

**MNPEF**

Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PIAUÍ



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

**JÁRBIO DA SILVA COSTA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA  
APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON  
EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA**

**TERESINA  
2021**

**JÁRBIO DA SILVA COSTA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA  
APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON  
EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

**Linha de Pesquisa:** Recursos Didáticos para o Ensino de Física

**Orientador(a):** Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo

**TERESINA  
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Centro de Ciências da Natureza  
Serviço de Processamento Técnico

C837i Costa, Járbio da Silva.  
Implementação de laboratórios virtuais como possibilidade da aprendizagem potencialmente significativa das leis de newton em cursos integrados do IFMA - Campus Barra do Corda/MA / Járbio da Silva Costa. – 2021.  
119 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Teresina, 2021.  
“Orientador: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo”.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Metodologias de ensino. 3. Tecnologias na educação. I. Título. CDD: 530

**JÁRBIO DA SILVA COSTA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA  
APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON  
EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na Linha de Pesquisa Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Teresina (PI), \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo  
Orientador

---

Prof. Dr. Francisco Barbosa Ferreira Filho – MNPEF/UFPI  
Examinador(a) Interno(a)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane de Sousa Moura – PPGEEd/UFPI  
Examinador(a) Externo(a)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Hilda Mara Lopes Araújo – MNPEF/UFPI  
Suplente Interno(a)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliana de Sousa Alencar Marques – PPGEEd/UFPI  
Suplente Externo(a)

Dedico este trabalho aos meus dois grandes amores, minha esposa Idelmária Cerqueira e meu filho Marcos Felipe, em quem encontrei força e coragem na jornada da qual resultou esse trabalho.

A minha mãe, Maria de Lourdes e ao meu pai, Manoel Gomes, que partiu para o céu prematuramente, aos meus irmãos, Rafael Costa, Joelma Costa e Hugo Flávio e minhas sobrinhas Noadya Caroline e Vitória Natielle, por toda atenção e carinho dedicados desde sempre em minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao criador dos céus e terra pela família que tenho e pelas pessoas que fazem minha vida melhor.

À minha esposa, Idelmária Cerqueira, pelo amor, companheirismo e incentivo, ao meu filho que no seu olhar inocente encontro coragem e força para superar as dificuldades que possam aparecer em nossas vidas.

À minha mãe, Maria de Lourdes, que terei sempre o amor materno, ao meu pai Manoel Gomes (*in memory*), que nos deixou precocemente e foi morar nos céus com Deus.

Aos meus irmãos Rafael Costa, Joelma Costa e Hugo Flávio por fazerem parte da minha vida.

Às minhas sobrinhas Noadya Caroline e Vitória Natielle pelo carinho que têm desde sempre.

Ao meu professor Francisco Barbosa Ferreira Filho por toda calma e tranquilidade a mim repassada.

Ao meu professor orientador, Neuton Alves de Araújo, pela dedicação e paciência para a conclusão deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFPI.

A todos os meus colegas da minha turma de Mestrado.

Ao meu amigo Francisco Oliveira pelas contribuições significativas neste trabalho.

A todos os estudantes, professores e funcionários do Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia do Maranhão por fazerem parte essencial na elaboração desse trabalho.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

À SBF por tornar o Programa de Pós-graduação no Ensino de Física uma realidade em nível Nacional e local.

## Faltando um pedaço

O amor é um grande laço  
Um passo pra uma armadilha  
Um lobo correndo em círculo  
Pra alimentar a matilha  
Comparo sua chegada  
Com a fuga de uma ilha  
Tanto engorda quanto mata  
Feito desgosto de filha  
De filha  
O amor é como um raio  
Galopando em desafio  
Abre fendas, cobre vales  
Revolta as águas dos rios  
Quem tentar seguir seu rastro  
Se perderá no caminho  
Na pureza de um limão  
Ou na solidão do espinho  
O amor e a agonia  
Cerraram fogo no espaço  
Brigando horas a fio  
O cio vence o cansaço  
E o coração de quem ama  
Fica faltando um pedaço  
Que nem a lua minguando  
Que nem o meu nos seus braços

(Djavan)



## RESUMO

As aulas tradicionais e mecanizadas nas abordagens dos conteúdos se restringem apenas à sua explanação pelo professor e na resolução de atividades, pelos alunos. Isso torna o ensino pouco produtivo, não sendo possibilitada uma aprendizagem “potencialmente significativa”. Tendo como ponto de partida essa realidade, a presente pesquisa de abordagem qualitativa tem como objetivo geral possibilitar a alunos do 1º ano de cursos Integrados do IFMA - Campus Barra do Corda/MA a aprendizagem potencialmente significativa da 2ª Lei de Newton, com base na Teoria de Ausubel, a partir da utilização de softwares educacionais/simuladores em laboratórios virtuais. E especificamente, temos os objetivos: - fazer um diagnóstico inicial acerca das compreensões dos alunos sobre a 2ª Lei de Newton e suas aplicações a partir da proposição de atividades escritas (em sala de aula); - apresentar aos alunos os softwares educacionais a fim de que esses possam aplicá-los no desenvolvimento das situações-problema envolvendo a 2ª Lei de Newton; - desenvolver atividades, de forma significativa, por intermédio da utilização de softwares educacionais gratuitos, contemplando a 2ª Lei de Newton; - criar um laboratório virtual para a aprendizagem da 2ª Lei de Newton, utilizando softwares educacionais/simuladores (Produto Educacional); - identificar se houve (ou não) uma aprendizagem significativa no desenvolvimento de situações-problema acerca da 2ª Lei de Newton com o auxílio dos softwares educacionais. Entendemos que os laboratórios trazem as demonstrações experimentais das teorias que foram vistas em sala de aula, estabelecendo um *feedback* entre teoria-experimento-aprendizagem, deixando, com isso, a atividade de ensinar mais agradável ao professor, bem como a atividade de aprender mais significativa ao aluno. Na prática, os laboratórios virtuais, quando comparados com os tradicionais, são mais concebíveis, pois sua implementação não gera ônus às Instituições de Ensino, haja vista, que a maioria delas já possui computadores à disposição dos alunos. Além disso, o Laboratório Virtual (LV) fornece estratégias que facilitam o acesso ao conhecimento. Podemos destacar o uso da Informática como ferramenta nesse processo, posto que através de um computador é possível a montagem de um LV permanente com simulações computacionais disponibilizadas gratuitamente na internet. O campo empírico/ ambiente de pesquisa foi Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Campus Barra do Corda e os sujeitos/participantes da pesquisa foram alunos do 1º ano de cursos Integrados do IFMA. Como técnicas/instrumentos de produção de dados, empregamos: questionário semiestruturado, observação participante e entrevista/relatos orais. Os resultados da análise dos dados. No processo da análise dos dados seguimos as orientações de Bardin (2011).

**Palavras-chave:** Laboratório Virtual. Simuladores. Leis de Newton. Física. Ensino Médio.

## ABSTRACT

Traditional and systematic classes with a content approach are limited only to their explanation by the teacher, and the solving tasks, by the students. This makes teaching unproductive, and a “potentially meaningful” learning is impossible. Taking this reality as a starting point, the present research with a qualitative approach has a general objective of enabling freshman students of integrated courses of the IFMA - Campus Barra do Corda / MA to learn potentially significant learning of the Newton's Second Law, based on Ausubel's Theory, by using educational software / simulators in virtual laboratories. And specifically, we have the objectives: - to make an initial diagnosis of the students' understanding about the Newton's Second Law and its applications through proposed written activities (in the classroom); - to introduce students to educational software so that they can apply it to the development of problem-solving situations involving Newton's Second Law; - to develop activities, in a significant way, through the use of free educational software, contemplating Newton's Second Law; - to create a virtual laboratory for the Newton's Second Law learning process, using educational software/ simulators (Educational Product); - to identify if there was (or not) significant learning in the development of problem-solving situations about Newton's Second law with the aid of educational software. We understand that the laboratories bring the experimental demonstrations of the theories that were seen in the classroom, establishing feedback between theory-experiment-learning, thereby making the teaching process more pleasant to the teacher, as well as the learning process more meaningful to the student. In practice, virtual laboratories, when compared to traditional ones, are more conceivable, since their implementation does not impose a burden on Educational Institutions, given that most of them already have computers available to students. In addition, the Virtual Laboratory (VL) provides strategies that facilitate access to knowledge. We can highlight the use of computer science as a tool in this process, since through a computer it is possible to set up a permanent VL with computer simulations available for free on the internet. The empirical field / research environment was the Federal Institute of Education, Science and Technology of Maranhão - Campus Barra do Corda and the subjects / participants of the research were students of the 1st year of IFMA Integrated courses. As techniques / instruments of data production we use: semi-structured questionnaire, participant observation and interview / oral reports. The results of the data analysis. In the process of data analysis, we follow the guidelines of Bardin (2011).

**Keywords:** Virtual Laboratory. Simulators. Newton´s Laws. Physic. High school.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos de força .....	30
Figura 2 - Sistema de referenciais inerciais.....	32
Figura 3 - Um par de ação e reação.....	36
Figura 4 - Colisão entre dois veículos .....	37
Figura 5 - Ação e reação de um remador .....	37
Figura 6 - Ação e reação de um campo gravitacional.....	38
Figura 7 - Vista lateral do Campus Barra do Corda – MA.....	47
Figura 8 - Acesso ao Campus Barra do Corda.....	48
Figura 9 - Parte central do Campus do Corda – MA.....	48
Figura 10 – Resposta do aluno A1 para a questão 01 .....	58
Figura 11 – Resposta do aluno A2 para a questão 01.....	58
Figura 12 – Resposta do aluno A3 para a questão 01.....	58
Figura 13 – Resposta do aluno A1 para a questão 02 .....	60
Figura 14 – Resposta do aluno A2 para a questão 02.....	61
Figura 15 – Resposta do aluno A3 para a questão 02.....	61
Figura 16 – Resposta do aluno A1 para a questão 03 .....	63
Figura 17 – Resposta do aluno A2 para a questão 03.....	63
Figura 18 – Resposta do aluno A3 para a questão 03.....	63
Figura 19 - Cabo de Guerra.....	71
Figura 20 - Ambiente aceleração .....	75
Figura 21: Movimento .....	77

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Esboço dos encontros/atividades da aplicação do Produto Educacional....	53
.....	
Quadro 2 - Respostas dos alunos à questão 1 do questionário (pré-teste) .....	56
Quadro 3 - Respostas dos alunos à questão 2 do questionário (pré-teste) .....	59
Quadro 4 - Respostas dos alunos à questão 3 do questionário (pré-teste) .....	61
Quadro 5 - Respostas dos alunos à questão 4 do questionário (pré-teste) .....	63
Quadro 6 - Respostas dos alunos à questão 5 do questionário do pré-teste.....	65
Quadro 7 - Respostas dos alunos à questão 6 do questionário (pré-teste) .....	67
Quadro 8 - Respostas dos alunos à questão 7 do questionário (pré-teste) .....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
Eletric.	Eletricidade
EUA	Estados Unidos da América
FPS	Funções Psicológicas Superiores
gf	Gramas(s)/força
Hidrod.	Hidrodinâmica
IFMA	Instituto Federal do Maranhão
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da educação nacional
LV	Laboratório Virtual
MERS	Síndrome Respiratória do Oriente Médio
PheT	Interactive Simulation
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
Proinfo	Programa Nacional de Informática na Educação
QI	Quociente Intelectual
SD	Sequência Didática
SARS	Síndrome Respiratória Aguda Grave
SEDUC	Secretaria de Educação e Cultura do Piauí
SEMEC	Secretaria Municipal de Educação de Teresina
SI	Sistema Internacional de Unidades
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC	Tecnologias da Informação de Comunicação
TI	Tecnologia da Informação
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

## LISTA DE SÍMBOLOS

© - copyright

@ - arroba

® - marca registrada

$\Sigma$  - somatório de números

$\Pi$  - produtório de números

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM: DA SUA GÊNESE AOS LABORATÓRIOS VIRTUAIS</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 O ensino de Física no cenário brasileiro: Uma breve contextualização histórica</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2 Laboratórios Virtuais para o ensino de Física na Educação Básica</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3 A Dinâmica em pauta: Apresentando seus fundamentos</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.1 A Primeira Lei de Newton: Lei da inércia</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.2 A Segunda Lei de Newton: Princípio fundamental da dinâmica</b> .....	<b>33</b>
<b>2.3.3 Terceira Lei de Newton: Princípio da ação e reação</b> .....	<b>35</b>
<b>3 APLICAÇÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA PERSPECTIVA DE DAVID AUSUBEL NO CONTEXTO DA 2ª LEI DE NEWTON</b> .....	<b>40</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>45</b>
<b>4.1 Caracterização da pesquisa</b> .....	<b>45</b>
<b>4.2 Campo empírico da pesquisa</b> .....	<b>47</b>
<b>4.3 Participantes da pesquisa</b> .....	<b>49</b>
<b>4.4 Técnicas e instrumentos de produção de dados</b> .....	<b>49</b>
<b>4.5 Procedimentos de análise dos dados</b> .....	<b>51</b>
<b>5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS</b> .....	<b>55</b>
<b>5.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS INVESTIGADOS EM RELAÇÃO A 2ª LEI DE NEWTON</b> .....	<b>55</b>
<b>5.2 POSSIBILIDADES DO LABORATÓRIO VIRTUAL COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DA 2ª LEI DE NEWTON</b> .....	<b>70</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>83</b>
<b>APÊNDICE A – IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA</b> .....	<b>88</b>

<b>APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO E ADESÃO PARA PARTICIPAR COMO COLABORADOR DA PESQUISA DE MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO (PRÉ-TESTE) PARA AVALIAR CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS ACERCA DA SEGUNDA LEI DE NEWTON.....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO (PÓS-TESTE) PARA AVALIAR DESENVOLVIDOS PELOS ALUNOS ACERCA DA SEGUNDA LEI DE NEWTON, MEDIADOS PELO LABORATÓRIO VIRTUAL USANDO SIMULADORES. ....</b>	<b>114</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A realidade atual nos mostra as dificuldades encontradas por nossos alunos na aprendizagem dos conceitos da Física<sup>1</sup>, pois muitos deles não conseguem relacionar a teoria com a prática, o que obstaculiza o entendimento desses conceitos trabalhados nesta disciplina. Entendemos que, na maioria das vezes, essa problemática está na metodologia adotada pelo professor que não possibilita uma aprendizagem significativa que, na perspectiva de Ausubel, é aquela que se dá a partir de uma nova informação em que se ancora em conceitos pertinentes, ou seja, os subsunçores, preexistentes na configuração cognitiva do aluno, limitando-se apenas à aula expositiva, o que torna as aulas pouco atrativas.

Para ilustrar essa situação, encontramos em Veit e Teodoro (2002, p. 2), que:

Na prática a Física representa para o estudante, na maior parte das vezes, uma disciplina muito difícil, em que é preciso decorar fórmulas cuja origem e finalidades são desconhecidas. Um ensino de Física baseado na exposição de conceitos transmite uma ideia incompleta e pouco motivadora do que é a ciência e de como ela se constrói.

