Inicial para Escolha do Ramo da Física



Fonte: print screen adaptado de [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid).

Inicialmente após a escolha da matéria, as simulações são apresentadas em ordem alfabética podendo ser modificada para a alfabética invertida e para as mais recentes. Além das áreas e subáreas, as simulações podem ser filtradas por nível de ensino (Primário, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Universidade), pela compatibilidade (HTML5, Java via CheerpJ, Java e Flash), por acessibilidade e Inclusão (Entrada Alternativa, Descrição Interativa, Descrição Interativa em Dispositivos Móveis, Som e Sonificação, Zoom e Panoramas e Voicing) e por idiomas (Figuras 3 e 4).

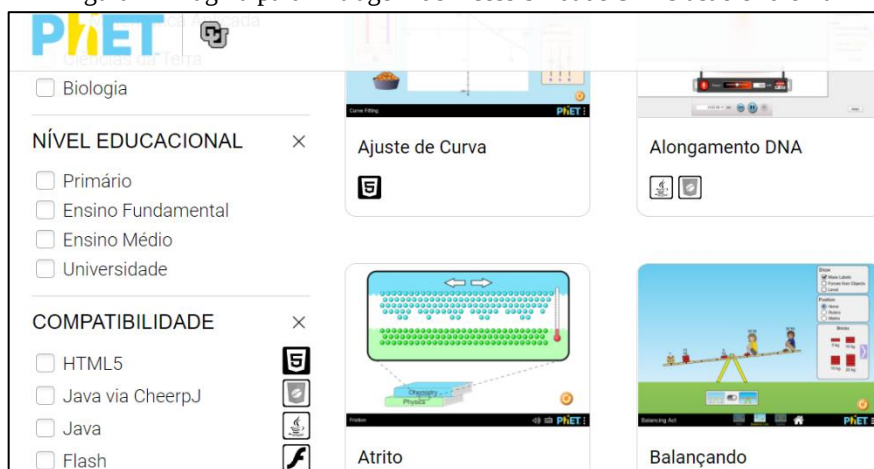
Figura 3 – Página para Filtragem de Nível Educacional e Compatibilidade



Fonte: print screen adaptado de

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid).

Figura 4 – Página para Filtragem de Acessibilidade & Inclusão e Idioma



Fonte: print screen adaptado de

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid).

Uma qualidade marcante do PhET e que difere dos demais simuladores educacionais é a realização de pesquisas com estudantes antes da inserção de qualquer simulação no site.

O grupo do PhET possui uma abordagem baseada em pesquisa, na qual as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no sítio. As entrevistas realizadas com diversos estudantes são fundamentais para o entendimento de como eles interagem com simulações e o que as torna efetivas educacionalmente (ARANTES, MIRANDA E STUDART, 2010, p.3).

Estas entrevistas visam compreender o envolvimento e a interação dos discentes com essas ferramentas de aprendizagem, analisar a existência ou não da eficiência das simulações em vários ambientes de aprendizagem e quais são as características marcantes que torna o PhET eficaz. Somente após a realização das pesquisas que analisam e avaliam as simulações é que elas são inseridas no site.

Para Arantes, Miranda e Studart (2010), o docente ao utilizar o simulador pode variar na sua aplicabilidade, utilizando-a em aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa e como laboratório.

Sobre o uso das simulações do PhET em aulas expositivas, Arantes, Miranda e Studart (2010, p.3) comentam sua função e sua principal contribuição: “As simulações podem servir como demonstrações em aulas expositivas. Nesse caso, a principal contribuição consiste em visualizar conceitos abstratos como fótons, elétrons, linhas de campo, etc”.

Além de permitir a visualização de conceitos não concretos, algumas simulações do PhET possibilitam a construção de gráficos em tempo real, na medida que o docente interage com os alunos. A Figura 5 mostra um exemplo de simulação que permite este aparato a mais.

Figura 5 – Simulação Energia na Pista de Skate: Básico



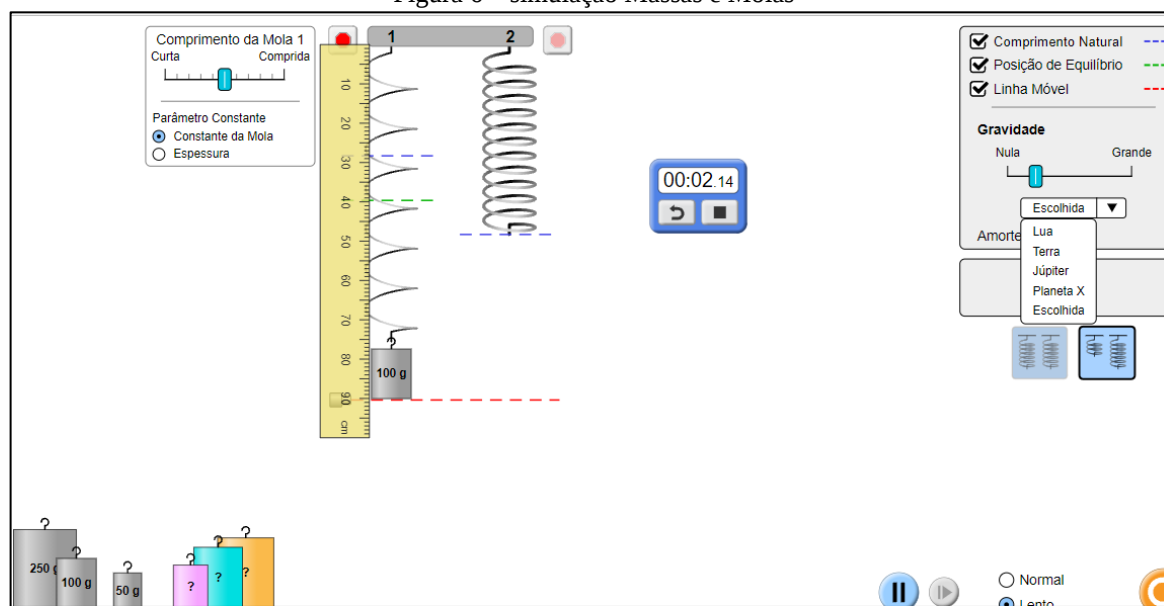
Fonte: print screen adaptado de [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt_BR).

A Figura anterior exhibe a simulação Energia na Pista de Skate: Básico, onde pode-se observar a existência de gráficos que expõe em tempo real a variação da energia cinética, potencial, térmica e o total das energias, ou seja, a somatória das energias presentes na situação demonstrada na simulação.

O software é de fácil manuseio e dispõe de múltiplas ferramentas (Figura 6) para facilitar a aprendizagem dos discentes sobre conceitos virtuais, como comenta Soares, (2013):

Para ajudar os alunos a compreender conceitos virtuais, as simulações PhET animam o que é invisível ao olho através de gráficos e controles intuitivos, tais como clicar e arrastar a manipulação, controles deslizantes e botões de rádio. A fim de incentivar ainda mais a exploração quantitativa, as simulações também oferecem instrumentos de medição, incluindo réguas, cronômetros, voltímetros e termômetros. À medida que o usuário manipula essas ferramentas interativas, as respostas são imediatamente animadas, assim ilustrando efetivamente as relações de causa e efeito, bem como várias representações relacionadas (movimento dos objetos, gráficos, leitura de números, etc).

Figura 6 – simulação Massas e Molas



Fonte: print screen adaptado de [https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_pt_BR.html).

A simulação Massas e Molas mostrada na Figura 6 dispõe de várias opções de alteração e/ou incrementação de novos aparatos, tais como: modificação da constante, comprimento e espessura da mola, na gravidade (nula a grande), no local de acontecimentos da experiência (Lua, Terra, Júpiter, Planeta X e Escolhida), nos pesos a serem inseridos nas molas, além de adicionar linha (Comprimento Natural, Posição de Equilíbrio e Móvel), régua, cronômetro e demais funções.

Nas atividades em grupos, recomenda-se que os alunos formem duplas, posterior o professor deverá passar um roteiro estruturado que irá permitir investigar os fenômenos, explorando todo potencial da simulação. Com a utilização desta prática, espera-se que os discentes se sintam encorajados a explorar o comportamento da simulação e questionar suas ideias. (ARANTES, MIRANDA e STUDART, 2010)

Para a realização da atividade em casa, as simulações do PhET vão representar uma estratégia que possibilite ao estudante rever o conteúdo que foi abordado em aula e ao professor a introdução de um novo assunto. Já na estratégia laboratorial, o PhET irá atuar na redução de laboratórios, visto que a maioria das escolas brasileiras não dispõem deste ambiente e as que possuem, em muitos casos, são laboratórios sem equipamentos qualificados e/ou uma equipe de apoio técnico, impossibilitando assim a realização de experimentos. (ARANTES, MIRANDA e STUDART, 2010)

Alunos de ensino médio são, para Makuch e Martins (2018), um público bastante aderente ao que o PhET consegue entregar, já que suas simulações se apresentam de forma dinâmica, com usabilidade intuitiva e aparência lúdica.

Os autores do próprio PhET destacam seu entendimento com relação ao potencial de aprendizado permitido por sua ferramenta.

Descobrimos que os alunos não conseguem entender a ciência na simulação apenas observando. Eles devem interagir ativamente com a simulação. A maior parte do aprendizado ocorre quando ao estudante se faz perguntas que guiam sua exploração da simulação e sua descoberta das respostas. Quando os alunos se envolvem em uma exploração tão autônoma, aprendem melhor. Por exemplo, estudantes não-científicos sem conhecimento prévio de física são capazes de fornecer explicações muito boas de uma onda eletromagnética depois de menos de uma hora interagindo com a simulação de “Ondas de rádio” (WIEMAN; ADAMS; PERKINS, 2009, p. 683, traduzido pelo autor).

De acordo com os autores, em geral os alunos possuem dificuldades em aprender conceitos a partir da observação, e devem, portanto, interagir de forma ativa com a simulação. O envolvimento de forma autônoma leva a um aprendizado de melhor qualidade, permitindo a compreensão de fenômenos físicos com pouco tempo de observação e manipulação dos parâmetros disponibilizados pela simulação.

Uma possível forma de utilização das simulações disponibilizadas pelo PhET é no estudo das Leis de Newton, tópico de fundamental importância para o entendimento da Física no ensino básico.

## 2.5 AS LEIS DE NEWTON

As Leis de Newton nos permitem solucionar inúmeros problemas de fenômenos mecânicos, além de trazer uma compreensão sobre forças, como ressaltam Tipler e Mosca:

As leis de Newton do movimento são ferramentas que nos permitem analisar uma grande variedade de fenômenos mecânicos. Mesmo que já tenhamos uma idéia intuitiva de força como um empurrão ou puxão, conforme os exercidos por nossos músculos ou por elásticos esticados e molas, as leis de Newton nos permitem refinar nossa compreensão sobre forças (TIPLER, MOSCA, 2017, p.93).

Zilio e Bagnato (2002, p.54-55) também fomentam sobre a variedade de problemas que são solucionados a partir destas três Leis: “As leis de Newton são as leis básicas da Mecânica Clássica. Em princípio, qualquer problema de dinâmica pode ser resolvido através de sua aplicação”. Estas leis foram publicadas pela primeira vez por Issac Newton (1642-1727), no ano de 1687 em sua obra de três volumes escrita em latim e intitulada *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*<sup>2</sup>.

As forças podem ser de contatos ou ação a distância como mostram respectivamente as Figuras 7 e 8. A primeira classe de força, como o próprio nome diz ocorre por meio do contato entre corpos. Já a segunda classe, também conhecida como força de campo, ocorre independentemente do contato entre os corpos. São exemplos da força a distância: força gravitacional, força magnética e elétrica. (TIPLER, MOSCA, 2017).

Figura 7 – Força de contato.