Desse modo, um dos fatores que contribui para essas dificuldades por parte dos alunos está atrelado às deficiências que esses apresentam na leitura, interpretação e aplicação dos conhecimentos matemáticos. Por que dizemos isso? Porque, em conformidade com Heckler *et al* (2007), para a maior parte dos alunos a Física não passa de um conjunto de códigos e fórmulas matemáticas a serem memorizadas e de estudos de situações que, na maioria das vezes, estão totalmente alheias às suas experiências cotidianas. Como afirma Zanetic (1989, p. 177, grifo do autor), “[...] a física ensinada nas escolas, a física escolar, nasce sob o signo do distanciamento com relação à ‘física real’ [...]”.

Face ao exposto, as dificuldades afetam na aprendizagem da Física, fazendo com que as aulas se tornem enfadonhas, pouco interessantes, ou seja, sem significados e sentidos. Desse modo, precisamos adotar novas metodologias que

---

<sup>1</sup> Neste estudo, a Física é compreendida como “[...] uma das disciplinas que fazem parte das chamadas ciências da natureza que, entre outros, tem como objetivo o estudo do mundo e seus fenômenos, da matéria e da energia”. (POZO; CRESPO, 2009, p. 189).

tornem as aulas de Física mais atrativas e com significados e sentidos. Para tanto, há a necessidade de se inserir no processo educativo ferramentas que facilitem o aprendizado de modo a tornar as aulas cada vez mais dinâmicas e interessantes para o aluno. Em outras palavras, como afirmam Paixão e Ferro (2015, p. 103), fundamentadas em Ausubel, uma aprendizagem significativa, "[...] entendida como um processo em que as novas informações ou novos conhecimentos interagem com um aspecto relevante existente na estrutura cognitiva inicial do aluno".

Tomando como base a nossa experiência enquanto professor de Física há mais de 19 anos, é oportuno destacarmos que, no cenário nacional e/ou local, muitas de nossas escolas não dispõem de laboratórios para a demonstração experimental da teoria vista em sala de aula, fazendo com que as aulas se restrinjam apenas à explanação dos conteúdos por parte do professor e da resolução de atividades pelos alunos. Muitas vezes de forma não contextualizadas, tornando as aulas cada vez mais tradicionais e mecanizadas, sem uma demonstração prática do que é abordado pelo professor. Sobre essa problemática, encontramos em Gaspar (2005, p. 3):

Desde o fim do século XIX e início do século XX, um movimento de renovação conhecido como nova escola apresentou propostas inovadoras, mas pontuais (algumas até utópicas) e todas de pequena repercussão. No fim da década de 1950 surgiram alternativas viáveis, que traziam uma visão do processo ensino e aprendizagem, e como consequência, uma atividade experimental.

Assim, nas últimas décadas, o que se tem observado é que cada dia professores e alunos têm mais acesso às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) existentes. O uso de diversas ferramentas, em particular os *softwares* educacionais livres, disponíveis na internet e que se encontram no *site* Interactive Simulations (PhET), produzido pela Universidade de Colorado Boulder, a exemplo de Força e Movimento, Força e Movimento Noções Básicas e Força em uma dimensão. Tais ferramentas e outras são de grande importância na ação docente, posto que servem de apoio na demonstração de diversos fenômenos físicos que seriam impossíveis de se observar somente na prática laboratorial sem essas TIC. Em síntese, “a escola não pode ficar alheia a essa realidade, ela precisa se adaptar e ensinar ao aluno como conviver com essas novas tecnologias (TIC) também dentro da escola” (MELO, 2010, p. 3).

Nesse mesmo entendimento, Cavalcanti (2006), explicita que a inserção da informática nas aulas de Física, bem como o uso de programas de simulação proporcionam realizar experimentos que só seriam viáveis em laboratório, além de reproduzir com precisão situações reais, oportunizando ao professor e ao aluno um trabalho rico em possibilidades. Nesse mesmo entendimento de Cavalcanti (2006), Pozo e Crespo (2009, p. 24, grifo dos autores), acrescentam que:

Na sociedade da informação a escola não é mais a primeira fonte – às vezes, sequer é a principal – de conhecimentos para os alunos em muitos domínios. Atualmente, são muito poucos os “furos” informativos reservados à escola. Os alunos, como todos nós, são bombardeados por diversas fontes que chegam, inclusive, a produzir uma saturação informativa; nem sequer precisam procurar pela informação: é ela que, em formatos quase sempre mais ágeis e atraentes do que os utilizados na escola, procura por eles.

Pensando nessa realidade e, sobretudo, por consideramos o **objeto de estudo** desta investigação – a aprendizagem potencialmente significativa da 2ª Lei de Newton a partir da utilização de softwares educacionais/simuladores em Laboratórios Virtuais (LV) - vale esclarecermos que as simulações computacionais são modelos simplificados da realidade. Recorrendo a Romero (2007, p. 26), a animação interativa, “[...] utiliza um modelo aceito cientificamente para simular um evento específico. Podemos simultaneamente fazer animações de ideias antagônicas, e analisar quais as implicações de cada uma para o resultado”. Desse modo, a simulação de um determinado evento permite ao aluno visualizar fenômeno até então abstrato, distante da realidade social ou cultural.

Diante dessas reflexões, ou seja, tendo como ponto de partida esta realidade, a presente pesquisa de campo e de abordagem qualitativa, tem como **tema** Laboratório Virtual para a aprendizagem da Física, utilizando softwares educacionais/simuladores e apresenta o **objetivo geral**: possibilitar a alunos do 1º ano de cursos Integrados<sup>2</sup> do IFMA - Campus Barra do Corda/MA a aprendizagem potencialmente significativa da 2ª Lei de Newton, com base na Teoria de Ausubel, a partir da utilização de softwares educacionais/simuladores em laboratórios virtuais. Para tanto, levantamos os **objetivos específicos**:

---

<sup>2</sup> Resolução nº 6, de 20 de setembro de 2012 do Ministério da Educação no Título I das Disposições preliminares no Art. 3º A Educação Profissional Técnica de Nível Médio é desenvolvida nas formas articulada e subsequente ao Ensino Médio, podendo a primeira ser Integrada ou Concomitante a essa etapa da Educação Básica.

- ✓ Fazer um diagnóstico inicial acerca das compreensões dos alunos sobre a 2ª Lei de Newton e suas aplicações a partir da proposição de atividades escritas (em sala de aula);
- ✓ Apresentar aos alunos os softwares educacionais a fim de que esses possam aplicá-los no desenvolvimento das situações-problema envolvendo a 2ª Lei de Newton;
- ✓ Desenvolver atividades, de forma significativa, por intermédio da utilização de softwares educacionais gratuitos, contemplando a 2ª Lei de Newton;
- ✓ Criar um laboratório virtual para a aprendizagem da 2ª Lei de Newton, utilizando softwares educacionais/simuladores (Produto Educacional);
- ✓ Identificar possíveis elementos reveladores de uma aprendizagem significativa, por parte dos alunos, no desenvolvimento de situações-problema acerca da 2ª Lei de Newton com o auxílio dos softwares educacionais.

Frente a esses objetivos (geral e específicos), a **hipótese** que defendemos neste estudo é a de que a utilização de softwares educacionais/simuladores em LV de Física se apresenta como possibilidade de uma aprendizagem potencialmente significativa, na perspectiva de Ausubel, acerca da 2ª Lei de Newton.

Assim, o **problema de pesquisa** se configura na seguinte pergunta: Como a utilização de softwares educacionais/simuladores em LV de Física possibilita uma aprendizagem potencialmente significativa das Leis de Newton, com destaque na 2ª Lei, na perspectiva teórica de Ausubel, a alunos do 1º ano do Ensino de Cursos Integrado do IFMA – Campus Barra do Corda/MA?

Feitas as considerações, o presente texto foi dividido em 06 (seis) seções. Na primeira seção, temos a **Introdução**, em que apresentamos breves comentários sobre as dificuldades do ensino de Física, a relevância desta pesquisa, o objeto de estudo, o tema, os objetivos (geral e específicos), a hipótese, o problema de pesquisa e o formato estrutural deste estudo. Na segunda seção - **Tecnologias da Informação no ensino e aprendizagem da Física: de sua gênese aos Laboratórios Virtuais** - inicialmente apresentamos uma discussão teórica sobre as Novas Tecnologias da Informação no Ensino Médio, tendo em vista a importância que a Informática tem alcançado ultimamente, contribuindo significativamente para a melhoria do ensino e aprendizagem dos alunos. Em seguida, apresentamos os LV para o Ensino de Física, dada a necessidade deles para motivar os alunos, despertando sua curiosidade sobre a Física, ao mesmo tempo dinamizando as aulas com simulações aplicadas à

investigação. E, por último, trazemos reflexões teóricas acerca da Aprendizagem Significativa na perspectiva de David Ausubel, em que se destaca a sua relevância para essa pesquisa e o contexto da educação atual, sobretudo no IFMA – Campos Barra do Corda/MA.

A terceira seção - **Aprendizagem significativa na perspectiva de David Ausubel no contexto da 2ª lei de Newton** – traz reflexões sobre a aprendizagem significativa na perspectiva de David Ausubel, dada a importância de se entender que, para ocorrer uma aprendizagem significativa, se faz necessário que o sujeito esteja disposto para relacionar o conhecimento material que será concebido com o potencial significativo, com uma existência mínima de conteúdo na estrutura cognitiva do indivíduo e com conceitos relevantes em suficiência para preencher as necessidades relacionadas. Nessa mesma seção, abordamos a 2ª Lei de Newton e suas aplicações em conformidade com a Teoria aqui defendida.

Por sua vez, na quarta seção – **Metodologia** - inicialmente, caracterizamos esta pesquisa. Em seguida, apresentamos o campo empírico, os participantes/sujeitos, técnicas e instrumentos de produção de dados desta investigação. Feito isso, apresentamos o Produto Educacional e, por último, os procedimentos e análise de dados. Assim, na quinta seção – **Análise e discussão dos resultados** – apresentamos a análise e resultados deste estudo a partir das categorias de análise desenvolvidas. Na sexta e última seção, trazemos as **Considerações Finais**, a fim de darmos resposta ao problema de pesquisa desta investigação.

## **2 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM: DA SUA GÊNESE AOS LABORATÓRIOS VIRTUAIS**

As escolas brasileiras passam atualmente por uma verdadeira contradição em relação ao avanço tecnológico de que a sociedade dispõe desde o início do século XX. De um lado, em muitos casos, os alunos conhecem e as vezes possuem acesso a uma gama de recursos tecnológicos que os orientam e facilitam seu processo de ensino aprendizagem. Do outro lado se encontra a escola que ainda não conseguiu, por muitos motivos, acompanhar esse avanço e, em muitos casos relatados por alguns profissionais e estudantes, se nega ao uso desses recursos tecnológicos que poderiam ajudar no melhor aproveitamento dos estudantes em diversos conteúdos e tornar as aulas bem mais atrativas, saindo assim do enfoque extremamente conteudista.

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são consideradas na maioria dos casos como sinônimos das Tecnologias da Informação (TI). As TIC podem ser conceituadas como meios técnicos que podem ser usados para tratar a informação e facilitar a comunicação. Nesse sentido, consistem em meios usados como formas de transmissão de informações correspondendo a todas as tecnologias que interferem e mediam os processos informais e comunicativos em uma sociedade. As TIC também podem ser entendidas como TI quando são tratadas como um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, proporcionando a automação e comunicação dos processos de negócios, das pesquisas científicas e do processo de ensino aprendizagem.

As TIC são usadas em diversas áreas e atividades da sociedade, desde o setor produtivo, passando pelo setor de investimentos e chegando à educação, com bastante ênfase são usadas na Educação a Distância. Para Silveira e Bazzo (2009, p. 682):

A tecnologia tem se apresentado como o principal fator de progresso e de desenvolvimento. No paradigma econômico vigente, ela é assumida como um bem social e, juntamente com a ciência, é o meio para a agregação de valores aos mais diversos produtos, tornando-se a chave para a competitividade estratégica e para o desenvolvimento social e econômico de uma região.

Sem dúvida alguma, o grande responsável pelo crescimento e potencialização da utilização das TIC em diversas áreas foi o crescimento do uso da internet em empresas e lares do Brasil, principalmente a partir dos anos 2000. Nas escolas públicas brasileiras, a chegada das TIC passou por várias etapas, desde o início dos anos 90, com a primeira versão do Programa Nacional de Informática em Educação que tinha como objetivo a formação de professores para o uso da informática com seus alunos e a criação de centros de informática educativa, localizados nas Secretarias Estaduais da Educação, que eram responsáveis pela preparação de professores e pelo atendimento aos educandos de escola pública para o uso do computador. Esse programa não chegou às salas de aula, pois formou uma parcela mínima de profissionais, por diversos motivos, que vão desde a precariedade física dos prédios onde eram destinados os locais em que ficariam esses laboratórios, como também de pessoas com habilidades suficientes para manusear os computadores mesmo depois de ter passado pela formação exigida.

A partir dessa época, vários outros programas foram lançados, tanto por Secretarias Estaduais como por Secretarias Municipais de Educação, mais recentemente o Ministério da Educação está implantando o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), programa que prioriza a formação de professores e educadores em um processo que integra o domínio da tecnologia, teorias educacionais e prática pedagógica com o uso da tecnologia. Carneiro (2002, p. 50-51) destaca que:

[..] dentre as razões oficiais para a implantação dos computadores nas escolas, a aproximação da escola dos avanços da sociedade no que se refere ao armazenamento, à transformação, à produção e à transmissão de informações, favorecendo a diminuição da lacuna existente entre o mundo da escola e a vida do aluno – o que diminuiria também [...] as diferenças de oportunidade entre a escola pública e a particular, cada vez mais informatizada. Por outro lado, ela ressalta que [...] pouco se discute quais os modos de informatização que estão sendo trabalhados e com que finalidade.

É importante destacar que a associação do termo Tecnologia da Informação com informática é algo bastante automático e de certa forma inevitável, uma vez que outras tecnologias como telefone, rádio, TV, vídeo e áudio, foram todas integradas por meio do computador e seus periféricos, como também outros recursos

como: redes de computadores, Internet, multimídia, bancos de dados e outros recursos oferecidos por essa ferramenta.

Diante desse mundo que os estudantes dominam, com bastante familiaridade, a maioria dos recursos tecnológicos existentes. Alinhar essa habilidade com o ensino que é praticado dentro de sala de aula se torna um fator muito positivo para o seu desenvolvimento e pode contribuir de maneira significativa para o aprendizado de conteúdos mais complexos, como os de Física por exemplo. Outra prática que contribui significativamente para a melhoria do ensino de Física é a experimentação, sempre alinhada com o conteúdo que é praticado em sala de aula. No entanto, essa prática também recebe críticas por conduzir os alunos com roteiros elaborados e aplicados mecanicamente sem a cobrança de uma reflexão sobre os fundamentos teóricos a respeito do experimento.

Uma alternativa para preencher essas e outras lacunas em relação à experimentação no ensino de Física seria trazer o uso das TIC para dentro da aula de Física, contemplando a experimentação através de um laboratório virtual como forma de alinhar o uso das TIC no processo de ensino aprendizagem de Física e a experimentação como forma de exercício de conteúdos vistos teoricamente através de simuladores que fazem com que o aluno se torne figura principal no controle do experimento, podendo, assim, refletir sobre a teoria estudada durante a aula.

[...] o investimento no desenvolvimento de laboratórios virtuais poderá permitir, para as instituições de ensino, a diminuição do custo de aquisição e manutenção dos laboratórios reais [...] o uso desse recurso permitirá a inclusão digital aos alunos ao mesmo tempo em que poderá estimular sua capacidade criativa e investigativa, bem como seu desenvolvimento pessoal (LIMA *et al.* 2006).