Fonte: Disponível em: <https://pt.vecteezy.com/artes-vetorial/125030-homem-do-vetor-empurrando-um-carro>

Figura 8 – Força de ação a distância



Fonte: Disponível em: <http://eletercidade.blogspot.com/2012/09/processo-de-eletrizacao.html>

<sup>2</sup> Princípios Matemáticos da Filosofia Natural

“As forças que, macroscopicamente, nos parecem ser forças de contato são, na realidade, forças elétricas de ação a distância”. (SAMPAIO; CALÇADA, 2005, p.233). As forças de contato do ponto vista microscópico são na realidade força de campo de natureza elétrica. Quando dois corpos estão a uma distância muito pequena, os átomos de um dos corpos exercem uma força de repulsão muito intensa sobre o outro corpo.

Segundo Sampaio e Calçada (2005) para Newton, não há diferença entre corpos sublunares e supralunares; como também não existe diferença de movimentos naturais e violentos. Segundo eles, todos os corpos do universo devem obedecer às mesmas leis dos movimentos. Para conhecer o movimento de qualquer corpo do universo, basta apenas conhecer as forças que atuam neste corpo e aplicar as leis do movimento.

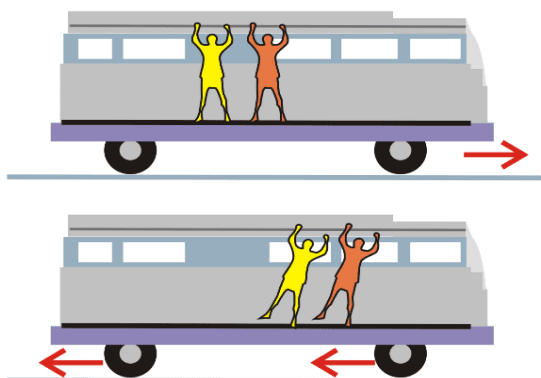
Anos depois, Albert Einstein mostrou que a mecânica newtoniana não é válida para situações em que as velocidades dos corpos envolvidos são tão elevadas quanto a da luz e nem para corpos pequenos de dimensões atômicas ou subatômicas (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2012).

### **2.5.1 Primeira Lei de Newton**

Antes das Leis de Newton, os cientistas acreditavam que era necessário haver uma “força” para manter um corpo em movimento com velocidade constante. E que o “estado natural” de um corpo seria apenas quando estivesse em repouso. Newton percebeu que em algumas situações o corpo permanecia em movimento constante mesmo sem ser impulsionado por empurros ou puxões.

Newton logo concluiu que esta perpetuação do movimento constante sem “forças” ocorreria devido uma propriedade da matéria, a esta particularidade, ele denominou de inércia. Logo, os corpos se opõem a variação de velocidade, ou seja, resistir a aceleração pela sua característica inercial. Um exemplo de resistência a alternância da aceleração pode ser observado na Figura a seguir.

Figura 9 – Passageiros arremessados para frente em relação ao ônibus por inércia.



fonte: <https://descomplica.com.br/blog/materiais-de-estudo/resumo/quais-sao-as-leis-de-newton-e-como-sao-aplicadas/>

Um ônibus em movimento retilíneo uniforme (MRU), em relação ao solo, quando freado todos os passageiros são jogados para frente. Isso ocorre porque as pessoas que estão dentro do ônibus possuem as mesmas características de movimentos desse automóvel, e por inércia tendem a continuar o movimento.

A primeira Lei de Newton, ou Lei da inércia, nos diz que um corpo quando não existe forças atuando sobre ele, ou a somatória das forças que atua sobre o mesmo é nula, nestas circunstâncias, o corpo fica como está, ou seja, parado se estiver parado, em movimento se estiver em movimento (retilíneo uniforme).

Pietrocola (2010, p. 264) define a primeira Lei de Newton como: “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele”.

É muito comum em salas de aulas da Educação Básica e até mesmo de Ensino superior ensinar que a primeira Lei de Newton é apenas uma particularidade da segunda. Porém isto é um erro como afirma Rocha:

[...]é comum ensinar-se nas salas de aula das universidades que a primeira lei é um caso particular da segunda, quando a força impressa é nula. Trata-se de um simplismo que apaga da vida de Newton vinte anos de penoso trabalho. O sábio inglês, possuidor de uma das mais poderosas mentes da história da humanidade, não a teria mantido se fosse um mero “*caso particular*” (ROCHA, 2002, p. 59).

Muitos praticam este erro ao lecionar as Leis de Newton, em virtude que a primeira Lei descreve a configuração do comportamento de um corpo em que sua força resultante é nula, já a segunda realiza a descrição contrária. Ao praticar tal ação, o educador está desconsiderando 20 anos de reflexão e estudos gastos por Newton para formulação da lei da inércia.

## 2.5.2 Segunda Lei de Newton

As forças, além de intensidades possui direção e sentido, ou seja, são grandezas vetoriais, que podem ser combinadas seguindo as regras vetoriais, ocasionando a força resultante, como descrevem Halliday, Resnick e Walker:

Isso significa que quando duas ou mais forças atuam sobre um corpo podemos calcular a **força total** ou **força resultante**, somando vetorialmente as forças. Uma única força com módulo e a orientação da força resultante tem o mesmo efeito sobre um corpo que todas as forças agindo simultaneamente. Este fato é chamado de **princípio de superposição para forças** (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2012, p. 92).

Esta soma vetorial das forças é descrita matematicamente na equação a seguir. Sendo  $f_{res}$  a força resultante e  $f_1$ ,  $f_2$  e  $f_n$  as forças individuais.

$$\vec{f}_{res} = \vec{f}_1 + \vec{f}_2 + \dots \vec{f}_n \quad \text{equação 1}$$

A segunda Lei de é conhecida também como o Princípio Fundamental da Dinâmica, e é a única que tem uma equação matemática na sua descrição. A mudança de um movimento de um corpo é proporcional à resultante das forças que atua sobre ele. Sua versão original diz “A variação do movimento de um corpo é proporcional à ação efetiva das forças aplicadas e se dá na mesma direção da força resultante” (PIETROCOLA, 2010, p. 266).

De acordo com esta Lei, todo corpo precisa de uma força resultante diferente de zero para alterar seu estado de movimento. Logo um objeto em repouso só ganhará movimento quando lhe for aplicado uma força. O mesmo ocorre na situação contrária, um objeto estando em movimento só entrará em repouso com a aplicação de forças.

A força resultante, ou seja, a somatória das forças que atua sobre um corpo é proporcional ao produto da sua massa inercial com aceleração adquirida pelo mesmo.

$$\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \text{equação 2}$$

$$\vec{f}_{res} = m\vec{a} \quad \text{equação 3}$$

A equação 2 apresenta a força resultante em termos da relação diferencial, onde  $p$  é a quantidade de movimento de um corpo. Já a equação 3 fomenta em termos da aceleração como é mais conhecida.

Quando o corpo estiver em movimento retilíneo uniforme ou em repouso, a somatória da força será nula. No Sistema Internacional de medidas, as forças são medidas em Newtons (N), mas para essa medição ser feita em N é necessário que a aceleração esteja em  $m/s^2$  e a massa em Kg.

### 2.5.3 Terceira Lei de Newton

A terceira e última lei de Newton é conhecida como lei da ação e reação. As duas primeiras leis relacionam força com movimento, já esta, descreve a força a partir da interação entre dois corpos. Essa lei é descrita por (PIETROCOLA, 2010, p. 271) da seguinte forma: “A toda ação existe uma reação de mesma intensidade e direção, mas de sentido oposto”.

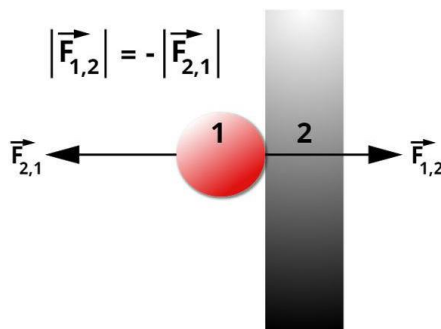
Sobre a terceira Lei, Tipler e Mosca explica:

A terceira lei de Newton descreve uma importante propriedade das forças: forças sempre ocorrem aos pares. Por exemplo, se uma força é exercida sobre um corpo A, deve existir um outro corpo B que exercer a força. A terceira lei de Newton afirma que estas forças são iguais em magnitude e opostas em sentido. Isto é, se o objeto A exerce uma força sobre o objeto B, então B exerce uma força de mesma intensidade e sentido oposto sobre A. (TIPLER, MOSCA, 2017, p. 108)

Vale destacar que estas forças vão agir aos pares, não existe ação sem reação e nem reação sem ação. O fato de ação e reação terem o mesmo módulo não implica que terão a mesma aceleração, pois de acordo com a segunda lei de Newton, a aceleração vai depender da respectiva massa de cada corpo. (GASPAR, 2010).

A figura 10 mostra a ilustração dessa lei.

Figura 10 – Ilustração da Terceira Lei de Newton.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/leis-newton.htm>

A força que o corpo 1 faz no corpo 2 ( $F_{1,2}$ ). É equivalente, em módulo e em direção à força que o corpo 2 faz sobre o corpo 1 ( $F_{2,1}$ ), sendo diferente somente o sentido. Por isso, o sinal negativo. Gaspar, (2010, p. 122) complementa a ideia dizendo: “Se um corpo A exerce uma força sobre um corpo B, o corpo B exerce sobre o corpo A uma força de mesmo módulo e direção, mas de sentido contrário”.

As forças ação e reação ocorrem em corpos distintos e, portanto, não se cancelam. Um exemplo desta lei está no nosso caminhar sobre uma superfície, à medida que o pé empurra o solo para trás, o solo empurra nosso pé para frente com a mesma força que o pé fez.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CAMPO DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido no Centro Estadual de Tempo Integral (CETI) Nossa Senhora do Patrocínio, em turmas de 1º ano do Ensino Médio, localizada na cidade de Pio IX Piauí.

A escola foi criada pela Lei 365 em 21 de junho de 1980, com o nome inicial de Unidade Escolar Municipal DRA. Maria Dalci de Oliveira Maia Arrais, e como forma de homenagear a padroeira da cidade, em 14 de abril de 1989, a referida escola passa a denominar-se Nossa Senhora do Patrocínio. Em média, cerca de 570 alunos estão matriculados nesse CETI, por isso, para atender a demanda, além da própria sede, a instituição conta com mais quatro anexos.

Atualmente o CETI Nossa Senhora do Patrocínio funciona nos três turnos (manhã, tarde e noite) ofertando Ensino Médio Integral e Regular, Pré-enem, e cursos concomitantes como Secretariado e Cooperativismo, através da Mediação Tecnológica. A escola tem como missão assegurar um ensino de qualidade, garantindo o acesso e a permanência dos alunos na Escola, formando cidadãos críticos e conscientes preparados para o exercício da vida profissional e para os desafios do mundo tecnológico.

#### 3.2 ASPECTOS ÉTICOS E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A presente pesquisa foi devidamente cadastrada na Plataforma Brasil, tendo o seguinte número de Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 51825621.5.0000.5211 e analisada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Integral Diferencial<sup>3</sup> (FACID), seguindo as resoluções do Conselho Nacional de Saúde, como a 196/96 e suas complementares, entre elas a 466/2012.

É importante salientar que o estudo só se iniciou após a aprovação do Comitê de Ética. Por serem alunos menores de idade, um dos responsáveis legais de cada discente autorizou a participação do mesmo por meio do documento Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), além do consentimento do representante legal, os próprios alunos foram indagados

---

<sup>3</sup> A pesquisa não foi analisada pelo comitê de Ética da instituição proponente, o IFPI, devido no momento em que foi registrada na Plataforma Brasil o comitê de Ética do IFPI estar temporariamente desativado, por isso a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) fez encaminhamento da pesquisa para ser avaliada pelo comitê de Ética da FACID.

sobre o desejo de participar, ou não, da pesquisa pelo Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), ambos documentos foram assinados em duas vias sendo que uma ficou com o participante e outra com o pesquisador responsável.

Pelos termos TCLE e TALE representantes legais e discentes foram informados respectivamente sobre o procedimento metodológico, a não obrigatoriedade de ser voluntário na pesquisa, da retirada da participação a qualquer momento sem a necessidade de uma justificativa, foram esclarecidos também o direito ao acesso dos resultados, dos riscos e a garantia ao ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os questionários foram respondidos por 29 alunos, sendo 16 do 1º ano A e 13 do 1º ano B do Ensino Médio da referida escola, os questionários tiveram questões abertas e fechadas, sendo respondidos de forma individual e sem nenhuma identificação para que suas identidades sejam preservadas, desta forma não ocorreu nenhum risco quanto a revelação dos participantes da pesquisa.

### 3.3 COLETA DAS INFORMAÇÕES

Os dados da pesquisa foram coletados, organizados e analisados para que apresentem de forma clara todos os resultados expostos nesta pesquisa, sem interferência do pesquisador, evitando assim sua influência em relação aos resultados a partir de questionários a serem respondidos pelos alunos da escola.

Este estudo é de caráter bibliográfico e de campo, utilizando o método qualitativo, sendo também de caráter descritivo.

Todo trabalho científico é preciso fazer um levantamento de referências teóricas já analisadas. Esta pesquisa será embasada em estudos bibliográficos, onde serão analisados alguns artigos e monografias da internet, bem como alguns autores e livros que defendem a importância das simulações digitais com o uso do PhET para o ensino e aprendizagem das Leis de Newton na escola supracitada na cidade de Pio IX, no Piauí.

Sendo assim, (Fonseca, 2002, p. 32) diz:

Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existe, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou reconhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta.

Quanto ao estudo qualitativo, ele é relevante na pesquisa científica e aplicado de forma eficiente, sendo considerado indispensável na obtenção de dados concretos.

Para Minayo (2001), a partir da pesquisa qualitativa podemos conhecer as singularidades dos educandos, porque ela traz um universo de possibilidades, particularidades e significados. Desta forma a autora diz:

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificada. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 2001, p. 07).

A relevância do método qualitativo explica o porquê dos fatos sem a intenção de quantificar motivos e valores. Desta forma percebe-se a relevância de trabalharmos com essa vertente considerada importante nos trabalhos científicos.

Segundo Marconi e Lakatos (2010, p. 169), “A pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para qual se procura uma resposta ou de uma hipótese de que se queira comprovar[...]” desta maneira a pesquisa de campo dará ao pesquisador os dados e conhecimentos necessários sobre o referido tema do trabalho.

A realização da intervenção desse estudo iniciou-se com uma chamada via Google Meet para dialogar com a diretora e a professora da disciplina de Física, expondo o que se pretendia pesquisar e como seria os procedimentos metodológicos, para assim, pedir autorização para realizar a pesquisa no referido local.

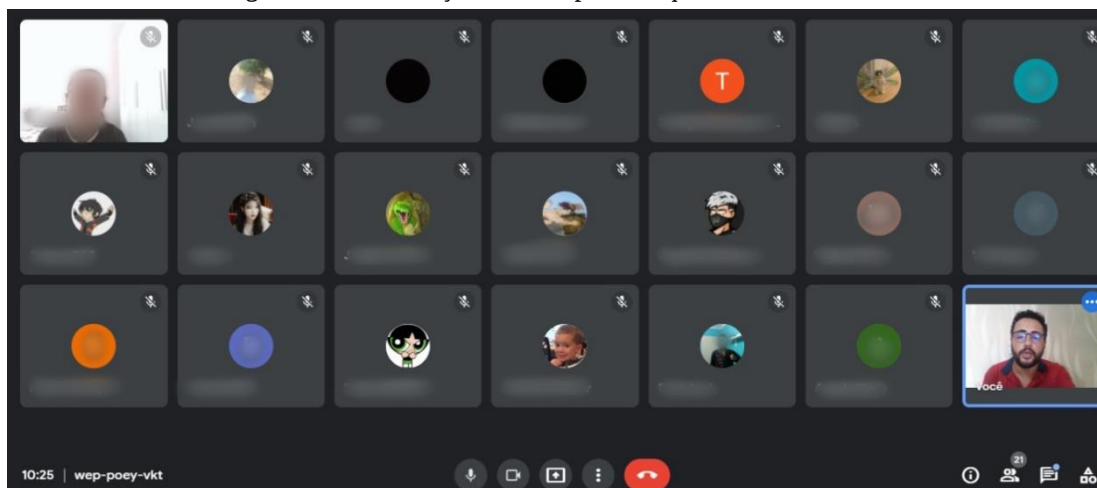
Após a permissão escolheu-se as turmas, sendo os 1º Anos A e B, vale destacar que em ambas turmas, a matéria Física é lecionada pela mesma professora. Durante duas semanas ocorreram a explanação da pesquisa, apresentação do TCLE e TALE para os discentes e a observação em aulas com intuito de se familiarizar com as turmas, além de gerar entrosamento e confianças nos alunos. (Figura 11)

Figura 11<sup>4</sup> – Observação de Aula

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Algumas vezes, a professora juntou as duas turmas para lecionar, como é o exemplo da imagem, as aulas observadas e realizadas foram executadas pelo Google Meet e duravam aproximadamente 45 minutos.

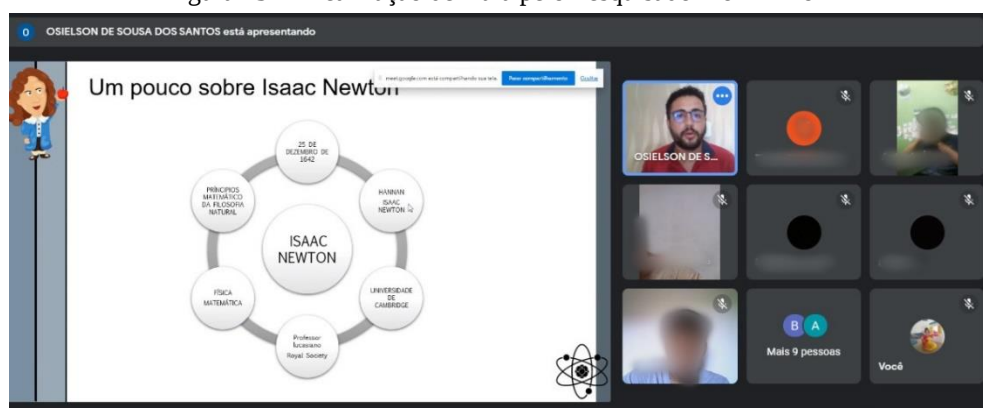
Foi realizado remotamente uma aula em cada turma, como mostra as Figuras 12 e 13, para abordagem do conteúdo: Leis de Newton. O assunto foi trabalhado usando os seguintes materiais produzidos pelo idealizador deste estudo: Slides e resumos. Entretanto na turma do 1º Ano A teve o acréscimo do PhET como ferramenta auxiliadora e facilitadora no processo de ensino aprendizagem referente a temática citada.

Figura 12<sup>4</sup> – Realização de Aula pelo Pesquisador no 1º Ano A

Fonte: Arquivo do próprio autor.

<sup>4</sup> A figura foi adaptada para evitar a revelação das identidades dos adolescentes como exige a lei 8.869/90. (Estatuto da Criança do Adolescente – ECA)

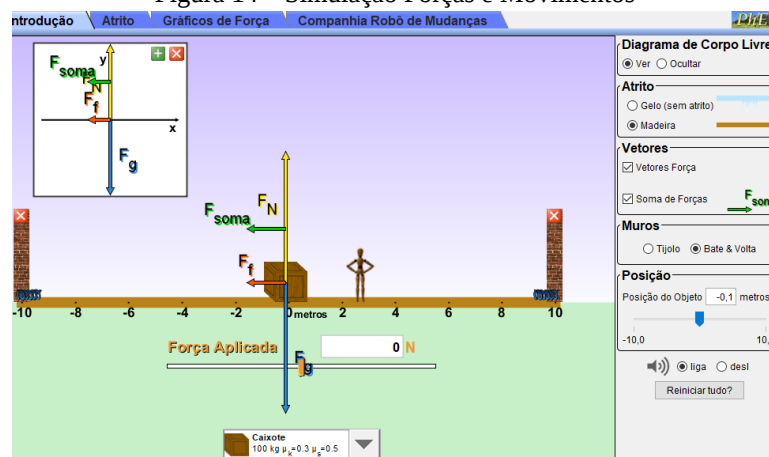
Figura 13<sup>4</sup> – Realização de Aula pelo Pesquisador no 1º Ano B



Fonte: Arquivo do próprio autor

A simulação Forças e Movimentos (Figura 14) foi utilizada na abordagem da primeira Lei de Newton, com o intuito de despertar nos discentes do 1º ano A uma curiosidade acerca da mudança de configuração do movimento de um caixote em duas situações: quando a soma de suas forças for diferente de zero ou quando for nula.

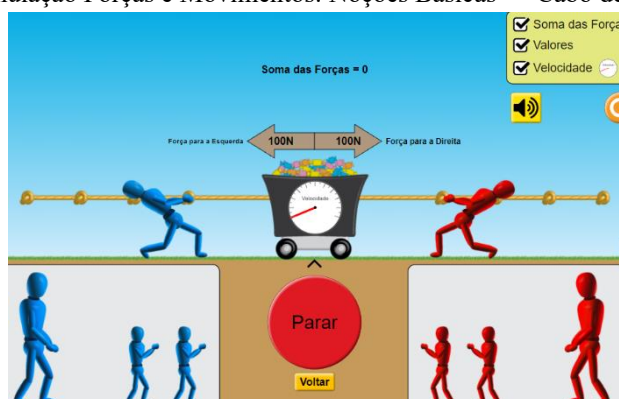
Figura 14 – Simulação Forças e Movimentos



Fonte: print screen adaptado de [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=forces-and-motion&locale=pt_BR)

Na Figura 14, pode ser observado pelo diagrama, que a força resultante que atua sobre o caixote é diferente de zero, logo assim, cessará seu movimento, na opção de atrito, modificou a superfície para gelo sem atrito e repetiu a simulação, nesta nova configuração a força resultante que atua sobre o caixote será nula a permanência do movimento do mesmo. Força e Movimentos: Noções Básica (Figura 15) foi outra simulação do PhET utilizada na abordagem da primeira lei de Newton.

Figura 15 – Simulação Forças e Movimentos: Noções Básicas → Cabo de Guerra



Fonte: print screen adaptado de [https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html).

O tamanho dos bonecos está associado a intensidade da força, ou seja, quanto maior o boneco, sua força será mais intensa. A simulação foi realizada em duas configurações: a primeira com bonecos de tamanhos iguais e em seguida, diferentes. A ideia era que os alunos, a partir do comportamento do estado do caixote, percebessem que um corpo está em repouso e é submetido a ação de forças, tal qual, a somatória das forças é nula, o corpo permanecerá em repouso como descreve a primeira lei de Newton.

A simulação Forças e Movimentos: Noções Básicas dispõe inicialmente de um menu com quatro tipos de simulações (Cabo de Guerra, Movimento, Atrito e Aceleração) para abordar a segunda Lei de Newton, utilizou-se a opção aceleração, sendo realizado algumas experiências com formatos diferentes. (Figura 16)

Figura 16 – Simulação Forças e Movimentos: Noções Básicas → Aceleração



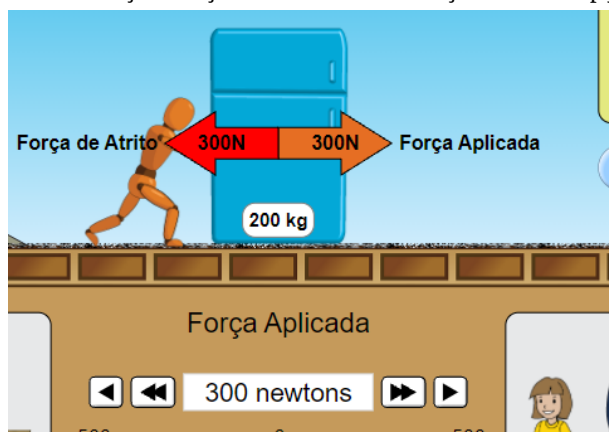
Fonte: print screen adaptado de [https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html).