Desse modo, os LV se apresentam não apenas como uma tendência presente na atualidade, como um forte elemento cooperador para educação, aprendizado, pesquisa e desenvolvimento científico. Assim, com o uso das simulações o estudante poderá se envolver na criação de modelos físicos dinâmicos e simplificados com a exploração de situações fictícias que dificilmente poderiam ser realizadas em um laboratório ou sala de aula. É oportuno destacar também que o laboratório virtual não substitui o laboratório físico, os dois podem coexistir sem que um interfira negativamente no andamento do outro e podem também servir de complemento entre si para uma



diversificação maior das atividades no ensino de Física, tornando as aulas mais atraentes para os alunos.

## **2.1 O ENSINO DE FÍSICA NO CENÁRIO BRASILEIRO: UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA**

A educação brasileira, por um período de duzentos anos, ficou a cargo dos padres da Companhia de Jesus. É sabido que, somente a partir do ano de 1759, com a expulsão dos jesuítas que aqui chegaram para catequizar os indígenas, primeiros habitantes do Brasil do Brasil, o ensino começou a ser pensado e, assim, timidamente, passa por uma mudança. Decorre disso que os métodos e processos deste ensino, de acordo com Sebastião José de Carvalho e Melo (Marquês de Pombal), passaram a atender os interesses civis e políticos de Portugal (ARANHA, 2006; RIBEIRO, 2011).

Isso posto, no início do século XIX com a chegada a família Real no Brasil, começou a reorganização do ensino, a partir da criação das primeiras instituições de ensino técnico e superior no país. No entanto, não houve muito avanço, embora isso tenha sido considerado um importante acontecimento, contribuindo de forma positiva, precedendo a reforma constitucional de 1834. A esse respeito, pontua-se que o Ato Constitucional de 1834 distanciou as responsabilidades da educação popular, continuando nessa aproximação apenas o ensino superior e médio (ROSA; ROSA, 2012).

É pertinente se destacar que o ensino superior e médio se limitava às classes sociais mais elevadas. Especificamente sobre o ensino superior, este era constituído por aulas avulsas e exames parcelados, pois a educação básica estava a cargo da província que, tendo poucos recursos financeiros, acabou por deixar em segundo plano esse ensino. Como perspectivas de aulas isoladas, algumas escolas começaram a aparecer, dentre elas o Colégio D. Pedro II, cujo modelo de ensino era baseado no francês. Nesse período houve transformação no currículo escolar com o surgimento de novos conteúdos: das ciências físicas e naturais; da literatura clássica e moderna e da Matemática, juntamente com outras ciências, embora com pouco papel de destaque (ROSA; ROSA, 2012).

Diante desse cenário, com a Proclamação da República (1889), em decorrência das várias alterações sociais e econômicas, houve uma repercussão visível no ensino. Com a influência da escola positivista (do positivismo, escola

filosófica que teve como um dos seus grandes expoentes Auguste Comte, defensor da máxima de que o conhecimento é a única forma de conhecimento verdadeiro), através do Ministro da Educação Benjamin Constant, em 1890, foi incluído no currículo da educação básica o conteúdo de Ciências Fundamentais (Matemática, Astronomia, Física, Química, Biologia e Sociologia), no entanto, amparado pelos defensores do positivismo (ROSA; ROSA 2012).

Já na segunda metade do século XIX, começou uma discussão a respeito dos conteúdos que deveriam fazer parte dos currículos escolares. Na ocasião, Rui Barbosa, então declarado como líder na defesa da inclusão das Ciências Naturais como conteúdo curricular nas escolas brasileiras, manifesta-se favorável à obrigatoriedade da inserção de Ciências desde o jardim de infância.

Mesmo com toda a manifestação de Rui Barbosa, sem ser de forma obrigatória, o ensino de Ciências é inserido no currículo das escolas, especificamente em 1920, partir da primeira metade do século XX.

Contudo, podemos perceber avanço aparente quanto à renovação curricular do ensino de Física, indicando para uma aproximação e aplicabilidade recente da disciplina, referindo-se especificamente às descobertas e pesquisas dos séculos XX e XXI. Como exemplos podem ser destacadas temáticas que tratam da Teoria da Relatividade, Mecânica Quântica e Física de partículas elementares.

Nesse sentido, durante os últimos quinze anos, houve, por parte do Ministério da Educação e do Ministério da Cultura, uma proposição de se inserir conteúdo da Física Moderna e Contemporânea durante o Ensino Médio, sobretudo, em decorrência da implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Vale dar destaque ao texto oficial que regulamenta a educação - a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) N° 9394/96 – que atende à Constituição Federal de 1988.

Delimitando os PCN (BRASIL, 1999), na leitura que fizemos deste documento, os alunos chegam à escola com ideias, conhecimentos e intuições adquiridos com as experiências vivenciadas em seu grupo sociocultural. Desse modo, os diferentes conhecimentos prévios, já apropriados pelos alunos, devem ser organizados a partir da organização do ensino e mediação do professor e escola.

Parafraseando Pinheiro Filho (2009), os PCN foram desenvolvidos com a finalidade de ajudar os professores e, por conseguinte, melhor organizar suas aulas, no entanto, não é de uso obrigatório.

Especificamente acerca do ensino de Física, os PCN orientam que:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, permitindo ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (BRASIL, 1999, p. 47).

Contudo, nos próprios PCN (BRASIL, 1999) consta que o ensino de Física ocorre de forma não muito estimulante tanto para o aluno como para os professores, ao mesmo tempo em que aponta alguns fatores que podem constatar essa afirmação:

- ✓ A perda de significado dos conhecimentos, pois estes são apresentados de forma desarticulada do mundo vivido por professores e alunos;
- ✓ O uso acentuado de fórmulas, que somado com situações artificiais, acabam desconectando a linguagem matemática do seu significado físico efetivo;
- ✓ Exercícios repetitivos para exercitar a aprendizagem, como se esta ocorresse de forma automática e não pela construção gradual do conhecimento através das competências;
- ✓ A exposição do conhecimento como um produto acabado, não explicitando que até chegar àquele ponto, teve que passar por avanços e retrocessos que foram influenciados por momentos pelos quais a sociedade passava;
- ✓ A quantidade exagerada de conteúdo repassados em pouco tempo, impedindo o aprofundamento e não propiciando um diálogo construtivo ao aluno.

Diante do exposto, faz-se necessário destacar que o currículo escolar pode ser entendido como uma construção social, cultural, histórica e um instrumento de poder. Nesse sentido integra um vasto campo de disputas com contradições e controvérsias, fazendo com que essa concepção tenha amplos sentidos. Assim se torna necessário pesquisar e fazer parte da sua construção, principalmente daqueles que lidam diretamente com a educação.

No Brasil apesar das intensas disputas entre teorias e propostas pedagógicas, a discussão sobre os currículos tem histórico de debates muito recentes

em comparação com outros países, sendo geralmente marcado pelo diálogo e participação de muitos especialistas. Na contramão desses debates está a pesquisa em ensino de física, ainda com pouca tradição e gerando poucos trabalhos na área, devido à pouca tradição dos seus profissionais nessa área.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi pensada apenas como base para se fazer e pensar o currículo, porém tem se apresentado como uma promessa de regular a educação básica no país e melhorar a qualidade do seu ensino que, na visão de muitos autores, não tem cumprido seu papel por completo. No entanto, dentro do contexto das lutas e interesses políticos e econômicos imersos num certo clamor por “eficiência” que se insere, essa base pode vir a ser o marco de um grande retrocesso, pois, da maneira que tem sido encaminhada e discutida, promove a formalização de um ensino focado em conteúdo, apostilas, avaliações e rankings. Como se “qualidade de educação” (um termo “surrado”, apesar de seus sentidos não serem nada acordados) fosse algo facilmente mensurável e a uniformidade fosse desejável.

É bom frisar que a BNCC não se constitui no currículo propriamente dito, mas numa base para sua elaboração. No entanto, por ter força de lei, esse documento tem por necessidade assegurar certa concisão e clareza, mas não pode se furtar ao objetivo principal de um currículo, que, apesar dos acordos de sentidos parciais e localizados para essa acepção, se refere à ideia de qual conhecimento deve ser ensinado e qual o tipo de ser humano queremos formar para uma determinada sociedade. E essa discussão não pode deixar de levar em conta as desigualdades sociais em nosso país.

No que diz respeito à disciplina de Física, a última versão do documento pode ser entendida basicamente na apresentação das unidades curriculares que já estavam presentes na primeira versão (movimentos de objetos e sistemas, energias e suas transformações, processos de comunicação e informação, eletromagnetismo, materiais e equipamentos, matéria e radiação – constituição e interações, terra e universo - formação e evolução).

Assim sendo, o que poderia ser considerado positivo na primeira versão foi eliminado na segunda versão, como a ênfase no estudo da Física Moderna e o uso da História da Ciência. Esse novo texto é bastante semelhante com o texto dos (PCN), pois os “temas estruturantes” foram praticamente renomeados agora para “unidades curriculares” e as “competências gerais” da área de Ciências da Natureza descritas

no PCN foram renomeadas para “eixos formativos” (contextualização social, cultural e histórica; processos e práticas de investigação; e linguagem das ciências. Estes últimos foram apenas citados no documento e desconectados dos conceitos (conhecimento conceitual).

Outro fato importante para se analisar nesse documento é a interdisciplinaridade que não é citada, embora ela seja instituída em lei pelas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (2010) e as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2012). Mesmo que 20% da carga horária anual nas escolas da educação básica deva ser usada com projetos interdisciplinares, a BNCC não fomenta esse tipo de organização escolar.

Assim sendo pode-se dizer que, em relação ao ensino de Física, a BNCC pouco contribui com alguma mudança significativa na sua estrutura, deixando para o professor o papel de prosseguir com as transformações e com inovações em sua prática docente. Prevaecem listas de conteúdos tradicionais, que contemplam toda a Física Clássica e, apesar do discurso, o foco não é na construção social e histórica do conhecimento, na diversidade e na interdisciplinaridade. Na atual conjuntura, continuam prejudicados os alunos da maioria das escolas públicas brasileiras, que estudam no máximo duas horas/aulas semanais de Física.

## **2.2 Laboratórios virtuais para o ensino de Física na educação básica**

Segundo Paulo Freire (2005), trabalhar com a problematização de temas que se aproximam da realidade do educando faz com que o educador entenda melhor a realidade em que seus alunos estão inseridos, facilitando aos mesmos observar o mundo que os cerca de maneira mais crítica e consciente. Nessa perspectiva a contextualização dos temas abordados em sala de aula deverá proporcionar maior diálogo entre o professor e o aluno, enriquecendo assim o aprendizado.

Seguindo esse pensamento, são necessários então métodos que permitam aos estudantes estarem inclusos durante seu processo de ensino aprendizagem, não apenas para que possam chegar a um novo conhecimento, mas que também façam releituras das circunstâncias já vivenciadas e conhecidas em sociedade. Dessa maneira a experimentação se torna uma alternativa para aproximar o estudante de situações mais reais.

A esse respeito, Seré, Coelho e Nunes (2003, p. 39) destacam que:

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “línguas”, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das línguas.

Com o avanço tecnológico que a sociedade moderna sofreu desde o início do século XXI, uma nova alternativa para se implantar a experimentação durante as aulas de Física vem ganhando força, trata-se dos laboratórios virtuais, que são espaços virtuais construídos sob plataformas digitais para a realização de atividades experimentais de simulação, reproduzindo situações práticas produzidas em um laboratório real ou modelos baseados em observações de fenômenos da natureza.

Para contribuir nessa discussão, Cenne (2007, p. 13) afirma que:

Os PCNEM indicam a necessidade das tecnologias serem incorporadas no aprendizado escolar como instrumento para a cidadania, para as relações sociais e para o trabalho, explicitando que o domínio dos recursos didáticos, como as novas tecnologias, também deve ser um objetivo do ensino da área de Ciências Naturais e Matemática.

É quase que um consenso entre os professores de ciência que o uso de simulações computacionais, elaboradas com animações que possam fazer os alunos visualizarem situações da natureza de maneira clara e objetiva, irá contribuir de maneira ativa e significativa na construção do seu próprio conhecimento.

Uma grande ênfase é dada comumente ao fato de que novas tecnologias educacionais, tais como as simulações computacionais, possibilitaram uma mudança radical no modo de se ensinar a Física. Em muitos aspectos, essa mudança equivale a quebra de um antigo paradigma educacional baseado em aulas expositivas e laboratórios tradicionais.” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

Também é importante destacar que as simulações possuem um caráter ou uma visão simplificada de determinado fenômeno natural, ou seja, a natureza envolvida nesse fenômeno é bem mais complexa, não podendo ser reproduzida por softwares. Outro aspecto que deverá ser levado em conta é que os simuladores tratam os fenômenos de maneira exata, não deixando que o erro aconteça em determinada

medida, impedindo assim que esse erro seja discutido ou interpretado pelos envolvidos na simulação.

Existem diversos softwares que podem ser usados em laboratórios virtuais, sobretudo no ensino de Física. Um projeto bastante viável para as escolas públicas brasileiras nessa linha de simuladores é o Interactive Simulation (PheT), desenvolvido pela Universidade do Colorado nos Estados Unidos da América (EUA), que disponibiliza diversas simulações gratuitas, de fácil instalação e utilização. Nessa plataforma o aluno poderá montar o experimento, variando alguns parâmetros, simulando um laboratório real.

Um ponto de consenso entre os educadores é que a diversificação de atividades pelo professor, durante um período letivo, servirá para que o estudante adquira maior apreço pela disciplina que está sendo ministrada e, quando o estudante está no comando de uma situação ou atividade, ele se sente o protagonista principal, onde ele possa visualizar o conteúdo trabalhado anteriormente de maneira teórica, o resultado é um aluno com um conhecimento bastante significativo sobre aquele conteúdo. No caso dos laboratórios virtuais, o aluno é o protagonista principal, participando ativamente da atividade que está sendo simulada em um computador, dando a ele toda a liberdade para alterar parâmetros e variáveis durante a realização de sua atividade experimental.

### **2.3 A dinâmica em pauta: Apresentando seus fundamentos**

A Física é uma das ciências mais antigas da história, seus conceitos já eram fundamentados anteriormente a algumas outras divisões das ciências. A primeira divisão da Física em termos de estudo está entre Física Clássica e Física Moderna, onde na Física Clássica são estudados os fenômenos em escalas macroscópicas, como por exemplo: funcionamento de máquinas térmicas, acústica, movimento de projéteis, óptica, hidrostática, eletrostática, eletrodinâmica. Nessa parte se encontram grandes nomes da Física como Isaac Newton, Galileu Galilei, Johannes Kepler, Lorde Kelvin, entre outros. Já a Física Moderna trata dos fenômenos microscópicos, aqueles que ocorrem no núcleo atômico e fenômenos que ocorrem com velocidade próxima da velocidade da luz. Entre as divisões da Física clássica está o estudo dos movimentos representado pela Mecânica, que por sua vez é dividida

entre cinemática e dinâmica. Na cinemática os movimentos são estudados sem que se considerem suas causas, ou seja, sem considerar a força que originou esse movimento. Na parte da dinâmica são considerados todos os aspectos do movimento desde a força que o originou até a aceleração que lhe foi produzida.

Na história da Física, dos vários cientistas que são conhecidos e reconhecidos mundialmente, temos Isaac Newton, que se destaca pela obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, onde fundamenta as Leis da Gravitação Universal e do Movimento, dando origem à Mecânica Clássica. Possui trabalhos nas mais diversas áreas da Física e foi um dos pensadores mais influentes de sua época.

É apropriado enfatizar que não é tão simples falar sobre a história da Mecânica Clássica. Iniciamos afirmando que a sua origem está intimamente ligada ao surgimento da Astronomia - parte das ciências que trata da observação dos corpos celestes. A periodicidade em que os movimentos aconteciam ofereceu ao homem a possibilidade de marcar o tempo. Essa fase é caracterizada por observações e é conhecida como a fase preliminar da Mecânica, parte da Física em que o ser humano se apercebeu da existência dos movimentos, tanto no céu como na Terra.

As ideias desenvolvidas por Galileu, Huygens e Newton apresentavam aos cientistas até o final do século XVII pontos que não estavam perfeitamente claros e concatenados. Houve, então, a partir do século XVIII, um trabalho de organização dessas contribuições, que levou a uma melhor compreensão dessas ideias e permitiu também o desenvolvimento de novas formulações da teoria da Mecânica. Essas formulações constituem a chamada Mecânica Analítica ou Mecânica Racional. Em linhas gerais, pode-se dizer que elas partem de princípios estabelecidos como gerais no universo físico, sobre os quais repousa a teoria da Mecânica Clássica e se desenvolvem de forma coerente e matematicamente rigorosa. Não se trata de outra teoria no sentido de que nela se chega às mesmas equações básicas do movimento, mas o ponto de partida e o desenvolvimento matemático que levam às equações básicas do movimento são diferentes na teoria apresentada nos "Principia" (também conhecido como *Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* de Isaac) e nas formulações da chamada Mecânica Analítica. Especificamente sobre o Principia, o seu autor é Isaac Newton, uma das maiores obras primas da ciência. Como diz Mendonça (2015, p. 8), "foi um dos acontecimentos mais importantes de toda a história da física [...] o ponto culminante de milhares de anos de esforços para compreender a dinâmica do universo".



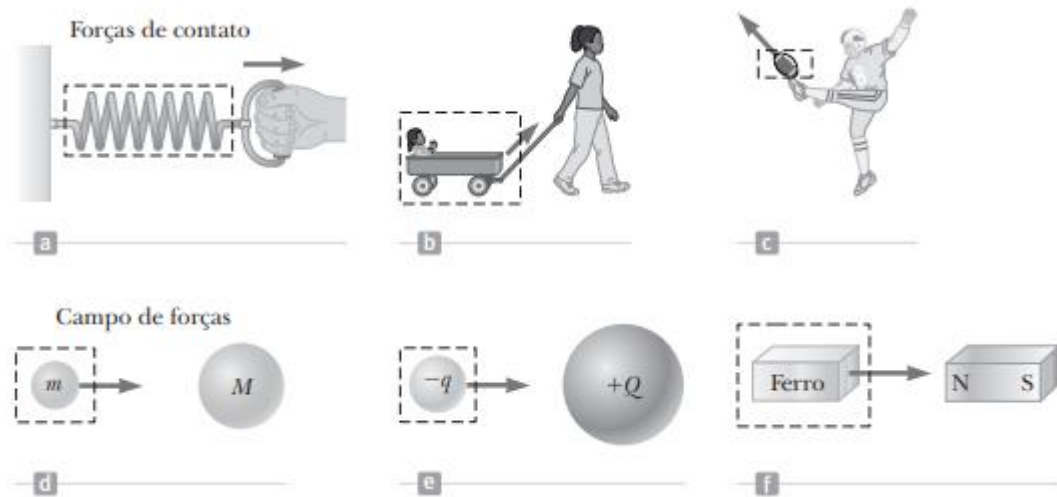
Isso posto, afirmamos que a teoria newtoniana era universal, mas foi focalizada na descrição do movimento do ponto material que, na visão mecanicista, é o constituinte básico de qualquer matéria que se movimenta. Os sistemas físicos reais são compostos de muitos pontos, sejam eles corpos rígidos, onde estes pontos têm distâncias fixas entre si, seja nos movimentos de sistemas ou meios fluidos, como os líquidos, onde os muitos pontos que os compõem podem ter distâncias entre si variáveis no tempo. Assim, tanto a teoria para descrever o movimento dos corpos rígidos quanto a teoria dos "meios contínuos", que descreve o movimento dos fluidos, foram construídas a partir do século XVIII, com base na teoria para um ponto material.

Ao contrário do que se pensa e muitas vezes se alega, as Leis do movimento mais conhecidas como Leis de Newton não podem ser interpretadas apenas como derivações matemáticas, mas também como um resumo do que os Físicos têm aprendido através de um conjunto de experiências com esse tema para observar e discutir como os objetos se movem.

Essas leis são fundamentais e não podem ser deduzidas ou demonstradas através de outras Leis ou princípios, dando a elas o papel de fundamentar o movimento. As Leis de Newton são o fundamento da Mecânica Clássica, o que faz com que ela receba o nome de Mecânica Newtoniana, e necessita de modificações apenas quando se envolvem em situações com velocidades muito elevadas (próximas a velocidade da luz) ou então em dimensões muito pequenas (no interior do átomo, por exemplo). O elevado número de conceitos adquiridos pelo senso comum muitas vezes atrapalha os estudantes na hora de se estudar a dinâmica de maneira formal como se exige nos cursos de graduação, algo, porém, que é superado à medida que se avança nas definições mais complexas desta unidade da Física.

Um conceito que se encaixa perfeitamente nessa linha é o conceito de força que está muitas vezes associado ao resultado de algum esforço muscular ou de alguma outra forma resultando na mudança de estado de movimento ou de repouso do corpo, o que nem sempre necessariamente pode ocorrer. Na Figura 1 observamos alguns exemplos de força e suas demonstrações.

**Figura 1 - Exemplos de força**



Fonte: Serway (2014)

Quando existe o contato físico entre o agente que exerce a força e o corpo que recebe a força, essa força recebe o nome de força de contato, a maioria dos casos de colisões mecânicas são forças de contato, podendo resultar em movimento ou deformação do corpo. Quando não existe esse contato físico entre os agentes envolvidos no fenômeno, as forças são chamadas de força de campo, pois podem agir através do espaço vazio, a força gravitacional entre dois corpos que provoca aceleração de queda livre é um dos exemplos para essa classe de força. Porém essa classificação só pode ser usada em fenômenos macroscópicos uma vez que em nível atômico as forças que classificamos como de contato acabam sendo causadas por forças elétricas que são classificadas como forças de campo.

### 2.3.1 A primeira Lei de Newton: Lei da Inércia

Na antiguidade a maioria dos filósofos dizia que, para manter um corpo em movimento, era necessário manter a ação de uma determinada influência ou força. Para eles o repouso era considerado o lugar natural dos corpos, e o movimento retilíneo só ocorreria quando algum agente externo o impelisse continuamente, quando esse agente parasse de impelir essa força, naturalmente o corpo tenderia a voltar ao seu lugar natural, o repouso.

Esse argumento pode ser rebatido e defendido com um pequeno experimento. Considera-se um bloco sobre um plano horizontal, quando esse bloco é colocado para deslizar sobre o plano ele desacelera gradualmente até chegar a parar completamente, esse fato pode ser usado para sustentar a ideia de que o movimento acontecerá somente enquanto a força externa estiver agindo sobre o corpo, no caso o bloco. Para rebater essa ideia com o mesmo experimento, considera-se a mesma superfície, mas agora sendo polida, aplica-se sobre o bloco a força com mesma intensidade e observa-se que, nessa situação, a desaceleração sobre o bloco é menor, comparada com a situação anterior. À medida que a superfície vai sendo polida, a desaceleração do bloco vai diminuindo e pode-se dizer que na situação limite com o atrito quase nulo entre o bloco e a superfície, é possível afirmar que o bloco permanecerá em movimento, mesmo estando livre da ação da força que provocou sua mudança de estado de repouso para movimento, ou seja, uma força externa é necessária para colocar o corpo em movimento, mas nenhuma força externa é necessária para manter o corpo em movimento com velocidade constante (RESNICK; HALLIDAY; KRANE, 2002).

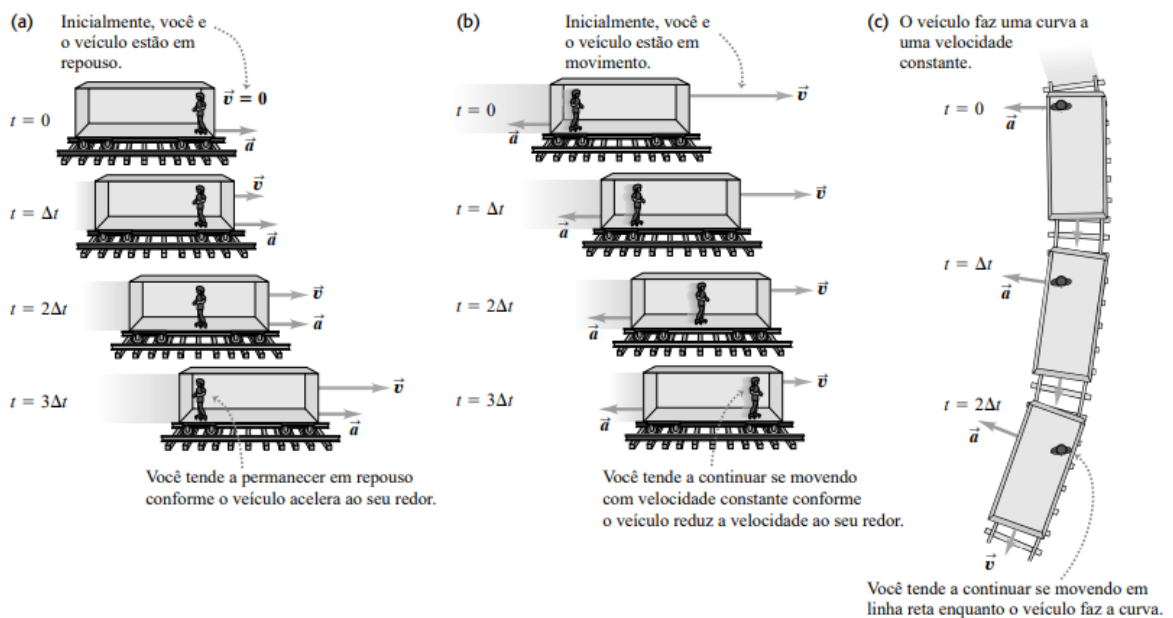
Encontrar uma situação que nenhuma força esteja agindo sobre um corpo é uma tarefa praticamente impossível, pois a força da gravidade sempre atuará em corpos que estejam na superfície da Terra ou próximo dela, bem como outras forças, resistivas, a exemplo do atrito e da resistência do ar, as quais deverão sempre ser levadas em consideração quando se deseja obter um experimento. Para se resolver essa situação, considera-se que um corpo nunca estará livre da ação de forças externas, e para igualar a situação de que o corpo estaria livre da ação de forças externas, considera-se que a resultante das forças externas seja nula, ou seja, o vetor força resultante será nulo nessa situação. A força resultante é determinada pela soma vetorial de todas as forças que agem sobre o objeto. Este princípio foi adotado por Newton como primeira de suas três Leis do movimento:

Considera-se um corpo sobre o qual nenhuma força resultante esteja atuando sobre ele. Se o corpo estiver em repouso, ele permanecerá em repouso. Se o corpo estiver em movimento com velocidade constante, ele continuará nesse mesmo movimento.” (RESNICK; HALLIDAY; KRANE, 2002, p. 49).

A tendência de um corpo permanecer em repouso ou em movimento retilíneo uniforme é chamada de inércia, e a Primeira Lei de Newton é chamada de

Lei da Inércia. Embora o resultado obtido por Newton pareça meio que óbvio, ele é bastante importante, pois define um sistema de referenciais nos quais as leis da mecânica clássica podem ser aplicadas, esses referenciais são chamados de referenciais inerciais. A Figura 2 mostra como usar a primeira lei de Newton para compreender o que ocorre quando você viaja em um veículo em aceleração.

Figura 2 - Sistema de referenciais inerciais



Fonte: Serway (2014)

Na primeira parte, o veículo está inicialmente em repouso e a seguir começa a acelerar para a direita. Uma passageira sobre patins (cujas rodas praticamente eliminam os efeitos do atrito) não sofre quase nenhuma força resultante sobre si e por isso tende a permanecer em repouso em relação ao sistema de referência inercial da Terra. À medida que o veículo acelera para a frente, ela se move para trás em relação ao veículo. Do mesmo modo, um passageiro em um veículo que reduz a velocidade tende a continuar se movendo com velocidade constante em relação à Terra e, portanto, move-se para a frente em relação ao veículo. Um veículo também está acelerando quando se move a uma velocidade constante, mas faz uma curva. Nesse caso, um passageiro tende a continuar se movendo em relação à Terra com uma velocidade constante em linha reta; em relação ao veículo, o passageiro se move lateralmente para fora da curva. Em cada caso mostrado, um observador fixo

no sistema de referência do veículo pode ser levado a concluir que há uma força resultante atuando sobre o passageiro, já que a velocidade dele relativa ao veículo varia conforme o caso. Essa conclusão não é correta pois a força resultante sobre o passageiro é, na verdade, igual a zero. O equívoco do observador do veículo está em tentar aplicar a primeira lei de Newton no sistema de referência do veículo, que não é um sistema de referência inercial e no qual não se aplica a primeira lei de Newton.

Uma maneira de exemplificar melhor a questão dos referenciais inerciais será imaginar a seguinte situação: um motorista dirigindo seu carro usando o cinto de segurança e um objeto solto no banco do carona, quando de repente você aciona os freios bruscamente devido a um imprevisto no meio da estrada, o objeto que está no banco do carona é imediatamente lançado para a frente, embora não exista nenhuma força atuando sobre ele. Nesse caso podemos dizer que em relação ao motorista o objeto está em movimento, violando a Primeira Lei de Newton. Para um observador fora do automóvel você e o objeto estarão em movimento, mesmo quando ocorre a frenagem e dessa maneira a Primeira Lei de Newton é respeitada integralmente.

Esse dilema é resolvido pela aplicação da própria Primeira Lei de Newton, que ajuda a definir os referenciais inerciais onde todas as leis da mecânica clássica são válidas, desse modo todos os observadores deverão medir a mesma aceleração para um corpo em movimento. Para se saber se esse referencial se trata de um referencial inercial coloca-se um corpo nesse tipo de referencial, garantindo que esse corpo não esteja sujeito a nenhuma força, se o corpo colocado em repouso alterar seu estado para movimento, então esse referencial não será considerado um referencial inercial, da mesma maneira se ele estiver em movimento com velocidade constante e essa velocidade mudar de valor, direção ou sentido, então o sistema tomado como referência não será um sistema inercial. No exemplo citado no parágrafo anterior o sistema do carro, com o motorista e o objeto, não pode ser considerado um referencial inercial, então as leis da mecânica não podem ser aplicadas a ele.

### **2.3.2 A Segunda Lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica**

Quando uma força é aplicada em um corpo, estima-se que esse corpo irá responder de alguma forma, quando essa mesma força é aplicada em outro corpo

estima-se que essa resposta seja diferente da forma com que o primeiro corpo respondeu. Imagina-se, por exemplo, brincar com uma bola de boliche e uma de pingue-pongue, qual delas é mais fácil de colocar ou manter em movimento? E qual a característica principal justificaria esse fenômeno?