Inicialmente foi realizado simulações com o mesmo objeto alterando somente a força aplicada, mostrando assim a proporcionalidade da força resultante e da aceleração. Para

explorar a inversão de proporcionalidade entre a massa e a aceleração, foi executada simulações que tinham o mesmo valor de força resultante modificando somente as massas, ou seja, diferenciando o tipo de objeto.

Para trabalhar a terceira lei de Newton, conhecida como Ação e Reação, foi escolhida a mesma simulação do PhET utilizado no estudo da primeira e da segunda lei: Forças e Movimentos: Noções Básicas, entretanto, a opção foi modificada para Atrito, como é mostrada na Figura 17.

Figura 17 – Simulação Forças e Movimentos: Noções Básica opção Atrito



Fonte: print screen adaptado de [https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html).

Vale destacar que a força aplicada e a força atrito retratadas na Figura anterior não formam um par de ação e reação, pois ambas as forças estão atuando no mesmo corpo. Embora estas forças não correspondem a terceira Lei de Newton, a sua atuação na igualdade das intensidades e da direção, bem como sua oposição em sentidos, equivale a descrição da terceira Lei. Portanto, essa simulação foi utilizada na intervenção para que os discentes pudessem entender vetorialmente que as forças ação e reação são iguais em módulos e direção, porém opostas em sentido.

Após concluir a abordagem das três Leis, em cada turma, os alunos foram convidados a responderem os questionários. Amaro *et al* (2005) apresenta a seguinte definição para questionário:

É um instrumento de investigação que visa recolher informações baseando-se, geralmente, na inquirição de um grupo representativo da população em estudo. Para tal, coloca-se uma série de questões que abrangem um tema de interesse para os investigadores, não havendo interação direta entre estes e os inquiridos. (AMARO *et al* 2005, p.3)

Os links dos questionários foram enviados no chat da chamada do Google Meet e não no grupo das respectivas turmas do aplicativo do WhatsApp, para evitar que os discentes que não participaram da aula respondessem os mesmos, interferindo na veracidade dos dados obtidos pela pesquisa.

Foi utilizado o Google Forms na aplicação dos questionários, os formulários foram divididos em seções, onde cada seção apresentava um interrogatório diferente, sendo que na primeira seção, as perguntas eram voltadas a conhecer o perfil dos participantes (Apêndice A), a segunda, foi dividida em duas subseções, na qual, uma se configura com questões abertas e a outra com indagações fechadas.

Portanto, embora fossem questões com formatos divergentes, ambas tratavam sobre as três Leis de Newton, com o intuito de averiguar o nível de aprendizagem dos educandos acerca dos conteúdos abordados (Apêndice B), já o formulário da turma do 1º Ano A, apresentava uma seção a mais (Apêndice C), que visava compreender a interação dos discentes acerca do simulador trabalhado em aula.

### 3.4 TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Para a realização de análise dos dados coletados, utilizou-se o método descritivo, este é relevante, pois descreve os fatos e traz ao pesquisador as informações necessárias quanto a problemática do trabalho. Segundo TRIVIÑOS (1987), a pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Este tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade.

Após a conclusão das aulas e aplicações dos questionários, ocorreu a transcrição dos dados obtidos para as planilhas do programa Microsoft Excel (2010), priorizando os pontos mais importantes, com a intenção de entender a visão dos participantes da pesquisa acerca da problemática estudada e posteriormente, a construção dos gráficos pelo mesmo programa.

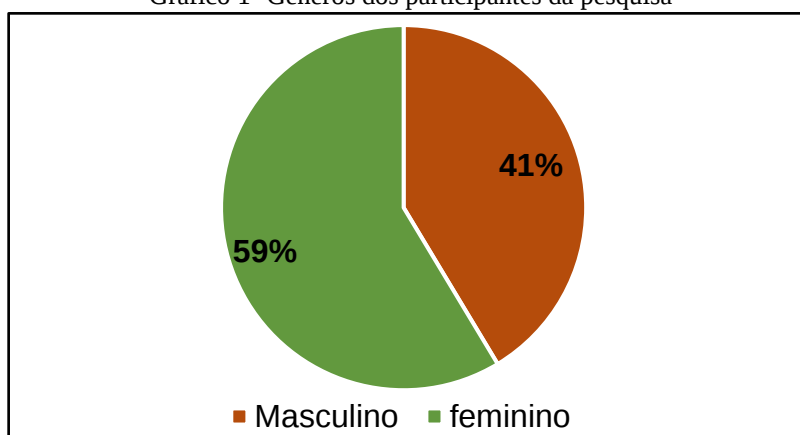
## 4 RESULTADO E DISCUSSÕES

### 4.1 PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Em primeiro momento, ocorreu a identificação dos participantes da pesquisa através do Questionário 1 (Apêndice A), aplicados com todos os educandos, com o intuito de conhecer o perfil dos mesmos, e a visão acerca da disciplina física e da informática. O questionário era composto por oito perguntas, sendo sete fechadas e apenas uma aberta.

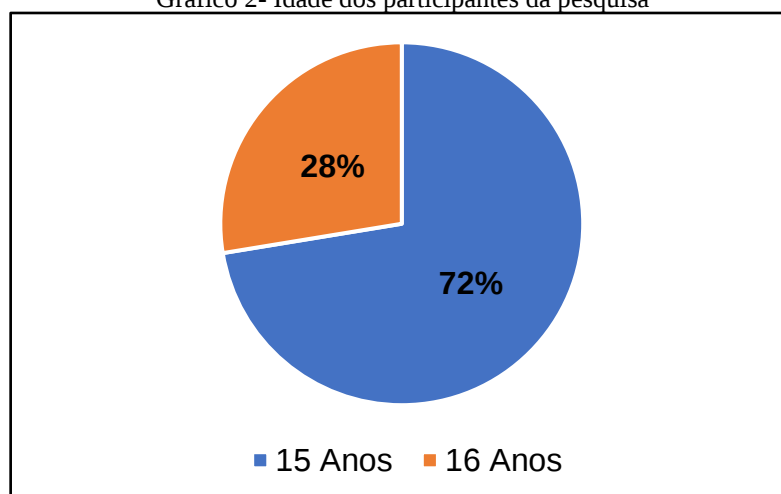
A pesquisa foi realizada com 29 alunos, sendo 16 do 1º Ano A e os outros 13 do 1º Ano B. As duas primeiras questões tratavam do gênero e a idade dos discentes. Os resultados são apresentados nos gráficos a seguir.

Gráfico 1- Gêneros dos participantes da pesquisa



Fonte: Arquivo do próprio autor.

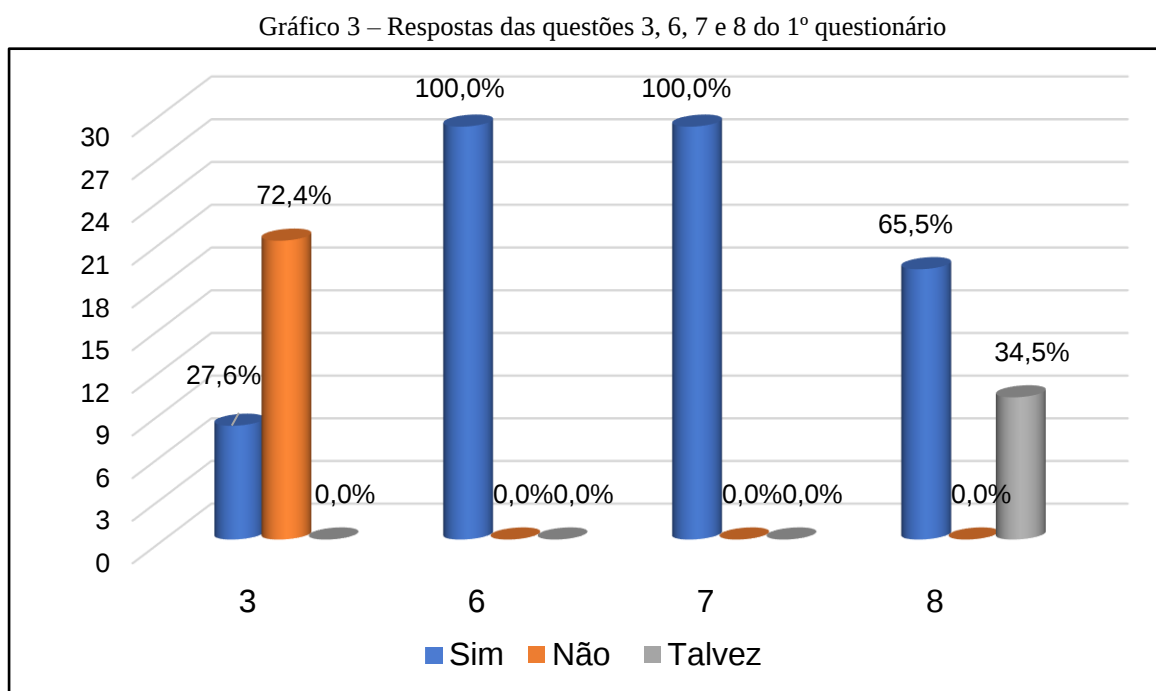
Gráfico 2- Idade dos participantes da pesquisa



Fonte: Arquivo do próprio autor.

No gráfico 1 pode-se observar que a maioria dos alunos das turmas são do sexo feminino, já no gráfico 2, percebe-se que 100% dos discentes têm entre 15 e 16 anos, um dado visto de forma positiva, pois significa que todos estão cursando o ensino médio na idade própria.

O gráfico 3 resalta as respostas referentes as questões 3, 6, 7 e 8. As perguntas disponibilizavam de três opções: sim, não e talvez, sendo que a primeira trata-se da relação do educando com a disciplina de física, já as demais abordavam sobre o uso da informática.



Na terceira questão, os alunos foram indagados sobre o contato com a Física ainda no ensino fundamental, e lamentavelmente 74,4% responderam que não tiveram aula de física nesta etapa do ensino básico. Com isso percebemos que muitas escolas não ofertam esta disciplina no 9º Ano, contrariando as orientações dos PCNs de 1998 que, sugerem a abordagem de conteúdos relacionados à Física nos anos finais do Ensino Fundamental, na disciplina Ciências, que compreende o ensino das Ciências Físicas, Biológicas e Químicas.

Para Silva et al, um dos motivos da inexistência da ciência física no ensino fundamental, ocorre devido os professores responsáveis por ensinar ciências nessas séries terem formação em Biologia, mostrando assim desinteresse pela Física e também pela Química.

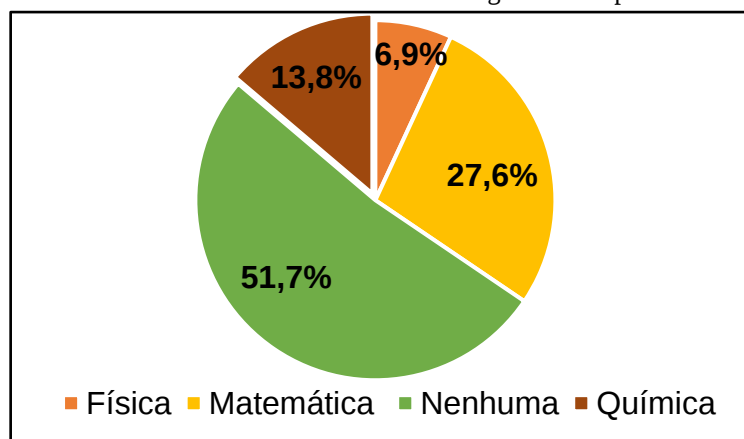
É muito nítido que, em muitas intuições de ensino Brasil, os professores encarregados de conduzir o processo de ensino em Ciências no ensino fundamental tem formação em Biologia, sem grande entusiasmo em relação ao ensino de química ou Física. Uma das nefastas consequências disto é que, na prática, o ensino de Ciências neste nível,

na maioria das escolas, restringe-se quase exclusivamente à Biologia (SILVA et al, 2002, p. 243).