A grandeza que justifica essa resistência a mudança de estado de movimento ou repouso é chamada de massa e é uma das grandezas fundamentais do Sistema Internacional de Unidades (SI) com unidades quilograma (Kg). Massa é uma propriedade inerente de um corpo e não depende da sua vizinhança e nem do método utilizado para medi-lo. Além disso, é uma grandeza escalar e, portanto, obedecer às regras da matemática comum. Ou seja, várias massas podem ser combinadas de um modo numérico simples. Por exemplo, se você combinar uma massa de 3 kg com outra de 5 kg, a massa total é de 8 kg. Podemos verificar este resultado experimentalmente, comparando os efeitos que uma força conhecida confere a vários corpos separadamente com os efeitos que a mesma força confere aos mesmos corpos combinados em uma única unidade. Massa não deve ser confundida com peso, pois são grandezas diferentes.

A Primeira Lei de Newton explica o que acontece com um corpo quando nenhuma força age sobre ele: ou permanece em repouso, ou move-se em linha reta com velocidade constante. Permite ainda identificar a força como o que causa mudanças no movimento. A Segunda Lei de Newton responde à pergunta sobre o que acontece a um corpo quando uma ou mais forças agem sobre ele com base em nossa discussão sobre massa na seção anterior. Quando uma força de intensidade  $F$  age sobre um corpo e ela altera seu estado de repouso para movimento, essa força está causando nesse corpo uma aceleração de intensidade  $a$ . Dobrando o valor da força ( $2F$ ) o valor da aceleração também será duplicado ( $2a$ ), triplicando o valor o valor da força ( $3F$ ), o valor da aceleração também será triplicado ( $3a$ ). Nessas condições, conclui-se que a aceleração de um corpo é diretamente proporcional à resultante das forças agindo sobre ele:

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad \text{Eq. 1}$$

Como descreve uma soma vetorial, pode ser escrita como qualquer equação vetorial, através de três equações unidimensionais,

$$\sum \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_x \quad \sum \vec{F}_y = m \cdot \vec{a}_y \quad \sum \vec{F}_z = m \cdot \vec{a}_z \quad \text{Eq. 2}$$

No SI, o corpo padrão possui uma massa de 1 kg e a massa dos objetos é medida comparando-se a massa destes objetos com a do quilograma padrão. Para promover a aceleração de 1 m/s<sup>2</sup> a uma massa de 1 kg, é necessária uma força de 1 kg.m/s<sup>2</sup> e essa combinação de unidades é chamada de newton (N):

$$1 N = 1 kg \cdot m/s^2 \quad \text{Eq. 3}$$

Se a massa for medida em kg e a aceleração em m/s<sup>2</sup>, a segunda Lei de Newton fornece a força em N. Para se resolver situações em que a Segunda Lei de Newton pode ser aplicada é recomendado que se siga uma sequência de passos: (RESNICK: HALLIDAY: KRANE, 2002, p. 55)

Primeiro deve-se escolher um sistema de referência, no caso um referencial inercial, definindo os sentidos positivos e negativos do sistema de coordenadas para o referencial adotado. Após essa definição devida proceder com o diagrama de corpo livre de cada objeto em questão, destacando cada uma das forças que atuam sobre o corpo e considerando-o como uma partícula. Ao final calcular a soma vetorial de todas essas forças, o que pode ser feito somando separadamente as componentes x, y, e z das forças, sempre observando seus sinais, pois como se trata de grandezas vetoriais, estes serão importantes para determinar o sentido da força resultante.

### 2.3.3 Terceira Lei de Newton: Princípio da Ação e Reação

Um fato relevante entre as forças aplicadas a um corpo é que não existe uma situação em que apenas uma força agindo de forma isolada, elas sempre agem de forma mútua, como interações entre dois ou mais corpos. Como exemplo, observa-se o sistema Terra-Lua, onde a Terra exerce uma força gravitacional sobre a Lua e a Lua exerce uma força gravitacional sobre a Terra. Por experiência, até mesmo do senso comum, sabe-se que quando um corpo exerce uma força sobre outro, este mesmo corpo devolve também uma força a esse primeiro, além disso as forças são

sempre de mesma intensidade e de sentidos opostos. Esse resultado chama-se Princípio da Ação e Reação e é conhecida como Terceira Lei de Newton. Quando um corpo exerce uma força sobre outro, o segundo exerce uma força sobre o primeiro. Essas duas forças são sempre iguais em intensidade e opostas em sentido (RESNICK; HALLIDAY; KRANE, 2002).

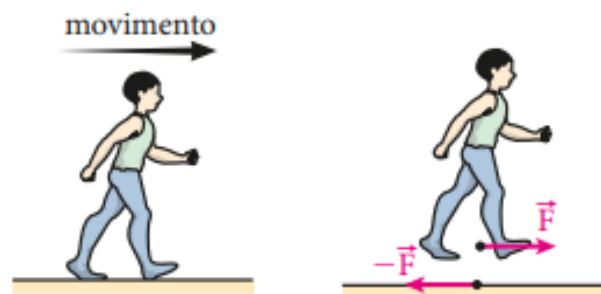
Considere que o corpo B exerce uma força  $\vec{F}_{AB}$  sobre o corpo A; o corpo A exercera  $\vec{F}_{BA}$  sobre o corpo B. Matematicamente temos:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad \text{Eq. 4}$$

Vale esclarecer que o sinal negativo indica os sentidos opostos característico de um par de ação e reação. É importante saber que as forças de ação e reação agem sempre em corpos diferentes, situações em que duas forças iguais em intensidade e opostas em sentido agem no mesmo corpo são frequentes e não podem ser confundidas com um par de ação e reação. Os seguintes exemplos ilustram um pouco a Terceira Lei de Newton:

Exemplo 1: Na Figura 3, podemos observar que, ao caminhar, uma pessoa age no chão, empurrando-o “para trás”. Este, por sua vez, reage na pessoa, empurrando-a “para a frente”. Observa-se, nesse caso, que a ação está aplicada no solo, enquanto a reação está aplicada na pessoa.

Figura 3 - Um par de ação e reação.



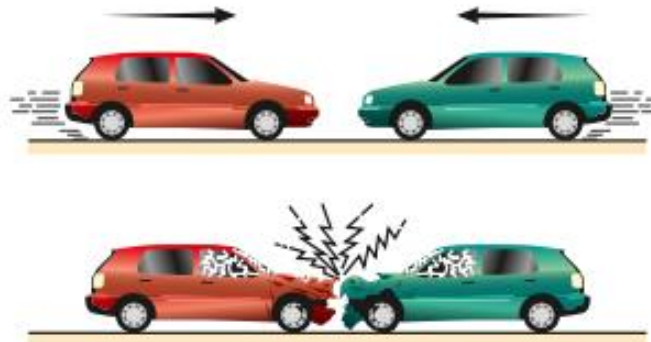
Fonte: Hellou; Gualter; Newton (2016)

Exemplo 2: Como mostrado na Figura 4, na colisão entre dois automóveis, ambos se deformam. Isso prova que, se um deles age, o outro reage em sentido



contrário. Os automóveis trocam forças de ação e reação que têm mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.

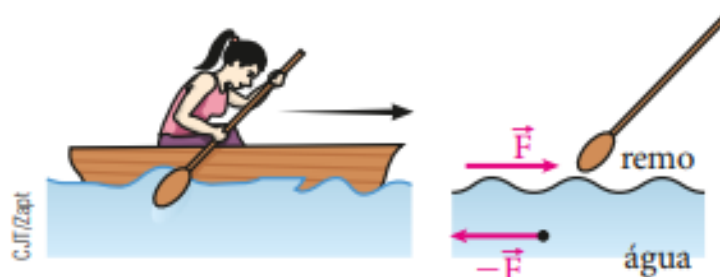
**Figura 4 - Colisão entre dois veículos**



**Fonte:** Hellou; Gualter; Newton (2016)

Exemplo 3: Ao remar em um barco, uma pessoa põe em prática a Lei da Ação e Reação (ver a Figura 5). O remo age na água, empurrando-a com uma força  $\vec{F}$ . Esta  $\rightarrow$ , por sua vez, reage no remo, empurrando-o em sentido oposto com uma força  $-\vec{F}$ . É importante notar que a ação  $\vec{F}$  está aplicada na água, enquanto a reação  $-\vec{F}$  está aplicada no remo. Ação e reação aplicam-se em corpos diferentes.

**Figura 5 - Ação e reação de um remador**



**Fonte:** Hellou, Gualter, Newton (2016)

Exemplo 4: Consideremos um corpo sob a influência do campo gravitacional terrestre, observando a Figura 6. Conforme sabemos, o corpo é atraído gravitacionalmente, sendo solicitado por uma força  $\vec{P}$ . Mas se a Terra, por meio do seu campo de gravidade, age no corpo, este reage na Terra, atraindo-a com uma força

$-\vec{P}$ . O corpo e a Terra interagem gravitacionalmente, trocando entre si forças de ação e reação. Observemos que  $\vec{P}$  está aplicada no corpo, enquanto  $-\vec{P}$  está aplicada na Terra (no seu centro de massa).

**Figura 6 - Ação e reação de um campo gravitacional**



**Fonte:** Hellou; Gualter; Newton (2016)

A título de esclarecimentos sobre a Figura 6, no espaço em torno da Terra existe o campo de força chamado gravitacional terrestre, em que um corpo próximo à sua superfície é atraído por ele. Assim, a Terra exerce sobre o corpo uma força peso  $\vec{P}$ , reciprocamente, o corpo atrai a Terra  $-\vec{P}$ . Isso se deve à interação entre o campo gravitacional terrestre e a massa do corpo.

Observamos que, pelo princípio da ação  $\vec{P}$  e reação  $-\vec{P}$ , ocorre a influência mútua entre as forças pesos, as quais possuem as mesmas intensidades, são de mesma direção, mas de sentidos contrários e, que não se equilibram, pois estão aplicadas em corpos diferentes. Desse modo, a reação ao peso do corpo está aplicada no centro da Terra.

Para exemplificar melhor essa situação, consideremos um objeto de massa  $m$  caindo sob efeito da aceleração da gravidade  $\vec{g}$ , desprezando a resistência do ar e considerando a Terra um referencial inercial, aplicando a Segunda Lei de Newton teremos  $\vec{a}=\vec{g}$  e a força resultante sobre o objeto será  $m.\vec{g}$ , devido a atração gravitacional da Terra sobre o objeto. Se o objeto estiver sobre uma superfície essa força continua agindo no entanto estará sendo equilibrada com outra força de mesma intensidade, por essa razão a força resultante aplicada nesse caso será nula. Essa

força a que nos referimos é chamada de peso do corpo e é exercida para baixo pela Terra sobre os objetos.

Essa força pode ser representada pelas mesmas unidades de Força, como o Newton, por exemplo, essa força, no entanto não pode ser confundida com a massa uma vez que a massa possui o mesmo valor em qualquer lugar da Terra, e o peso varia conforme a aceleração da gravidade do local. Portanto a massa é uma característica do corpo em questão e o peso uma força que depende da aceleração da gravidade do local onde ele for medido.

### **3 APLICAÇÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA PERSPECTIVA DE DAVID AUSUBEL NO CONTEXTO DA 2ª LEI DE NEWTON**

Em decorrência de muitos estudos e pesquisas voltadas para o processo de ensino e aprendizagem, as teorias de aprendizagem são fundamentos importantes e decisivos durante os processos de ensinar e aprender no intuito de fundamentar os professores para as práticas pedagógicas em sala de aula e entre estas teorias cabe destaque a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Por que dizemos isso? Porque é válido considerar que nos estudos elaborados por este teórico, uma característica importante é a preocupação com a prática docente e o desempenho dos professores em sala de aula. Dessa maneira, esta seção busca trazer as contribuições e suas implicações da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel no contexto da 2ª Lei de Newton.

Iniciamos, portanto, afirmando que o ensino de Física na visão tradicional tem refletido na prática pedagógica docente como um conjunto de estratégias baseadas na transmissão de conhecimentos, memorização e repetição de palavras, símbolos e conceitos aplicados em exercícios variados através dos quais os professores acreditam estar ensinando conhecimentos físicos. No entanto, as aprendizagens dos discentes que vivem nesse contexto têm evidenciado alunos que não aprendem conhecimentos físicos ou tão somente não oportunizam situações desafiadoras que propiciem o aluno a pensar e que considere os conhecimentos formados nas estruturas cognitivas do aluno.

Com base nas ideias de David Ausubel, ensinar física no contexto da 2ª Lei de Newton tomando por base a Teoria da Aprendizagem Significativa é considerar os elementos cognitivos preexistentes do aluno para que as informações novas estabeleçam relações as quais tornam a aprendizagem significativa. Seguindo essa afirmação, avançaremos o estudo a seguir no propósito de compreender as aplicações e implicações dessa teoria no processo de ensino-aprendizagem do conhecimento físico.

Segundo Ferro e Paixão (2017), David Ausubel nasceu em 1918 na cidade de Nova York; filho de imigrantes judeus nos Estados Unidos. Formou-se em Medicina com especialização em Psiquiatria, no entanto dedicou a profissão à Psicologia Educacional. Na carreira profissional foi professor emérito da Universidade

de Colúmbia, em Nova York e atuou na área de pesquisa educacional na Universidade Illinois (1950 – 1966) e na Universidade de Nova York (1966 – 1975).

Oriundo de uma família pobre e imigrada da Europa Central, David Ausubel sofreu preconceito e discriminação. No contexto escolar vivenciou práticas repressoras e violentas, o que lhe ocasionou receber castigos e humilhações na fase colegial. Cresceu insatisfeito com a educação que recebera ao ponto de comparar a escola como um cárcere.

No tocante as várias obras produzidas pelo teórico se podem destacar “Educational Psychology” publicada em 1968 e escrito juntamente com Joseph Novak e Hellen Hanesian a qual foi traduzida para o português “Psicologia Educacional” em 1980. A obra possui esclarecimentos sobre a aprendizagem significativa e é a mais acessível para os brasileiros.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel tem como elemento norteador a aprendizagem humana direcionada principalmente para o contexto escolar. Sendo assim, essa teoria se destaca entre as primeiras propostas psicoeducativas que considera a cognição como referência no processo de ensino aprendizagem do indivíduo.

Marco importante da teoria ausebeliana para as práticas educativas são as respostas e críticas que o teórico faz direcionadas às práticas escolares, baseadas nas teorias conteudistas, ou seja, em contraposição às tendências predominantes da Psicologia, vigentes por volta dos anos de 1950, o Behaviorismo norte-americano e o Mentalismo europeu, ambas correntes filosóficas, explicam o comportamento humano e não consideram as ideias mentais do indivíduo como variáveis fundamentais para a emissão de estímulos e apresentação de respostas no processo de aprendizagem humana. Para o representante do Cognitivismo a aprendizagem humana pode ser compreendida como:

[...] um processo de modificação do conhecimento em vez de comportamento em um sentido externo e observável, [...] reconhecendo a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento. (SALVADOR et al., 2000, p. 231).

Sendo assim, Ausubel considera que para haver aprendizagem é preciso a necessidade de organização e integração das estruturas cognitivas as quais se processam, se adquirem e utiliza o conhecimento.