As questões 6 e 7 tiveram uma porcentagem de sim máxima, ou seja, os 29 alunos responderam sim para ambas as perguntas. A questão 6 tratava do acesso à internet em casa, enquanto a questão 7 indagava sobre o uso dela nos estudos. A última pergunta, apresentada no gráfico 3, questionava sobre a existência ou não de uma ligação entre a informática e a Física, onde 65,5% dos alunos acreditam que existe essa correspondência e os outros 34,5 % que talvez.

A pergunta 4 buscava saber se os discentes tinham afinidade por alguma disciplina das exatas, com quatro alternativas (Física, Química, Matemática e Nenhuma) os resultados referentes a essa questão são apresentados no gráfico a seguir.

Gráfico 4 – Afinidade ou não dos alunos com algumas disciplinas das exatas



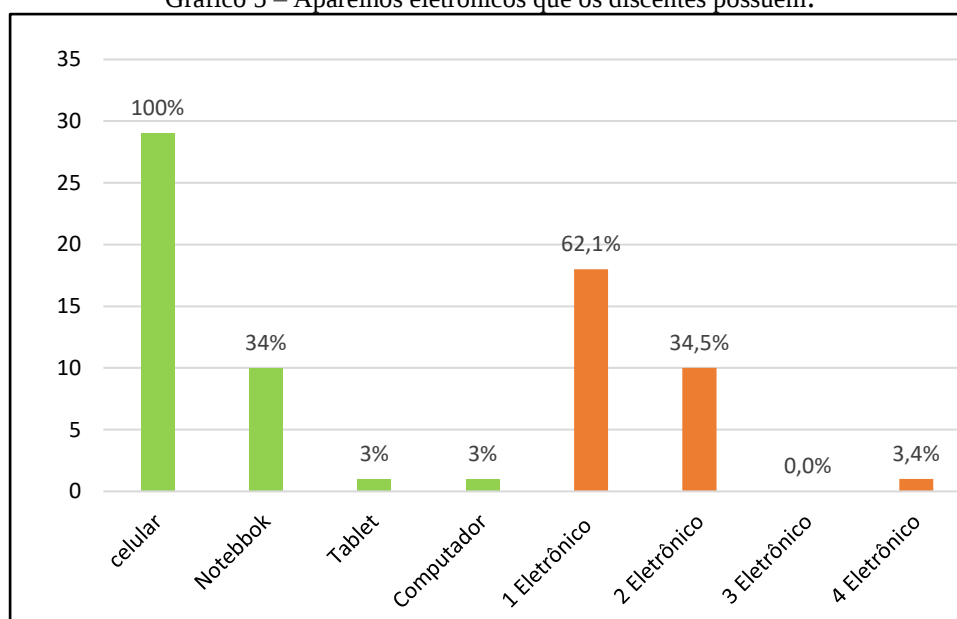
Fonte: Arquivo do próprio autor.

Pode-se observar que uma ampla maioria afirmou não ter afinidade com nenhuma disciplina de exata. Destes 29 alunos, somente 14 disseram ter uma atração por alguma matéria das exatas, sendo 8 por matemática, 4 por Química e somente 2 por Física. Moreira já afirmava que os alunos do ensino médio manifestam interesse em menor proporção a ciência Física quando comparado a Biologia e a Química.

[...] na escola de segundo grau, muitos alunos, provavelmente a maioria, preferem, em termos de ciências, a Biologia e a Química em relação à Física. [...] a Física é considerada uma matéria difícil, a qual muitos alunos evitariam se pudessem. Ao que parece, eles aprendem muito cedo a não gostar de Física (MOREIRA, 1983, p.1).

Outra questão abordada no questionário A (apêndice A) foi sobre os aparelhos eletrônicos de comunicação que os educandos possuíam. Os resultados são visualizados com riqueza de detalhes no gráfico 5.

Gráfico 5 – Aparelhos eletrônicos que os discentes possuem.



Fonte: Arquivo do próprio autor.

As barras de cor verde ressaltam sobre o tipo de aparelho eletrônico, logo pode-se observar que todos os discentes possuem o celular, já o notebook, só 10 alunos têm, o computador, somente um educando contém, e o mesmo equivale para o tablet. Já as barras de cor laranja demonstram a quantidade de eletrônicos, onde 18 dos participantes da pesquisa dispõem de 1 eletrônico, 10 afirmaram usufruir de 2 eletrônicos, com a configuração de 3 eletrônicos não existe, e apenas 1 possui os quatros aparelhos eletrônicos.

## 4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APRENDIZAGEM DAS TURMAS

### 4.2.1 Questões Abertas

O segundo questionário (Apêndice B) buscava averiguar o nível de aprendizagem das duas turmas, as questões inicialmente foram abertas, pois segundo Sudman e Braudburn (1982), elas permitem ao respondente dar uma opinião completa, com todas as nuances possíveis, e se expressar em suas próprias palavras, se sentindo mais à vontade.

A primeira pergunta aberta tratava acerca da primeira Lei de Newton, e pode-se observar que boa parte dos alunos da turma do 1º Ano B confundiram o conceito da Lei da Inércia. As Figuras a seguir trazem algumas respostas destes educandos.

Figura 18 – Resposta de aluno X da turma de 1º Ano B sobre a Primeira Lei de Newton

O que afirma o princípio da Inércia? \*

O princípio da inércia é o que diz a primeira lei de Newton, que todo corpo em repouso (ou em movimento retilíneo uniforme), tende a permanecer do mesmo jeito se não tiver nenhuma força agindo sobre esse corpo.

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Figura 19 – Resposta do aluno Y da turma de 1º Ano B sobre a Primeira Lei de Newton

O que afirma o princípio da Inércia? \*

O princípio da inércia é que um corpo fica parado ou em movimento retilíneo uniforme, exeto quando uma força atuar sobre ele.

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Um corpo para continuar no seu estado de movimento retilíneo uniforme ou de repouso não necessariamente deve estar submetido a ausência de forças como afirmaram alguns alunos do 1º Ano B (Figuras 18 e 19). O que irá implicar na mudança do estado de repouso ou movimento é a ação de uma força resultante diferente de zero.

Existe inúmeras situações onde um objeto está sofrendo a ação de forças e permanece na condição de repouso ou movimento. Por exemplo, numa situação de cabo de guerra, onde duas pessoas puxam um carrinho com intensidades de forças iguais e sentidos diferentes, nesse exemplo, embora o carrinho esteja submetido, a ação de força perpetuará em repouso, pois a força resultante continua sendo nula.

Os educandos do 1º Ano A, foram mais satisfeitos e completos nas suas respostas, como mostra as Figuras 20 e 21 a seguir.

Figura 20 – Resposta do aluno X da turma de 1º Ano A sobre a Primeira Lei de Newton

O que afirma o princípio da Inércia? \*

fala que um corpo tende a permanecer em seu estado de repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força resultante passe a atuar sobre ele.

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Figura 21 – Resposta do aluno Y da turma de 1º Ano A sobre a Primeira Lei de Newton

O que afirma o princípio da Inércia? \*

Afirma que todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta ,a menos que seja obrigado a mudar seu estado por uma força impressa nele que altere a força resultante para diferente de zero.

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Os alunos do 1º Ano A, no decorrer da aula e a partir das simulações do PhET viram duas situações, uma onde um corpo permanece em estado de repouso e a outra em movimento retilíneo uniforme, em ambas situações o corpo está sofrendo atuação de forças, porém sua força resultante era nula. Portanto, estas simulações propiciaram aos educandos desta turma uma melhor compreensão da primeira Lei de Newton. Por isso, eles foram mais completos e satisfatórios nas suas respostas, como é visualizado nas Figuras 20 e 21 (anteriormente).

Na segunda Lei de Newton, os alunos também ficaram livres para expor suas respostas. Percebeu-se que os discentes fomentaram esta Lei com dois argumentos. Parte dos discentes descreveram a equação matemática referente a esta Lei, outra parcela abordou a proporcionalidade da aceleração com a força resultante e a inversão de proporcionalidade da aceleração com a massa do corpo.

Novamente houve uma divergência nas respostas, no tocante aos dois argumentos. A classe do 1º Ano A, como revelas as Figuras adiante, descreveu de forma mais concisa o Princípio Fundamental da Dinâmica.

Figura 22 – Resposta do aluno X da turma de 1º Ano A sobre a Segunda Lei de Newton

Comente sobre a segunda Lei de Newton \*

A segunda lei de Newton, também conhecida como princípio fundamental da dinâmica, afirma que a força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração. De acordo com ela, quando se sujeita um corpo à ação de uma força resultante não nula, esse corpo adquirirá uma aceleração na mesma direção e no mesmo sentido da força resultante.

Fonte: Arquivo do próprio autor

Figura 23 – Resposta do aluno Y da turma de 1º Ano A sobre a Segunda Lei de Newton

Comente sobre a segunda Lei de Newton \*

a aceleração obtida por um corpo é diretamente proporcional à força resultante aplicada sobre o corpo e também inversamente proporcional à massa (inércia) desse corpo.

Fonte: Arquivo do próprio autor

Os educandos do 1º Ano B ao relataram sobre a segunda Lei de Newton, outras vez mostraram não ter absorvido o conteúdo de forma completa, apresentando conceitos errôneos e emaranhados sobre esta Lei. Tal descrição pode ser observada nas Figuras seguintes.

Figura 24 – Resposta do aluno X da turma de 1º Ano B sobre a Segunda Lei de Newton

Comente sobre a segunda Lei de Newton \*

O princípio fundamental da dinâmica, se afunda na primeira lei onde Newton afirma que o movimento depende da força aplicada sobre o corpo, sendo assim, aplicadas duas forças sobre um corpo, resultara em um duplo movimento

Fonte: Arquivo do próprio autor

Figura 25 – Resposta do aluno Y da turma de 1º Ano B sobre a Segunda Lei de Newton

Comente sobre a segunda Lei de Newton \*

descreve que a aceleração de um corpo é proporcional a massa e também a força aplicada.

Fonte: Arquivo do próprio autor

Assim como ocorreu na primeira questão, os alunos do 1º Ano B, ao descreverem as duas primeiras Leis, não consideram um conjunto de forças que atua sobre um corpo, eles trataram como se as mesmas descrevessem apenas a atuação de uma força isolada. O Princípio Fundamental da Dinâmica afirma que a força resultante executada sobre um objeto é calculada realizando o produto entre a massa deste objeto e sua aceleração.

Outro ponto que os educandos dos 1º Ano B realizaram de forma errada, foi considerar a força como grandeza escalar, pois a força além de intensidade tem direção e sentido, ou seja, é uma grandeza vetorial. Esta falha de interpretação da grandeza força é notória na resposta do aluno X (Figura 24), ele afirma que duas forças atuando sobre um corpo resultará num duplo movimento.

Não necessariamente isso ocorrerá, além da intensidade é preciso considerar a direção e sentido de cada força para entender como irá se configurar o movimento resultante deste corpo.

A última questão aberta tratava da Terceira Lei da Newton, onde os participantes da pesquisa novamente puderam expor seus pensamentos, só que agora em relação a Lei da Ação e Reação. As Figuras posteriores mostram algumas destas respostas.

Figuras 26 – Resposta do aluno X da turma de 1º Ano A sobre a Terceira Lei de Newton

A terceira Lei de Newton é também conhecida como Lei da Ação e Reação. O que fala esta Lei? \*

A Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação) diz que para toda força de ação existe uma força de reação que possui o mesmo módulo e direção, porém em sentido contrário. ... Ou seja, as forças de ação e reação apresentam a mesma intensidade e a mesma direção, porém o sentido é contrário.

Fonte: Arquivo do próprio autor

Figuras 27 – Resposta do aluno X da turma de 1º Ano B sobre a Terceira Lei de Newton

A terceira Lei de Newton é também conhecida como Lei da Ação e Reação. O que fala esta Lei? \*

fala que para toda força de ação existe uma força de reação com as mesmas configurações.