O conceito central da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa, que representa um processo de aprendizagem significativa, que, para ele, é um processo em que uma nova informação deverá encontrar uma interação com uma estrutura de conhecimento específico, o qual ele define como subsunçor. Para Ausubel, o armazenamento de informações no cérebro humano ocorre de maneira organizada, formando uma hierarquia conceitual que representa as experiências sensoriais do indivíduo.

Portanto é importante buscar na estrutura do cognitiva do indivíduo uma informação sobre determinado conhecimento para que a partir dele possa trabalhar um novo significado. Mesmo que esses conhecimentos não apresentem uma estabilidade, ou seja, não seja algo já trabalhado para o indivíduo e estabilizado em sua mente, a aprendizagem significativa vai ao encontro da interação entre esse conhecimento e novos conhecimentos adquiridos. Dessa maneira essa aprendizagem caracteriza-se por ser algo dinâmico e não estático. Ela também pode ser subordinada quando um novo conhecimento estiver diretamente integrado com um conhecimento prévio, que o indivíduo já venha carregando durante anos.

Seguindo uma dinamicidade esse processo vai evoluir com o passar do tempo, além de ser um processo interativo com os novos significados, ficando cada vez mais próximos da realidade que se deseja alcançar.

A título de exemplificação, as ideias que o aluno já tem sobre força serviriam de subsunçor para novas informações referentes a certos tipos de forças, como, por exemplo, as forças nucleares. Ausubel também define uma aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca interação entre ela e a que já está armazenada. Essa aprendizagem mecânica vai ocorrer até que alguns elementos do conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área ou campo do conhecimento, passem a existir na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, então a aprendizagem começa a ser significativa, e os subsunçores vão ficando cada vez mais definidos e capazes de formar de ancorar novas informações. Para a aprendizagem significativa, de acordo com Pelizzari et al. (2002), Ausubel define três tipos:

I. Aprendizagem representacional que envolve atribuição de significados a determinados símbolos (geralmente palavras) a seus referentes (objetos, eventos e conceitos);

II. A aprendizagem de conceitos que também pode ser chamada de representacional, pois os conceitos também são representados por símbolos particulares;

III. A aprendizagem proposicional, antagônica a aprendizagem representacional, pois nesse caso a tarefa é aprender o significado das ideias expressas verbalmente por meio dos conceitos sob forma de proposição.

Com o objetivo de tornar mais claro o processo de aquisição e organização de significados, Ausubel propõe a assimilação, que se trata de um processo que ocorre quando um conceito ou proposição, potencialmente significativo, é assimilado como um conceito mais inclusivo, já existente na sua estrutura cognitiva e se torna uma extensão, elaboração ou qualificação do mesmo. Essa teoria de aprendizagem significativa é de grande uso no ensino de Física, pois sempre que se vai tentar ensinar um novo conteúdo de Física é preciso recorrer a informações já existentes no cognitivo dos alunos para poder elaborar e aprender um novo conceito.

Feitos esses comentários, recorreremos a Silva (2018) a fim de trazeremos aplicações envolvendo as Leis de Newton, com destaque na 2ª Lei. Nessa aplicação, o referido autor trabalhou especificamente as grandezas massa e peso. No entanto, fizemos algumas adaptações.

O professor Járbio propôs a seguinte situação problema aos alunos do 1º ano do Ensino Médio: De posse de um celular e de uma mesa, pergunta-se: qual dos dois objetos é mais difícil de se transportar? Por que o celular será mais fácil de transportar? A mesa, na verdade, possui uma massa maior que um celular. Sendo assim, podemos dizer que a mesa possui maior inércia. Isso faz com que seja mais difícil alterar o seu estado de movimento. O que vocês entendem por peso, ao se considerar o cotidiano? Certamente vão responder que se refere à massa.

Partindo do conhecimento científico, massa e peso não são sinônimos. Massa é proporcional à quantidade de matéria (depende do tipo de matéria que forma o corpo) de um corpo. A massa também é uma medida de inércia. Em outras palavras, é a dificuldade que um objeto apresenta a qualquer tentativa de alterar seu estado de movimento. De acordo com o SI, podemos citar como exemplo de medida de massa o quilograma (kg). Qual a massa de cada um de vocês? Nesse caso, a massa é o que vocês no cotidiano chamam de peso. A minha massa, por exemplo, é de 102kg.

O que seria o peso então? Quando um objeto qualquer está mergulhado no campo gravitacional, sofre uma força, chamada de força gravitacional (peso). Para se calcular a medida da força peso, basta obter o produto entre a massa do objeto ( $m$ ) e a aceleração gravitacional ( $g$ ) onde o corpo se encontra:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad \text{Eq. 5}$$

$\vec{P}$  = peso (a unidade é o N)

$m$  = massa (a unidade é o kg)

$\vec{g}$  = aceleração gravitacional (a unidade é o  $m/s^2$ )

Do exposto, é o campo gravitacional da Terra que faz com que os objetos sejam atraídos em direção a ela. Para isso, o referido campo preenche todo o espaço ao redor do planeta e nos mantém sobre ele. O campo gravitacional exerce esse mesmo papel em relação a Lua. É ele que faz a Lua girar em torno da Terra, bem como segurar a atmosfera na Terra. O que aconteceria se não existisse um campo gravitacional com toda essa potencialidade? Sem dúvida, a atmosfera se dispersaria pelo espaço. Na verdade, podemos afirmar que todos os objetos possuem campo gravitacional. Porém, os seus efeitos só são percebidos se os objetos possuírem massa enorme, como por exemplo, igual à da Terra. Enfim, todo e qualquer objeto possui campo gravitacional.



## **4 METODOLOGIA**

Todo desenvolvimento de pesquisa requer a utilização de uma metodologia por ter a função de caracterizar o tipo de pesquisa e como ela será desenvolvida. Quando se trata de uma pesquisa empírica, a metodologia a ser desenvolvida deve englobar objetivos, forma de abordagem, campo de pesquisa, sujeitos, procedimentos e instrumentos de análise de dados. Todas essas informações são necessárias para classificar a natureza da pesquisa (MORETTI, 2018).

Com esse propósito, nesta seção apresentamos o percurso metodológico deste estudo. Para tanto, inicialmente caracterizamos a pesquisa. Em seguida, descrevemos o seu campo empírico. Feito isso, apresentamos os participantes da pesquisa e as técnicas e instrumentos de produção de dados, incluindo o Produto Educacional (APÊNDICE A) e, por último, os procedimentos de análise dos dados.

### **4.1 Caracterização da Pesquisa**

Por considerar o objetivo geral e o problema (ou questão norteadora) desta pesquisa, o trabalho desenvolvido trata-se de uma pesquisa de campo, cuja natureza é de abordagem qualitativa, pois não recorreremos a dados estatísticos. Especificamente sobre a pesquisa de campo, segundo Marconi e Lakatos (2003), este tipo de pesquisa tem como vantagens o fato de proporcionar um acúmulo de informações sobre o fenômeno a ser estudado e a facilidade na obtenção de uma amostragem. Entretanto, apresenta como desvantagens o pequeno controle sobre a coleta de dados e o fato de o comportamento verbal ser relativamente de pouca confiança.

Ainda sobre a pesquisa qualitativa, conforme Silva e Meneses (2005), esse tipo de abordagem considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo inseparável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números.

Assim, ao se trabalhar com a pesquisa qualitativa, a interpretação e o desenvolvimento das variáveis no procedimento que se estar buscando, não requer o uso de métodos estatísticos e o ambiente natural é a fonte direta para a coleta de

dados, sendo o pesquisador o instrumento principal do processo. Segundo Minayo (2010), a pesquisa qualitativa 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. Conforme essa mesma autora, esse tipo de abordagem foi, inicialmente, aplicado em estudos de Antropologia e Sociologia, como contraponto à pesquisa quantitativa dominante, tendo em vista ampliar o seu campo de atuação a áreas como, por exemplo, a Psicologia e a Educação.

Segundo Chizzotti (2008, p. 52), esse tipo de pesquisa se diferencia das demais abordagens:

As pesquisas têm sido caracterizadas pelo tipo de dados coletados e pela análise que se fará desses dados: - quantitativas: preveem a mensuração de variáveis preestabelecidas, procurando verificar e explicar sua influência sobre outras variáveis, mediante a análise da frequência de incidências e de correlações estatísticas. O pesquisador descreve, explica e prediz; - qualitativas: fundamentam-se em dados coligidos nas interações interpessoais, na coparticipação das situações dos informantes, analisadas a partir da significação que estes dão aos seus atos. O pesquisador participa, compreende e interpreta.

Para Chizzotti (2008, p. 52), o papel do pesquisador terá como características:

O pesquisador é parte fundamental da pesquisa qualitativa. Ele deve, preliminarmente, despojar-se de preconceitos, predisposições para assumir uma atitude aberta a todas as manifestações que observa, sem adiantar explicações nem se conduzir pelas aparências imediatas, a fim de alcançar uma compreensão global dos fenômenos. Essa compreensão será alcançada com uma conduta participante que partilhe da cultura, das práticas, das percepções e experiências dos sujeitos da pesquisa, procurando compreender a significação social por eles atribuída ao mundo que os circunda e aos atos que realizam.

Outro aspecto de bastante relevância na pesquisa qualitativa é que todas as pessoas que participam da pesquisa devem ser reconhecidas como sujeitos que elaboram conhecimentos e produzem práticas adequadas para intervir nos problemas que identificam. Assim, é preciso considerarmos que os pesquisados possuem um conhecimento prático, de senso comum e significações produzidas relativamente elaboradas que formam uma concepção de vida e orientam as suas ações individuais. Nesse sentido, cabe ao pesquisador uma postura de respeito e colaboração para com

o pesquisado, procurando construir uma relação ética e um vínculo de confiança, dando destaque para as relações sociais construídas ao longo da pesquisa.

## 4.2 Campo Empírico da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Campus Barra do Corda, do IFMA, no município de Barra do Corda - Maranhão (Figuras 7, 8 e 9). É oportuno enfatizar que Barra do Corda é uma típica cidade maranhense banhada pelos Rios Mearim e Corda. O encontro desses dois rios fica, respectivamente, acerca de 500km e 450km de São Luís e Teresina. Possui forte potencial turístico devido às suas cachoeiras e corredeiras de águas limpas. O Campus faz parte da Rede de Institutos Federais do Brasil, sendo que o Ensino dar-se-á na Educação Profissional Técnica de Nível Médio (com turmas de 1º, 2º e 3º ano). Ou seja, é desenvolvida na forma integrada ao Ensino Médio, complementando, assim, essa etapa da Educação Básica.

**Figura 7** - Vista lateral do Campus Barra do Corda – MA



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

**Figura 8** - Acesso ao Campus Barra do Corda



**Fonte:** Arquivo do pesquisador.

**Figura 9** - Parte central do Campus do Corda – MA



**Fonte:** Arquivo do pesquisador.

Acrescentamos ainda que o Campus à época da pesquisa contava com uma média de 60 professores que formam o corpo docente, quanto ao espaço físico, a escola é edificada em uma grande área que contempla: 15 salas de aula, 1 Pátio, 1 Cantina, 1 Sala de vídeo, 1 Laboratório de informática, 1 Laboratório de ciências, 1 Quadra poliesportiva, 1 Área arborizada na qual são cultivadas diversas frutas. A maioria dos alunos que estuda nessa escola é oriunda de povoados vizinhos e se desloca diariamente para assistir às aulas.

### **4.3 Participantes da Pesquisa**

Os sujeitos, participantes dessa pesquisa, foram alunos de uma turma de Administração da 1ª série do Ensino Médio Integrado ao Técnico. A pesquisa foi desenvolvida no segundo semestre de 2020 em uma turma de 38 alunos. Desse universo, inicialmente apenas 25 alunos aceitaram participar da pesquisa, sendo 8 do sexo masculino e 17 do sexo feminino. Apresentavam uma faixa etária média entre 15 e 17 anos. No dia da aplicação dos programas (softwares), 4 alunos desistiram de participar da pesquisa. Assim, resultou-se em uma amostra final de apenas 21 alunos.

Sob a nossa orientação, os participantes da pesquisa foram convidados a assinar o Termo de Consentimento e Adesão para participar como colaborador da pesquisa de Mestrado em Ensino de Física (APÊNDICE B).

### **4.4 Técnicas e Instrumentos de Produção de Dados**

Marconi e Lakatos (2003) mostram na sua obra que existem vários procedimentos que podem ser utilizados para a realização da coleta de dados no desenvolvimento de uma pesquisa, os quais variam de acordo com o tipo de trabalho que se deseja desenvolver. Assim, como técnicas e instrumentos de produção de dados e por considerar os objetivos desta pesquisa, empregamos: dois questionários (pré-teste e pós-teste), o produto educacional (teste) e a observação participante, em que houve interação e intervenção do pesquisador:

✓ Questionário 1 (Pré-Teste): utilizado para traçar o perfil e os conhecimentos prévios dos alunos;

- ✓ Produto Educacional (teste): aplicado com os estudantes como ferramenta para a melhor compreensão da 2ª Lei de Newton, intermediada pelo uso do Laboratório Virtual;
- ✓ Questionário 2 (Pós-Teste): utilizado para a avaliação do LV e, assim, identificar possíveis elementos reveladores de uma aprendizagem significativa, por parte dos alunos, no desenvolvimento de situações-problema acerca da 2ª. Lei de Newton;
- ✓ Observação participante: técnica empregada durante a aplicação do Produto Educacional, na qual se levantaram questionamentos e se problematizou sobre a 2ª Lei de Newton.

O questionário trata-se de um instrumento de investigação que engloba um conjunto de questões, as quais são submetidas às pessoas com o objetivo de obter as informações desejadas referente ao trabalho de pesquisa que está sendo desenvolvido. Segundo Gil (2008), o questionário apresenta uma série de vantagens, tais como: possibilita atingir um número maior de pessoas, tem como consequência menores gastos com pessoal e proporciona o anonimato das respostas. Durante o desenvolvimento da pesquisa, constatamos de fato essas vantagens, principalmente a que se refere ao anonimato dos participantes da pesquisa, pois eles demonstraram ter essa preocupação em não se identificar ao participarem do estudo.

Ao trabalhar com uso de questionário como instrumento, devem-se seguir algumas normas, pois elas são necessárias para aumentar a eficácia e a validade do instrumento. Assim, para elaborar um questionário de pesquisa é necessário levar em consideração os tipos de perguntas, as quais podem ser abertas ou fechadas, bem como também o número de questões, tendo em vista que isso não pode ser nem muito curto e nem muito longo, pois pode causar desinteresse quando muito longo ou ainda não oferecer as informações desejadas quando muito curto (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Além dos questionários, também foi usada a técnica da observação do participante durante a aplicação do Produto Educacional. Em conformidade com Gil (2008), trata-se de um elemento fundamental para a pesquisa. A observação participante proporciona a vantagem de que os fatos podem ser percebidos e, assim, cabe ao pesquisador realizar a intermediação com os pesquisados. Nesse aspecto se

torna necessário que o pesquisador observe como os seus pesquisados estão se comportando durante a realização da pesquisa.

#### **4.5 Procedimentos de Análise dos Dados**

A análise dos dados é o momento mais importante de uma investigação por conta das inúmeras implicações que os dados produzidos, através das técnicas e instrumentos aplicados, podem impactar nos resultados, bem como pelas inúmeras interpretações que se podem obter por meio da leitura destes. Desse modo, constitui-se na realização de um conjunto de ações, dentre outras: classificar, categorizar, compilar, descrever, analisar para, então, chegar às conclusões a respeito da hipótese levantada no início, seja para confirmá-la ou refutá-la, o que corrobora com a afirmação de Lima e Manini (2016, p. 64):

Em uma pesquisa, não basta escolher os instrumentos, recursos e procedimentos relacionados com o processo da investigação. É importante compreender o método, para além da técnica, a sua relação com a filosofia, epistemologia e metodologia, compreendendo as teorias de base, fazendo a aplicação e, mesmo, resignificando o método (ou os métodos) conforme as especificidades do objeto da pesquisa.