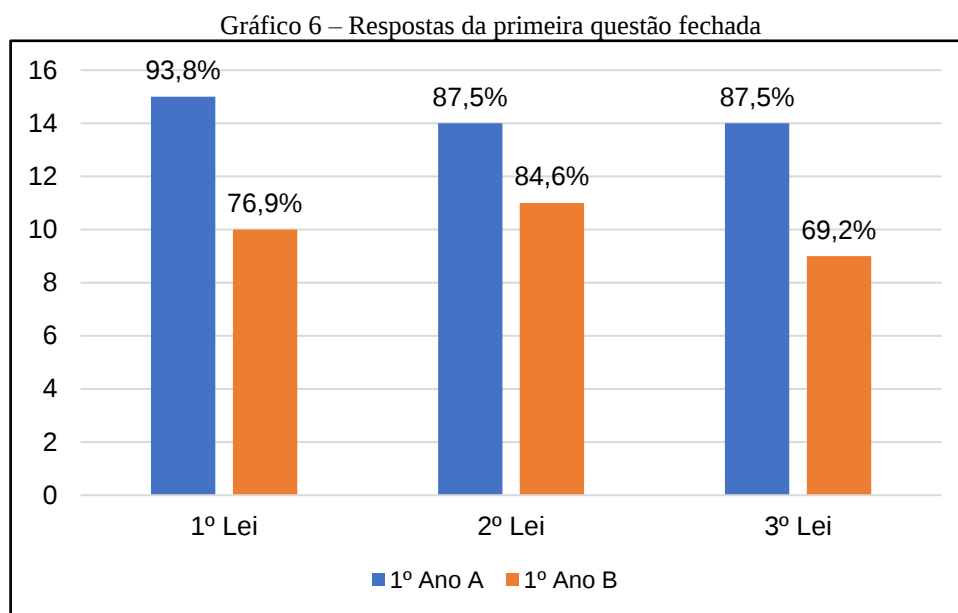
Fonte: Arquivo do próprio autor

Os alunos do 1º Ano B, apresentaram um conceito errôneo ou incompleto para a Terceira Lei de Newton. Alguns afirmaram que a força reação tem as mesmas igualdades da ação (Figura 26), porém este conceito não é válido, pois estas forças se diferem nos sentidos. Já outros discentes apenas mencionaram o fato de existir a força reação para a força ação, sem descrever as configurações destas forças, sendo assim, uma resposta incompleta.

Com a utilização das simulações do PhET, os educandos do 1º Ano A puderam visualizar conceitos abstratos e complexos, como a atuação dos vetores em tempo real remetente a cada força. Este fato de tornar os vetores “visíveis” gerou uma maior aprendizagem sobre a Terceira Lei de Newton como é observado na Figura 27 (anteriormente).

#### 4.2.2 Questões Fechadas

Após as questões abertas, o segundo questionário (Apêndice B), também apresentava questões fechadas sobre as Leis de Newton para uma melhor averiguação do nível de aprendizagem dos participantes da pesquisa. A primeira questão fechada descrevia os conceitos para cada Lei, e foi solicitado que os educandos informassem a que lei pertencia cada definição. Os resultados podem ser observados no gráfico 6.



Fonte: Arquivo do próprio autor.

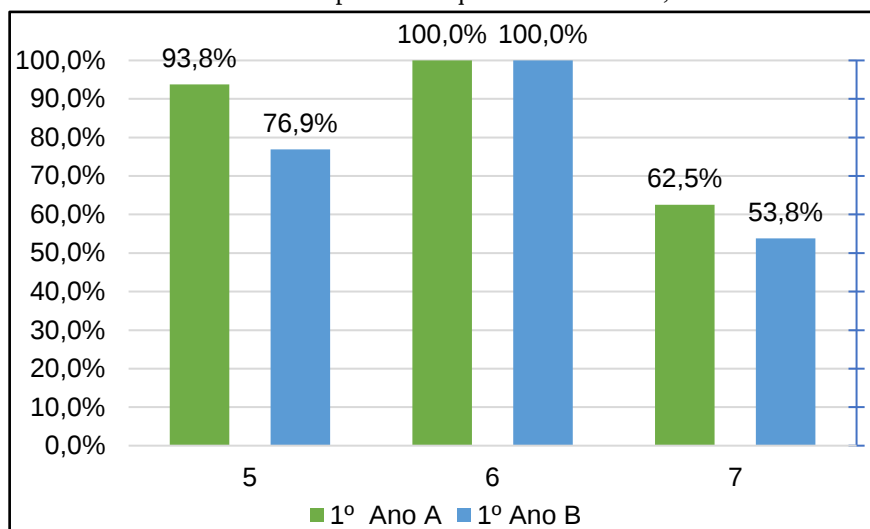
A partir do gráfico 6, percebe-se que os alunos da turma de 1º A foram mais felizes nas suas respostas e demonstraram ter absorvido de forma mais satisfatória os conceitos das três Leis. Na turma experimental<sup>5</sup>, 93,8% do público relacionaram de forma correta a Primeira Lei a sua definição, enquanto na turma de controle<sup>6</sup>, somente 76,9% acertaram esta relação. Nas duas Leis seguintes a turma de 1º Ano A também mostrou um melhor desempenho, onde 87,5% deste público conectaram de forma exata, contra 84,6% e 69,2% respectivamente da turma de 1º Ano B.

O gráfico 7 ressalta as respostas dos discentes acerca das questões 5, 6 e 7, vale destacar que estas questões estão mais pautadas na Lei da Inércia.

<sup>5</sup> 1º Ano A

<sup>6</sup> 1º Ano B

Gráfico 7 – Respostas das questões fechadas 5, 6 e 7

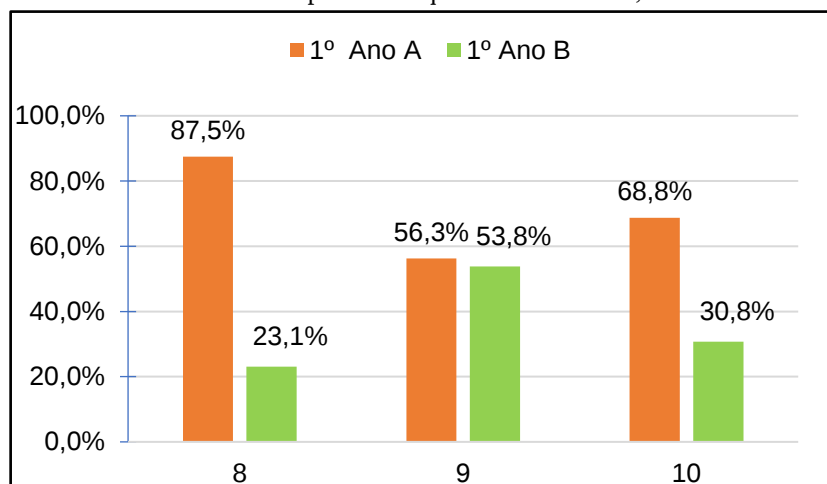


Fonte: Arquivo do próprio autor

Na questão 5, é solicitado aos educandos a assinarem a alternativa que traz um exemplo de aplicação da Primeira Lei Newton, já a pergunta 6 tem configuração contrária, o enunciado apresentava uma situação da Lei da Inércia e pedi para que os alunos marcassem a opção que determinasse a Lei/Físico que pertencia ao contexto descrito. A questão 7 exigiu que os discentes escolhessem uma explicação aceitável para a ocorrência informada no anúncio da questão.

Referente a 1ª Lei de Newton, a turma experimental teve um melhor êxito nas questões 5 e 7, na pergunta 6, ambas turmas obtiveram acerto máximo, ou seja, 100%. As questões que tratam exclusivamente da segunda Lei são: 8, 9 e 10. O gráfico posterior retratou os acertos das turmas referentes a estas questões.

Gráfico 8 – Respostas das questões fechadas 8, 9 e 10

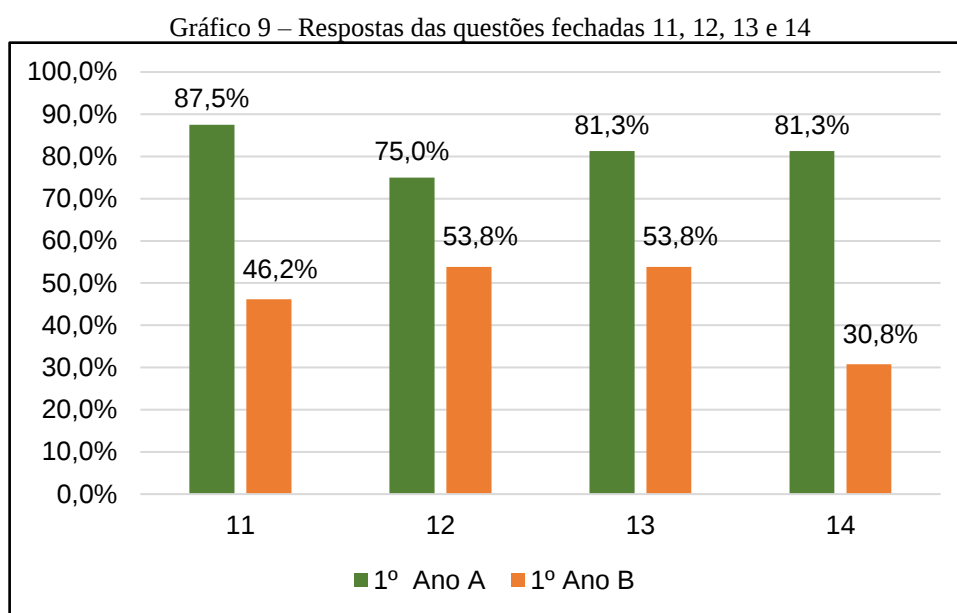


Fonte: Arquivo do próprio autor

A questão 8, teve a menor porcentagem de respostas corretas na turma de controle, sendo que ela exigia conhecimentos matemáticos e entendimentos de vetores para resolução, e a questão 10 requeria apenas entendimento do conceito da segunda Lei de Newton. Através da diferença de acertos nas perguntas 8 e 10, entre as duas turmas percebe-se o quão importante o uso do PhET para o processo de ensino aprendizagem, pois ele proporciona a visualização de características dos fenômenos físicos.

Pelo gráfico 8 é possível perceber ainda que a indagação 9 teve uma porcentagem de retorno certo, isso foi bem próximo entre as duas turmas. Este fato ocorre porque a questão pedia apenas conhecimentos matemáticos para resolução, sobretudo, manipulações algébricas e o simulador PhET não foi utilizado para fins de aprimoramentos matemáticos.

A terceira Lei de Newton foi abordada nas questões 11, 12, 13 e 14 e em toda a turma do 1º Ano A teve um melhor desempenho, como é possível observar no gráfico 9 a seguir.

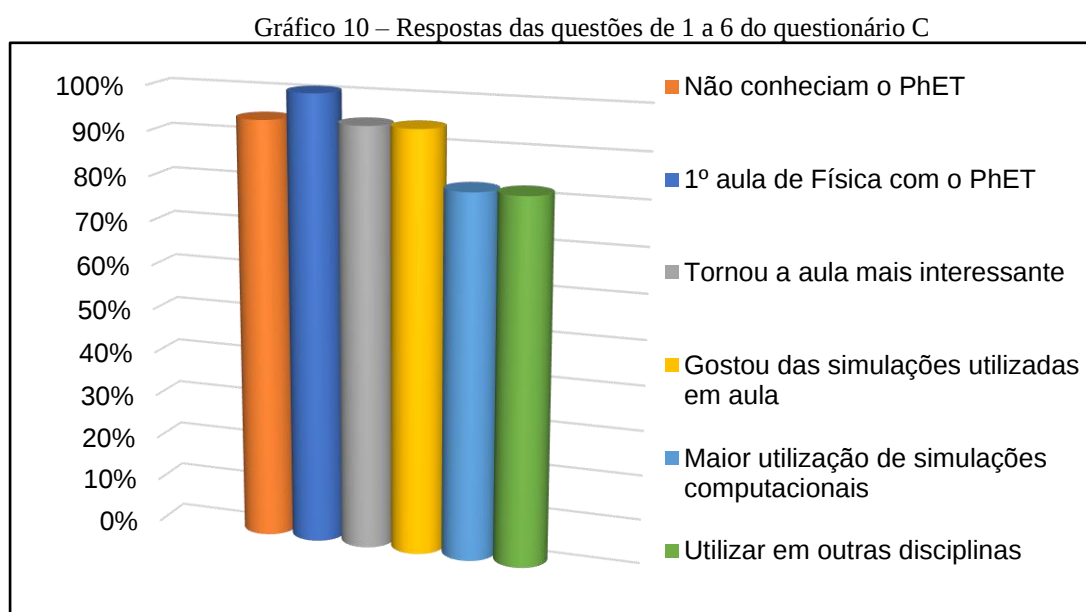


Fonte: Arquivo do próprio autor

As questões 11, 12 e 14 apresentam no enunciado uma situação que remete a terceira Lei de Newton e os alunos dentre as alternativas são convidados a selecionarem a opção que explica fisicamente o contexto do anúncio. Já a pergunta 13 envolve somente a definição desta Lei. Mais uma vez constata-se que o PhET contribui para uma maior construção dos conceitos físicos.