Nessas condições, a análise de dados requer um conhecimento teórico e metodológico bastante consistente, com possibilidades de produzir significados que sejam capazes de contribuir para conclusões a respeito da hipótese levantada.

Para isso, há diversas técnicas e instrumentos que são frequentemente utilizadas pelos pesquisadores, sobretudo, ao se considerar o objetivo e o problema da pesquisa. Gerhardt e Silveira (2009) complementam afirmando que os procedimentos adotados para a análise dos dados nas pesquisas qualitativas (que é o caso deste estudo) podem ser, principalmente, a análise de conteúdo e análise de discurso.

Especificamente sobre a análise de conteúdo, técnica adotada neste estudo, segundo Tozoni-Reis (2009), é a mais recomendada para esse momento da análise de dados em pesquisa e vem sendo bastante utilizada nas pesquisas em

educação e em ensino, particularmente, as pesquisas de campo de abordagem qualitativa.

A título de maiores esclarecimentos, a Análise do Conteúdo é compreendida por Bardin (2011, p. 35) como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”. Tais técnicas se aplicam à análise de textos escritos ou de qualquer comunicação (oral, visual, gestual) reduzida a um texto ou um documento.

Nesse sentido, a técnica usada neste trabalho foi a Análise de Conteúdo por categorias (análise categorial). De acordo com Bardin (2011), trata-se de uma técnica que funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos. Dessa forma, seguindo as orientações desta autora acerca da sequência metodológica para a organização da Análise de Conteúdo e de posse dos dados selecionados, o plano de análise dos dados seguiu as seguintes etapas: etapa pré-analítica (organização do material que foi estudado); etapa analítica (estudo do material, da codificação, classificação e categorização dos dados); etapa da interpretação inferencial (reflexões que possibilitaram o estabelecimento de relações com a realidade pesquisada, realizando-se as inferências necessárias, ou seja, os resultados e as discussões dos dados).

Para Chizzotti (2008) a análise de conteúdo é um método no qual as informações são colhidas por meio de produção de dados em um documento; esses documentos podem ser textos escritos ou de qualquer comunicação (oral, visual, gestual) produzidas em um documento por exemplo. Além disso, a Análise de Conteúdo trabalha a palavra como significações procurando identificar o que faz com que o emissor as proclame, utilizando-se de conhecimentos psicológicos, sociológicos e históricos com base em indicadores reconstruídos a partir de uma amostra particular (BARDIN, 2011). Ainda complementa Moraes (1999) que tal técnica pode ser entendida como uma busca teórica e prática, buscando significados especiais nas investigações sociais. Dessa maneira não se trata apenas de uma simples análise de dados, mas de uma abordagem metodológica com suas próprias características.

Feitas as considerações, apresentamos no Quadro 1 o esboço dos encontros/atividades da aplicação do Produto Educacional. Essas atividades nos possibilitaram um ambiente de produção de dados.



**Quadro 1** - Esboço dos encontros/atividades da aplicação do Produto Educacional

Encontros	Datas	Carga horária	Atividades
1º	01/09/2020	2 horas aula	Aplicação do pré-teste
2º	08/09/2020	2 horas aula	Aplicação da primeira atividade
3º	15/09/2020	2 horas aula	Aplicação da segunda atividade
4º	22/09/2020	2 horas aula	Aplicação da terceira atividade
5º	29/09/2020	2 horas aula	Aplicação da quarta atividade
6º	06/10/2020	2 horas aula	Aplicação do pós-teste

Fonte: O próprio pesquisador

Diante do exposto, em conformidade com a Análise de Conteúdo, complementada pela análise categorial dos dados produzidos, elaboramos as categorias:

- ✓ Conhecimentos prévios dos alunos investigados em relação a 2ª Lei de Newton.
- ✓ Possibilidades do LV como recurso didático efetivo no ensino da Segunda Lei de Newton.
- ✓ Significações produzidas pelos alunos a partir do desenvolvimento das atividades proposta no Produto Educacional a respeito da 2ª Lei de Newton mediada pelo uso de simuladores em um Laboratório Virtual.

#### **4.6 Produto Educacional**

O Produto Educacional – IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA - será apresentado no Apêndice A desta pesquisa.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Concretizada a aplicação do Produto Educacional – IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDAMA, demos sequência a análise e discussão dos dados produzidos a partir das técnicas e instrumentos: questionários (pré-teste e pós-teste), o próprio Produto Educacional (teste) e a observação participante.

Em decorrência da COVID – 19, o referido Produto Educacional foi aplicado via remota, nos meses de setembro e outubro do ano de 2020, com as limitações causadas pela pandemia, a qual foi provocada por uma nova versão de um vírus já conhecido no mundo - o coronavírus, causador de outras doenças, a exemplo da Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS) e da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS). Essa versão foi descoberta na cidade de Wuham – China, altamente infecciosa e desconhecida pelos médicos. Como o vírus se espalha principalmente de pessoa por pessoa quando alguém contaminado tosse ou espirra, foi necessário que se fizesse um isolamento social para que pessoas contaminadas não circulassem pelas cidades fazendo, assim, que muitos lugares onde antes existiam aglomerações de pessoas ficassem fechados: escolas, igrejas, cinemas etc. As atividades seguiram conforme o cronograma já mostrado no Quadro 1.

Dessa forma, nesta seção, para melhor entendimento e análise dos dados empíricos, elaboramos as categorias: a) Conhecimentos prévios dos alunos investigados em relação a 2ª Lei de Newton; b) Possibilidades do Laboratório virtual como recurso didático efetivo no ensino da Segunda Lei de Newton; e, c) Significações produzidas pelos alunos a partir do desenvolvimento das atividades proposta no produto educacional a respeito da 2ª Lei de Newton mediada pelo uso de simuladores em um Laboratório Virtual.

### 5.1 Conhecimentos prévios dos alunos investigados em relação a 2ª Lei de Newton

A análise dos dados em relação a esta categoria foi possível devido à aplicação de um questionário/pré-teste (APÊNDICE C) composto de 7 (sete) questões, das quais 5 (cinco) abertas e 2 (duas) fechadas. Com este questionário,

objetivamos fazer um diagnóstico inicial acerca dos conhecimentos dos alunos sobre a 2ª Lei de Newton e suas aplicações a partir da proposição de atividades escritas (em sala de aula virtual).

O questionário foi aplicado no dia 01 de setembro de 2020, através da plataforma Google *Classroom*. Contou com a participação de 21 alunos. Essa atividade foi postada na mencionada plataforma e os alunos tiveram 2 horas para responder. Esclarecemos que apenas um aluno não respondeu ao questionário, via plataforma digital, ou seja, sem qualquer tipo de resolução. Com a pretensão de facilitarmos a análise e discussão dos dados produzidos, estes serão apresentados de acordo com a estrutura do questionário (pré-teste), em que detalharemos cada questão.

**Questão 1: Um corpo tem uma certa velocidade e está se movendo em movimento uniforme. O que deverá ser feito para que sua velocidade aumente, diminua ou mude de sentido?**

**Quadro 2 - Respostas dos alunos à questão 1 do questionário (pré-teste)**

Aluno (a)	Resposta
A1	Acelerar o corpo
A2	Frear ou acelerar
A3	Aumentar a velocidade
A4	Frear e acelerar
A5	Acelerar
A6	Mudar a velocidade
A7	Mudar de direção
A8	Frear
A9	Acelerar
A10	Acelerar mais
A11	Frear e acelerar mais ainda
A12	Ele deve acelerar mais e frear quando puder
A13	Ele pode acelerar mais
A14	Ele vai acelerar mais ainda e frear

A15	Acelerando e freando
A16	Freando e passando as marchas
A17	Ele tem que acelerar mais ainda
A18	Ele vai acelerando ainda mais
A19	Ele pode frear e dobrar assim que puder
A20	Ele vai acelerar mais ainda

**Fonte:** Dados provenientes da pesquisa

Com base na resolução entregue por cada aluno, como mostrado no Quadro 2, podemos perceber que, no geral, há pouca assimilação dos conceitos científicos relacionados à Física com ênfase na dinâmica, porém suas respostas vêm permeadas com conceitos aprendidos na cinemática.

Podemos, ainda, constatar que os alunos associaram, de forma bastante empírica, a necessidade de se acelerar ou desacelerar o corpo para que, assim, houvesse a mudança de velocidade. Esse era um resultado esperado tendo em vista que já havíamos trabalhado tal conceito na cinemática.

Outro aspecto, que consideramos positivo, é o fato de os alunos pesquisados ainda trazerem alguma significação do que estava sendo trabalhado e que alguns conceitos como velocidade e aceleração eles conseguem trazer para suas vidas, embora o formalismo da Física não seja respeitado em seus conceitos fundamentais; estes ainda trazem consigo as ideias iniciais sobre cinemática para o movimento acelerado.

Percebemos também que os alunos pesquisados não obtiveram êxito nas respostas quando relacionamos com os conceitos da dinâmica. Na verdade, a maioria tentou explicar usando os conceitos de cinemática outrora aprendidos.

Essas constatações revelam que os alunos, em linhas gerais, ainda não desenvolveram o seu pensamento científico. Em outras palavras, ainda estão presos ao pensamento empírico, com base no senso comum. Embora observando um fenômeno que no nosso entender é facilmente explicável pelo viés científico, a maioria dos alunos não sabe identificar as variáveis que o produzem. Isso nos chama a atenção enquanto professor e pesquisador, pois se trata de uma problemática que precisa ser repensada no contexto do ensino da Física. Como alertam Pozo e Crespo (2009, p. 199), “um dos objetivos do ensino de física nos ensinos fundamental e médio deveria ser que os alunos fossem capazes de compreender esses e outros muitos

exemplos e de dar explicações por que ocorrem", respaldados no conhecimento científico e não apenas limitados ao senso comum.

Abaixo temos alguns exemplos de respostas dos alunos para essa questão:

**Figura 10** - resposta do aluno A1 para a questão 01

1) Um corpo tem uma certa velocidade e está se movendo em movimento uniforme. O que deve ser feito para que a sua velocidade aumente, diminua ou mude de direção?

Empurrar ele pra frente, puxar ele pra trás, deixar parar ele.

Fonte: arquivo do autor

**Figura 11** - resposta de outro aluno A2 para a questão 01

1) Um corpo tem uma certa velocidade e está se movendo em movimento uniforme. O que deve ser feito para que a sua velocidade aumente, diminua ou mude de direção?

fazer ele parar com outra força diferente.

Fonte: arquivo do autor

**Figura 12** - resposta de mais um aluno A3 para a questão 01

1) Um corpo tem uma certa velocidade e está se movendo em movimento uniforme. O que deve ser feito para que a sua velocidade aumente, diminua ou mude de direção?

MECER NO VALOR DA FORÇA

Fonte: arquivo do autor

**Questão 2: Se duas forças agirem sobre um corpo, a que condições essas forças precisariam obedecer para que os corpos fiquem em equilíbrio?**

**Quadro 3** - Respostas dos alunos à questão 2 do questionário (pré-teste)

Aluno (a)	Resposta
A1	Manter suspenso
A2	Deixar pendurado
A3	Manter fixo no teto
A4	Deixar parado
A5	Suspender
A6	Lâmpada presa no teto
A7	Mudar de direção
A8	Manter suspenso
A9	Deixar pendurado
A10	Manter fixo no teto
A11	Deixar parado
A12	Manter fixo no teto
A13	Deixar parado
A14	Lâmpada presa no teto
A15	Mudar de direção
A16	Manter suspenso
A17	Deixar pendurado
A18	Manter fixo no teto
A19	Deixar parado
A20	Manter fixo no teto

**Fonte:** Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão, por ser mais direta, a maioria dos alunos associou o equilíbrio ao fato do corpo não se mover e, assim, permanecer em repouso. A título de melhor análise, na maioria das respostas percebemos que os alunos associaram o fato do equilíbrio está sendo proposto como um equilíbrio de um corpo na vertical, como uma lâmpada presa a um teto ou um aparelho de ar-condicionado preso a uma parede. Essa significação de equilíbrio, certamente, é resultante de uma compreensão alternativa de que somente existe equilíbrio na vertical; que é o primeiro tipo de

equilíbrio que se tem contato na vida. Desse modo, entendemos que, durante toda a existência do ser humano, sempre que ouvir falar em equilíbrio, o aluno fará menção ao equilíbrio vertical. Certamente, para eles o equilíbrio existe para igualar o peso/massa do corpo.

Nessas condições, observamos novamente que os alunos deixam de procurar investigar um fenômeno simples para proporem uma explicação advinda do senso comum. Notadamente, isso é bastante comum no contexto de uma sociedade desprovida da cultura científica. Para contribuir com essa discussão, evocamos o pensamento Zanetic (1989, p. 177), que complementa:

[...] a física ensinada em nossas escolas é essencialmente matemático-operacional, metodologicamente pobre, sem experimentos, sem história interna ou externa e desligada da vivência dos alunos e da prática dos cientistas. Por tudo isso, a física ensinada nas escolas, a física escolar, nasce sob o signo do distanciamento com relação à 'física real'.

Fica evidenciado na reflexão de Zanetic (1989) que a problemática do ensino da Física na Ensino Básica também está atrelada ao fato de ser um ensino onde se privilegia os conhecimentos matemático-operacionais, desprovido de significados sociais para os alunos. Levando em consideração a minha experiência profissional docente, essa realidade também está presente nos livros didáticos adotados pelas escolas de ensino médio. Há livros, como por exemplo, Os fundamentos da Física (RAMALHO JÚNIOR, F; FERRARO, N.G; SOARES, P. A. de T. SOARES. **Os fundamentos da Física**. São Paulo: Moderna, 2015. onde se observa uma supervalorização dos conceitos e cálculos matemáticos em detrimento dos conceitos propriamente ditos.

Abaixo temos mais alguns exemplos de respostas dos alunos para a questão seguinte:

**Figura 13** - resposta do aluno A1 para a questão 02

2) Se duas forças agirem sobre um corpo, a que condições essas forças precisam obedecer para que o corpo fique em equilíbrio?

Quando forem do mesmo jeito.

Fonte: arquivo do autor



**Figura 14** - resposta de outro aluno A2 para a questão 02

2) Se duas forças agirem sobre um corpo, a que condições essas forças precisam obedecer para que o corpo fique em equilíbrio?

*Elas podem ser do mesmo número.*

Fonte: arquivo do autor

**Figura 15** - resposta de mais um aluno A3 para a questão 02

2) Se duas forças agirem sobre um corpo, a que condições essas forças precisam obedecer para que o corpo fique em equilíbrio?

*SE ELAS FOREM IGUAIS*

Fonte: arquivo do autor

**Questão 3:** Considere um corpo que recebe uma força  $\vec{F}$  e adquire velocidade  $v$ . Se essa força fosse cinco vezes maior, a velocidade seria maior, menor ou igual ao da força  $\vec{F}$ ? Se fossem diferentes quantas vezes seria maior ou menor?