#### 4.3 ANÁLISE SOBRE O USO DO SIMULADOR PhET

O último questionário (apêndice C) realizado somente na turma do 1º Ano A visava entender a interatividade e visão dos discentes acerca do simulador Phet. O questionário era composto por 9 questões, sendo as duas primeiras com duas alternativas (sim e não), as quatro seguintes com três opções (sim, não, e talvez) e as últimas apresentaram uma quarta opção (sim, não, talvez e não sei). As respostas obtidas nas seis primeiras questões são apresentadas no gráfico a seguir.



Fonte: Arquivo do próprio autor

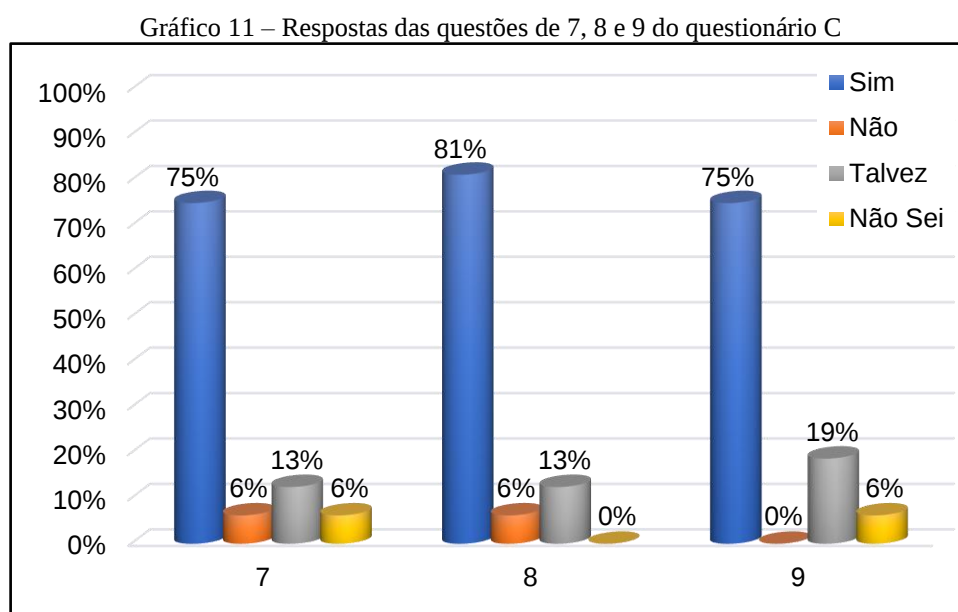
Ao analisar o gráfico percebe-se que mais de 90% dos alunos não conheciam o simulador e que foi a primeira participação de todos em uma aula de Física que o PhET estava sendo utilizado como ferramenta metodológica. Estes resultados mostram que muitos educandários<sup>7</sup> fogem das recomendações dos PCNs, que orientam que as escolas utilizem as tecnologias informatizadas para integrar o estudante ao mundo que circunda.

É importante perceber que mesmo sendo a primeira experiência dos estudantes com o PhET, as simulações do software agradaram e tornaram a aula interessante na visão de mais de 90% dos discentes da turma de 1º Ano A. Isso ressalta a familiaridade e o interesse desta geração atual de estudantes com aplicativos e atividades computacionais que geralmente fazem parte do cotidiano de muitos. (SOUZA, 2015)

<sup>7</sup> Estabelecimentos em que se ministra educação; colégios, escolas.

Pelo gráfico 10 pode-se perceber que um número de educandos superior a 80% da turma experimental desejaria que houvesse uma maior utilização de programas computacionais, como simulações, e que o PhET fosse utilizado em outras disciplinas além da Física.

Para conclusão do questionário, os alunos foram convidados a responderem as questões 7, 8 e 9. Na qual as perguntas apresentavam quatro alternativas de escolhas, os resultados referentes as mesmas são visualizadas no gráfico 11.



Fonte: Arquivo do próprio autor

Os alunos foram indagados sobre a contribuição das simulações para ensino e aprendizagem da Leis de Newton e se o simulador seria uma ferramenta de excelência para o ensino remoto. Em ambos quesitos, 75% dos discentes afirmaram que sim, ou seja, 12 educandos, os demais dividiram a opinião entre não, talvez, e teve aqueles que disseram não saber. A pergunta 8 buscava saber se a colaboração do software se estendia a outros conteúdos da Física além do abordado nesta pesquisa. Novamente se obteve uma resposta positiva, onde 81% dos discentes acreditam na expansão da assistência ofertada pelo PhET, para a abordagem de outros conceitos da Ciência Física.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa partiu da problemática: “Como o uso de simuladores computacionais no ensino de Física, o PhET, contribui de maneira significativa no processo de ensino e aprendizagem no ensino remoto?” E todo o trabalho baseou-se na expectativa de que a instrumentação e os resultados alcançados conseguissem cooperar com estudos que ressalta o uso dos simuladores no ensino de Física, sobretudo o PhET, e servir de orientação para os professores que pretendem utilizar essa ferramenta metodológica em suas aulas.

Por meio das respostas dadas as questões tanto abertas quanto fechadas do questionário que pretendia averiguar o nível de aprendizagem entre as duas turmas, percebe-se que os alunos da turma experimental obtiveram uma melhor aprendizagem nas três Leis de Newton. Portanto, as simulações computacionais se apresentam como uma técnica favorável para o Ensino de Física, proporcionando aos alunos a oportunidade de compreender melhor os conceitos físicos.

Os discentes que participaram da aula que foi utilizado as simulações do PhET, aprovaram o software, afirmando que ele é uma excelente ferramenta metodológica para o ensino remoto, capaz de tornar a aula mais interessante e que seu uso deveria ser expandido em outras áreas da Física, e até mesmo a outras disciplinas.

Os resultados desta pesquisa mostraram-se satisfatórios para a incrementação das TICs no ensino de Física, estando assim, em consonância com a narrativa de diversos autores que defendem esta temática. Entretanto, a construção da aprendizagem por meio de simulações digitais como o PhET nos educandos, são fenômenos que exigem mais estudos teóricos, para oferecer aos docentes novas metodologias, abolindo assim, com o método tradicional de ensino.

## REFERÊNCIAS

AMARO, Ana; PÓVOA, Andreia; MACEDO, Lúcia. A arte de fazer questionários. **Porto, Portugal: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto**, 2005.

ARANTES, Alessandra R.; MIRANDA, Márcio S.; STUDART, N.. **Objetos de aprendizagem no ensino de física**. Física na Escola, v. 11, n. 1, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+**. Brasília: 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF: Ministério da Educação e Cultura, 2000

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação/Gabinete do Ministro. **PORTARIA Nº 343, DE 17 DE MARÇO DE 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Brasília, DF, 16 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-%20248564376>>. Acesso em: 20 dez. 2021.

\_\_\_\_\_. **DECRETO Nº 9.057, DE 25 DE MAIO DE 2017**. Regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF. 25 maio 2017. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-9-057-de-25-de-maio-de-2017-20238503>>. Acesso em 23 dez. 2021.

BRENNAN, Richard P. **Gigantes da física: Uma história da física moderna através de oito biografias**. – 1º edição. Rio de Janeiro, ZAHAR, 1998.

COELHO, Rafael Otto. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2002.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GERARDT, Tatiana Engel; SIVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa** / [organizado por] coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física 1: Mecânica**. 2ª ed. São Paulo: ática, 2013, vol 1

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: Mecânica**. 9 ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2012 vol 1.

HELERBROCK, Rafael. "Leis de Newton"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/leis-newton.htm>>. Acesso em 27 de abril de 2021.

HODGES, charles. et al. **The Difference Between Emergency Remote Teaching end Online Learning.** **Educause Review.** 27 mar. 2020. disponível em: <<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>>. Acesso em 22 dez. 2021.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade.** 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MAKUCH, F. B.; MARTINS, M. A. **O uso do PhET Simulations no ensino de frações.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 2, p. 1- 17, mai./ago. 2018.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, F. C. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino de Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, p. 77-86. 2002

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias da aprendizagem.** São Paulo: EPU. 1999.

\_\_\_\_\_. **Ensino e Aprendizagem: enfoques teóricos.** São Paulo: Editora Moraes, 1983a

OLIVEIRA, J. B. A. **Construtivismo e Alfabetização: um casamento que não deu certo.** Revista Ensaio, v. 10, n.35 Abril-Junho, 2002.

Papalia, D. A.; Olds, S. W.; Feldman, R. D. (2013). **Desenvolvimento humano.** 12. ed. Porto Alegre: Artmed.

PIAUÍ. **DECRETO Nº 18.884, DE 16 DE MARÇO DE 2020.** Regulamenta a Lei nº 13.979, de 06 de fevereiro de 2020, para dispor no âmbito do Estado do Piauí, sobre as medidas de emergência de saúde pública de importância internacional e tendo em vista a classificação da situação mundial do novo coronavírus como pandemia, institui o Comitê de Gestão de Crise, e dá outras providências. Teresina, PI. 16 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.pi.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/Decreto-18.884-de-16-03-2020.pdf>>. Acesso em: 21dez. 2021.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação do Piauí. **ESTRATÉGIAS E DIRETRIZES SOBRE O REGIME ESPECIAL DE AULAS DA REDE PÚBLICA ESTADUAL DE ENSINO DO PIAUÍ, DURANTE A VIGÊNCIA DO DECRETO QUE AS SUSPENDE, NO AMBIENTE ESCOLAR, COMO MEDIDA PREVENTIVA À DISSEMINAÇÃO DA DOENÇA COVID-19 E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.** Teresina, PI. 06 abr. 2020. Disponível em: <[https://sei.pi.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&codigo\\_verificador=0293971&codigo\\_crc=ABDE653C&hash\\_download=c71bf1ec46917d483e90d0a27c56d9f2d8180a22ad7e3b3d75696163b1c0edcc7c62e8ef6d4c9e509188f63d71fb385982fb6bb7e46689d53760f6a64f7e757c&visualizacao=1&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.pi.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&codigo_verificador=0293971&codigo_crc=ABDE653C&hash_download=c71bf1ec46917d483e90d0a27c56d9f2d8180a22ad7e3b3d75696163b1c0edcc7c62e8ef6d4c9e509188f63d71fb385982fb6bb7e46689d53760f6a64f7e757c&visualizacao=1&id_orgao_acesso_externo=0)>. Acesso em 21 dez. 2021.

PIETROCOLA, M. et. al. **Física em Contextos: Pessoal, social e histórico.** 1ª ed. São Paulo: FTD, 2010, VOL 1.

PRENSKY, Marc. **Nativos digitais, imigrantes digitais**. On the horizon, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

POSKITT, Kjartan. **Mortos de fama: Isaac Newton e sua maçã**. -1º edição. São Paulo, 2006.

ROCHA, J. F. **Origens e Evolução das Ideias da Física**. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2002.

SALES, G.L. et al. **Gamificação e ensinagem híbrida na sala de aula de física: metodologias ativas aplicadas aos espaços de aprendizagem e na prática docente**. Conexões: ciência e tecnologia, v. 11, n. 2, p. 45 - 52, 2017.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da física 1: Mecânica**. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005, VOL 1 (1º ano).

SILVA, R. C.; COPETTE, M. C.; SILVA, A.; LIMA, R. P. de; Silva, J. S. A.; MACHADO, S. da S. L. **Um higrômetro de vagem e a física no ensino fundamental**. Caderno Brasileiro de Ensino e Física, Florianópolis, v. 19, n.2, p 242-252. Agosto de 2002.

SILVEIRA, Sidnei Renato et al. **O Papel dos licenciados em computação no apoio ao ensino remoto em tempos de isolamento social devido à pandemia da COVID-19**. Série Educar-Prática Docente, p. 35.

Soares, A. R. **Sobre a PhET**. 2013. Disponível em: <[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/about](http://phet.colorado.edu/pt_BR/about)>. Acesso em: 28/04/2021.

SOUZA, Gláucia Martins Ricardo et al. **Uso de simulações computacionais no ensino de conceitos de força e movimento no 9º ano do Ensino Fundamental**. 2015. 192p. Dissertação (Mestrado Profissional do Ensino de Física (MNPEF)). Universidade Federal Fluminense, 2015. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/4227/1/Gl%C3%A1ucia%20Martins%20Ricardo%20Souza%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final.pdf>. Acesso em 28/04/2021

Sudman, S., & Bradburn, N. M. (1982). **Asking questions**. San Francisco: Jossey-Bass.

TIPLER, Paul A.; Mosca, Gene. **Física para Cientistas e Engenheiros: Volume 1 Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VERAS, Ricardo Silva. **Simulações digitais com uso do phet para o ensino e aprendizagem de força e movimento**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Licenciatura em Física. Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2018.

WIEMAN, C. E.; PERKINS, K. K.; ADAMS, W. K. **Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why**. American Journal of Physics, v. 76, n. 4-5, p. 393-399. 2008.

ZILIO, S. C., BAGNATO, V. S. **Mecânica, calor e ondas**. 2002. Disponível em: <<https://www.fisica.net/mecanicaclassica/Mecanica-Calor-Ondas.pdf>>. Acesso em: 25/04/2021.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO 1: PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

1. Gênero:  
☐ Masculino      ☐ Feminino    ☐ Prefiro não dizer
2. Idade: \_\_\_\_\_
3. Teve aulas de Física no Ensino Fundamental?  
☐ Sim                      ☐ Não                      ☐ Talvez
4. Tem afinidade por alguma disciplina das exatas?  
☐ Física  
☐ Química  
☐ Matemática  
☐ Nenhuma
5. Quais aparelhos eletrônicos de informação e comunicação você possui?  
☐ Nenhum  
☐ Celular  
☐ Notebook  
☐ Tablet  
☐ Outro
6. Você tem acesso à internet na sua casa?  
☐ Sim  
☐ Não  
☐ Talvez
7. Você utiliza internet para estudar?  
☐ Sim  
☐ Não  
☐ Talvez
8. Você considera que existe alguma ligação entre Informática e Física?  
☐ Sim  
☐ Não  
☐ Talvez

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 2: AVERIGUAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS DISCENTES SOBRE AS LEIS DE NEWTON

1. O que afirma o Princípio da Inércia?
2. Comente sobre a Segunda Lei de Newton.
3. A terceira Lei de Newton é também conhecida como Lei da Ação e Reação. O que fala esta Lei?
4. Relacione as três leis de Newton com os respectivos enunciados.
 

1ª lei de Newton  
2ª lei de Newton  
3ª lei de Newton

( ) Enuncia que a toda ação existe uma reação de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto.

( ) Determina que a força resultante é igual ao produto da massa pela aceleração do corpo.

( ) Indica que um corpo tende a permanecer em seu estado de repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força resultante passe a atuar sobre ele.
5. (Unicastelo-SP)
6. (UNESP). As estatísticas indicam que o uso de cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com a:
 

a) Primeira Lei de Newton;

b) Lei de Snell;

c) Lei de Ampère;

d) Lei de Ohm;

e) Primeira Lei de Kepler
7. (FUND. CARLOS CHAGAS) Uma folha de papel está sobre a mesa do professor. Sobre ela está um apagador. Dando-se, com violência, um puxão horizontal na folha de papel, está se movimenta e o apagador fica sobre a mesa. Uma explicação aceitável para a ocorrência é:
 

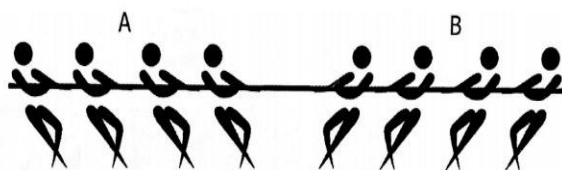
a) nenhuma força atuou sobre o apagador;

b) a resistência do ar impediu o movimento do apagador;

Assinale a alternativa que contém um exemplo de aplicação da Primeira Lei de Newton.

- c) a força de atrito entre o apagador e o papel só atua em movimentos lentos;
- d) a força de atrito entre o papel e a mesa é muito intensa;
- e) a força de atrito entre o apagador e o papel provoca, no apagador, uma aceleração muito inferior à da folha de papel.

8. (UFRGS - 2018) O cabo-de-guerra é uma atividade esportiva na qual duas equipes, A e B, puxam uma corda pelas extremidades opostas, conforme representa a figura abaixo.



Disponível em: [Leis de Newton: Exercícios Comentados e Resolvidos - Toda Matéria \(todamateria.com.br\)](http://Leis de Newton: Exercícios Comentados e Resolvidos - Toda Matéria (todamateria.com.br)). Acesso em 28/08/2021

Considere que a corda é puxada pela equipe A com uma força horizontal de módulo 780 N e pela equipe B com uma força horizontal de módulo 720 N. Em dado instante, a corda arrebenta. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A força resultante sobre a corda, no instante imediatamente anterior ao rompimento, tem módulo 60 N e aponta para a \_\_\_\_\_. Os módulos das acelerações das equipes A e B, no instante imediatamente posterior ao rompimento da corda, são, respectivamente, \_\_\_\_\_, supondo que cada equipe tem massa de 300 kg.

- a) esquerda -  $2,5 \text{ m/s}^2$  e  $2,5 \text{ m/s}^2$
- b) esquerda -  $2,6 \text{ m/s}^2$  e  $2,4 \text{ m/s}^2$
- c) esquerda -  $2,4 \text{ m/s}^2$  e  $2,6 \text{ m/s}^2$
- d) direita -  $2,6 \text{ m/s}^2$  e  $2,4 \text{ m/s}^2$
- e) direita -  $2,4 \text{ m/s}^2$  e  $2,6 \text{ m/s}^2$

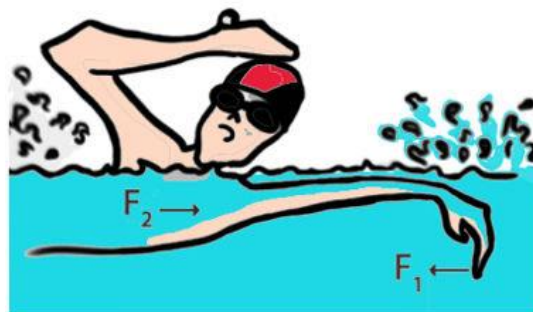
9. (PUC-MG) – Um automóvel, com uma massa de 1200 kg, tem uma velocidade de 72 km/h quando os freios são acionados, provocando uma desaceleração constante e fazendo com que o carro pare em 10 s, a força aplicada ao carro pelos freios vale, em newtons:

- a) 3600 b) 2400 c) 1800
- d) 900 e) 800

10. (UECE/2014) – Sobre a segunda lei de Newton, é correto afirmar que:

- a) a força resultante em uma massa puntiforme é proporcional a sua aceleração.
- b) a força entre duas massas puntiformes é proporcional à distância entre elas.
- c) a força entre duas massas puntiformes é proporcional ao quadrado da distância entre elas.
- d) a força resultante em uma massa puntiforme é inversamente proporcional a sua aceleração.
- e) Todas as alternativas estão corretas.

11. (IF-GO) Um nadador, conforme mostrado na figura, imprime uma força com as mãos na água ( $F_1$ ) trazendo-a na direção de seu tórax. A água, por sua vez, imprime uma força no nadador ( $F_2$ ) para que ele se mova para frente durante o nadador.



Disponível em: [Exercícios sobre as leis de Newton - Brasil Escola \(uol.com.br\)](http://Exercícios sobre as leis de Newton - Brasil Escola (uol.com.br)). Acesso em 28/08/2021

Assinale a resposta correta:

- a) Esse princípio obedece à Lei da Inércia, uma vez que o nadador permanece em seu estado de movimento.
- b) Obedecendo à Lei da Ação e Reação, o nadador imprime uma força na água para trás e a água, por sua vez, empurra-o para frente.
- c) O nadador puxa a água e a água empurra o nadador, obedecendo à Lei das Forças (segunda Lei de Newton).

d) Nesse caso, é o nadador que puxa seu corpo, aplicando uma força nele próprio para se movimentar sobre a água.

e) O nadador poderá mover-se, pois a força que ele aplica na água é maior do que a resultante das forças que a água aplica sobre ele.

12. (UFTM) Após a cobrança de uma falta, num jogo de futebol, a bola chutada acerta violentamente o rosto de um zagueiro. A foto mostra o instante em que a bola se encontra

muito deformada devido às forças trocadas entre ela e o rosto do jogador.



Disponível em: [Exercícios sobre as leis de Newton - Mundo Educação \(uol.com.br\)](http://Exercícios sobre as leis de Newton - Mundo Educação (uol.com.br)). Acesso em 28/08/2021

A respeito dessa situação, são feitas as seguintes afirmações:

I. A força aplicada pela bola no rosto e a força aplicada pelo rosto na bola têm direções iguais, sentidos opostos e intensidades iguais, porém, não se anulam.

II. A força aplicada pelo rosto na bola é mais intensa do que a aplicada pela bola no rosto, uma vez que a bola está mais deformada do que o rosto.

III. A força aplicada pelo rosto na bola atua durante mais tempo do que a aplicada pela bola no rosto, o que explica a inversão do sentido do movimento da bola.

IV. A força de reação aplicada pela bola no rosto é a força aplicada pela cabeça no pescoço do jogador, que surge como consequência do impacto.

É correto o contido apenas em

- a) I.      b) I e III.      c) I e IV.  
d) II e IV.      e) II, III e IV.

13. Marque a alternativa correta a respeito da Terceira lei de Newton.

- a) A força normal é a reação da força peso.  
b) Ação e reação são pares de forças com sentidos iguais e direções opostas.  
c) A força de ação é sempre maior que a reação.  
d) Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade e sentido.  
e) Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade, mas sentido oposto.

14. (ENEM-2012) Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento. Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

- a) A força de ação é aquela exercida pelo garoto.  
b) A força resultante sobre o móvel é sempre nula.  
c) As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.  
d) A força de ação é um pouco maior que a força de reação.  
e) O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 3: POSICIONAMENTO DOS ALUNOS SOBRE AS  
SIMULAÇÕES DO PHET

1. Já conhecia o software livre PhET?

( ) Sim ( ) Não

2. É a primeira vez que você participa de uma aula de física com a utilização do PhET?

( ) Sim ( ) Não

3. Você considera que o simulador PhET tornou a aula mais interessante?

( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez

4. Você gostou da utilização das simulações do PhET utilizadas durante a aula?

( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez

5. Você gostaria que a utilização de programas de computador, como simuladores, fosse mais frequentes nas aulas?

( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez

6. Você acha que as simulações do PhET deveriam ser utilizadas para o ensino e aprendizagem de outras disciplinas?

( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez

7. Em sua opinião, o uso do PhET contribui para a compreensão e aprendizagem das Leis de Newton?

( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez ( ) Não Sei

8. Você acha que as simulações do PhET facilitariam a aprendizagem de outros conteúdos da ciência física.

( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez ( ) Não Sei

9. Você acha que o software phet é uma excelente ferramenta metodológica para o ensino remoto?

( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez ( ) Não Sei