**Quadro 4** - Respostas dos alunos à questão 3 do questionário (pré-teste)

Aluno (a)	Resposta
A1	Mais velocidade
A2	Muito mais rápido
A3	Cinco vezes mais rápido
A4	Vai permanecer como antes
A5	Nenhuma mudança
A6	Velocidades maiores
A7	Extremamente rápido
A8	Passar muito rápido
A9	Velocidades
A10	Nenhuma mudança
A11	Velocidades maiores

A12	Extremamente rápido
A13	Passar muito rápido
A14	Nenhuma mudança
A15	Velocidades maiores
A16	Nenhuma mudança
A17	Velocidades maiores
A18	Extremamente rápido
A19	Passar muito rápido
A20	Velocidades maiores

**Fonte:** Dados provenientes da pesquisa

Essa questão tinha como objetivo fazer com que os alunos pudessem expor sua concepção alternativa em relação à 2ª Lei de Newton. Quase que unanimemente os alunos responderam que à medida que uma força maior fosse aplicada, a velocidade do corpo aumentaria diretamente por conta desse aumento. Essa é uma visão equivocada por parte da maioria dos alunos de que só existe movimento quando se tem uma força atuando sobre o corpo e que aumentando a intensidade dessa força a velocidade do corpo aumentará diretamente à proporção que essa força aumentar.

Outro aspecto observado nas respostas dos alunos, é que a maioria deles entende que uma força é capaz de aumentar diretamente a velocidade. Fica constatado, portanto, que estes alunos desprezam o aumento da aceleração, não levam em conta esse ganho que ocorre durante a realização do movimento.

Diante do exposto, fica constatado que estes alunos ainda não atingiram um nível de alfabetização científica, o que parece causar estranheza, pois são alunos do Ensino Médio. Em outras palavras, são alunos de nível médio que ainda não desenvolverem uma alfabetização científica. De acordo com Peduzzi (2001), para que o ensino seja efetivo, isto é, que o estudante seja capaz de compreender e utilizar corretamente conceitos científicos, não se deve ignorar os conhecimentos prévios que o estudante traz para a sala de aula.

Segue abaixo algumas das respostas dos alunos.

**Figura 16** - respostas do aluno A1 para a questão 03

3) Considere um corpo que recebe uma força  $F$  e adquire velocidade  $v$ . Se essa força fosse cinco vezes maior, a velocidade seria maior, menor ou igual ao da força  $F$ ? Se fosse diferente quantas vezes seria maior ou menor?

Maiores cinco vezes

Fonte: arquivo do autor

**Figura 17** - resposta de outro aluno A2 para a questão 03

3) Considere um corpo que recebe uma força  $F$  e adquire velocidade  $v$ . Se essa força fosse cinco vezes maior, a velocidade seria maior, menor ou igual ao da força  $F$ ? Se fosse diferente quantas vezes seria maior ou menor?

Mais talvez do cinco vezes.

Fonte: arquivo do autor

**Figura 18** - resposta de mais um aluno para a questão

3) Considere um corpo que recebe uma força  $F$  e adquire velocidade  $v$ . Se essa força fosse cinco vezes maior, a velocidade seria maior, menor ou igual ao da força  $F$ ? Se fosse diferente quantas vezes seria maior ou menor?

MUITO MAIOR.

Fonte: arquivo do autor

**Questão 4:** Em um cabo de guerra, um garoto e uma garota puxam a corda para a direita. A força que cada um faz é, respectivamente, 70N e 30N. Do outro lado do cabo, outros dois garotos puxam a corda para a esquerda, com as forças de 80N e 45N. Qual o valor, a direção e o sentido da força resultante?

**Quadro 5** - Respostas dos alunos à questão 4 do questionário (pré-teste)

Aluno (a)	Resposta
A1	25 N, horizontal, esquerda
A2	15N, horizontal, direita
A3	25 N, horizontal, esquerda

A4	25 N, horizontal, esquerda
A5	25 N, horizontal, esquerda
A6	15N, direita, horizontal
A7	25 N, horizontal, esquerda
A8	25 N, horizontal, esquerda
A9	25 N, horizontal, esquerda
A10	25 N, horizontal, esquerda
A11	25 N, horizontal, esquerda
A12	05 N, horizontal, esquerda
A13	25 N, horizontal, esquerda
A14	25 N, horizontal, esquerda
A15	25 N, horizontal, esquerda
A16	25 N, horizontal, direita
A17	25 N, horizontal, esquerda
A18	25 N, horizontal, esquerda
A19	25 N, horizontal, esquerda
A20	25 N, horizontal, esquerda

**Fonte:** Dados provenientes da pesquisa

Essa questão envolvia um pequeno cálculo matemático, no qual os alunos deveriam identificar as características do vetor força resultante. No entanto, ocorreu que a maioria desses alunos, ou seja, 16 (dezesesseis) alunos, conseguiu desenvolver corretamente os cálculos matemático e físico. No tocante ao conceito direção da força resultante, eles apontaram que a soma maior do lado esquerdo seria o responsável pela direção que a força resultante toma nesse caso.

Por outro lado, apenas 4 (quatro) alunos tiveram respostas com erros de soma, o que mostra uma dificuldade nas operações básicas da matemática e, conseqüentemente, erraram o sentido da força resultante. Constatamos, também, que esses alunos têm dificuldades de aprendizagem do conceito de lateralidade, ou seja, distinguir direita de esquerda e vice-versa.

Em linhas gerais, ficou evidenciada a prática por parte dos alunos da aprendizagem mecânica, como pode se observar nas respostas obtidas pela maioria dos alunos, quando se diz respeito à aplicação de fórmulas e desenvolvimento de cálculos matemáticos dentro do ensino de Física. O que de acordo com o que foi

desenvolvido no referencial teórico pode ser um caminho para se chegar a uma aprendizagem significativa.

**Questão 5: Em uma partícula estão sendo aplicadas apenas duas forças de intensidades, respectivamente, iguais a 12N e 5N. Determine a intensidade da resultante das forças quando as forças:**

- a) tiverem a mesma direção e sentido;**
- b) tiverem sentidos contrários;**
- c) quando forem perpendiculares entre si.**

**Quadro 6** - Respostas dos alunos à questão 5 do questionário do pré-teste

Aluno (a)	Respostas – (a)	Respostas – (b)	Respostas – (c)
A1	17N	7 N	17N
A2	17N	7 N	17N
A3	17N	7 N	13N
A4	17N	7 N	13N
A5	17N	7 N	7N
A6	12 N	5 N	12N
A7	17N	7 N	17N
A8	17N	7 N	17N
A9	17N	7 N	7N
A10	17N	7 N	Em branco
A11	17N	7 N	Em branco
A12	17N	7 N	Em branco
A13	17N	7 N	Em branco
A14	17N	7 N	Em branco
A15	17N	7 N	Em branco
A16	17N	7 N	Em branco
A17	17 N	5 N	Em branco
A18	17N	7 N	12N
A19	17N	7 N	Em branco
A20	17N	7 N	Em branco

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Para resolver essa questão, o aluno deveria recorrer ao formalismo matemático da análise vetorial da 2ª Lei de Newton, o que foi correspondido parcialmente. Apenas 2 (dois) alunos não acertaram as alternativas A e B. Na nossa análise, isso mostra que a maioria dos alunos, embora não conheça formalmente o que é uma soma vetorial, soube chegar à resposta correta, porém estes alunos ainda estão presos ao pensamento empírico, ou seja, do senso comum, sem fazer uso de qualquer observância das regras matemáticas.

No nosso entender, dos 20 (vinte) alunos que responderam ao questionário, apenas 2 (dois) deles resolveram a situação problema corretamente referente ao item C. Enquanto isso, 10 (dez) deles deixaram em branco este item e 8 (oito) alunos apresentaram as mesmas respostas dadas ao item A ou B. Esse resultado nos mostra que é tarefa muito complexa ensinar os conceitos da Física a alunos que ainda não dominam as operações matemáticas básicas, assim como também ainda não atingiram um nível mais elevado de leitura a fim de que possam fazer interpretações corretas das questões que o ensino de Física se propõe ao 1º ano do Ensino Médio.

Mais uma vez ficou evidenciado que muitos alunos apenas memorizam definições e técnicas operações matemáticas para aplicar em questões de Física, deixando de interpretar seus conceitos e fundamentos que poderiam ser levados para outras situações de suas vidas. Certamente, isso é reflexo das aulas que eles receberam durante toda a sua vida escolar, fazendo com que hoje eles apenas reproduzam essa prática, uma vez que deveriam aprender de forma significativa os conceitos e aplicações das fórmulas estudadas. Em outras palavras, como diz Tavares (2005), que não haja apenas a retenção da estrutura do conhecimento. Para além disso que o aluno possa fazer uso do conhecimento apreendido em sala de aula em outros contextos da sua vida.

**Questão 6: Uma força constante atuando sobre um certo corpo de massa  $m$  produziu uma aceleração de  $4,0 \text{ m/s}^2$ . Se a mesma força atuar sobre outro corpo de massa  $\frac{m}{2}$ , a nova aceleração será, em  $\text{m/s}^2$ :**

- a) 16,0      b) 8,0      c) 4,0      d) 2,0      e) 1,0**

**Quadro 7** - Respostas dos alunos à questão 6 do questionário (pré-teste)

Aluno (a)	Resposta
A1	4 m/s <sup>2</sup>
A2	8 m/s <sup>2</sup>
A3	8 m/s <sup>2</sup>
A4	8 m/s <sup>2</sup>
A5	8 m/s <sup>2</sup>
A6	4 m/s <sup>2</sup>
A7	8 m/s <sup>2</sup>
A8	2 m/s <sup>2</sup>
A9	8 m/s <sup>2</sup>
A10	8 m/s <sup>2</sup>
A11	8 m/s <sup>2</sup>
A12	8 m/s <sup>2</sup>
A13	4 m/s <sup>2</sup>
A14	2 m/s <sup>2</sup>
A15	8 m/s <sup>2</sup>
A16	4 m/s <sup>2</sup>
A17	8 m/s <sup>2</sup>
A18	4 m/s <sup>2</sup>
A19	8 m/s <sup>2</sup>
A20	16 m/s <sup>2</sup>

**Fonte:** Dados provenientes da pesquisa

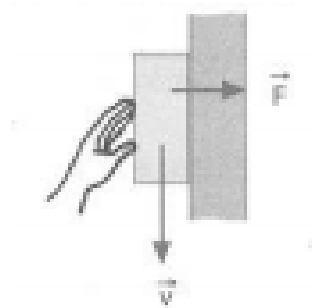
Para resolver corretamente essa questão, o aluno necessitaria do domínio do conceito e aplicação da 2ª Lei de Newton, posto que ela exige formalismo matemático mais efetivo. No entanto, constatamos que, do universo de 20 (vinte) alunos, apenas 12 (doze) assinalaram a alternativa correta. Dizemos isso porque todos eles nos enviaram apenas o resultado marcado na questão, sem mostrar os cálculos exigidos na resolução. Os demais alunos (8) enviaram a questão com a alternativa marcada incorretamente.

A respeito dos 12 (doze) alunos que nos mandaram a questão com a alternativa marcada corretamente, sem apresentar os cálculos matemáticos,

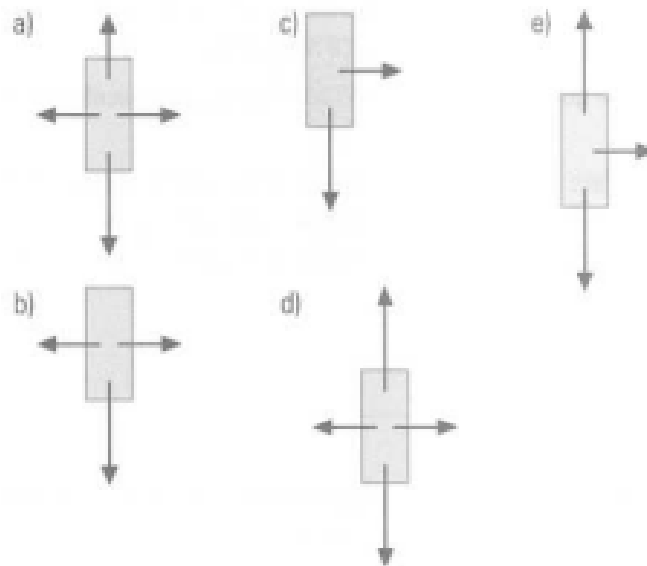
associamos essa realidade, provavelmente, por eles entenderem que a força é diretamente proporcional à massa e à aceleração.

Assim sendo, podemos afirmar que muitos alunos conseguem apenas a retenção da estrutura do conhecimento, neste caso da 2ª Lei de Newton, como já explicitado por Tavares (2005), embora que consigam fazer seus cálculos. Embora nessas condições, ficou evidenciado que alguns alunos obtiveram a solução correta para problemas que exigiam a aplicação de equações. Isso, na verdade, como pontua Peduzzi (2001), caracteriza uma aparente compreensão do conceito, mas, ao se deparar com situações conceituais, em que não são necessários cálculos, utiliza o esquema conceitual alternativo.

**Questão 7: (UFMG, 1995) A figura a seguir mostra um bloco que está sendo pressionado contra uma parede vertical com força horizontal  $\vec{F}$  e que desliza para baixo com velocidade constante. O diagrama que melhor representa as forças que atuam nesse bloco é:**







**Quadro 8** - Respostas dos alunos à questão 7 do questionário (pré-teste)

Aluno (a)	Resposta
A1	D
A2	A
A3	B
A4	E
A5	D
A6	E
A7	C
A8	D
A9	C
A10	C
A11	E
A12	A
A13	D
A14	B
A15	B
A16	E
A17	D
A18	D

A19	C
A20	A

**Fonte:** Dados provenientes da pesquisa

Especificamente sobre esta situação problema, enfatizamos que para resolvê-la, o aluno deveria, inicialmente, ter assimilado o conceito de diagrama vetorial de forças. Porém, isso não se concretizou na nossa análise, posto que dos 20 (vinte) alunos apenas 6 (seis) responderam corretamente à questão. Os que marcaram alternativas incorretas, ou seja, 14 (quatorze), notadamente, se justificou pelo fato de o professor/pesquisador não estar presente para melhor conduzir e mediar a aplicação do questionário (pré-teste).

Vale destacarmos que um fato que chamou bastante a nossa atenção, no geral, nas análises dos dados desta pesquisa é que os alunos conseguem responder questões com algum formalismo matemático; o que eles não conseguem ainda é desenvolver uma aprendizagem significativa na perspectiva defendida por Ausubel. Quando se deparam com uma situação problema que, necessariamente, requer aprofundamento teórico-científico, estes já partem direto para aplicação de alguma fórmula. Recorrendo às contribuições teóricas de Villani et al (1982), estes pesquisadores destacam que, para tratar adequadamente do problema, é necessária uma mudança de postura frente às concepções espontâneas e dificuldades apresentadas pelos alunos. E isso, tomando como base a nossa experiência enquanto docente, muitas vezes alunos e professores não estão dispostos a fazer, não querem sair da zona de conforto, resistindo à adoção de novos métodos e teorias.

## **5.2 Possibilidades do Laboratório Virtual como recurso didático no ensino da 2ª Lei de Newton**

Após a análise dos conhecimentos prévios dos alunos investigados em relação à 2ª Lei de Newton, aplicamos, via remota, o Produto Educacional – IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA (teste).

A apresentação do Produto Educacional aos 20 (vinte) alunos participantes deste estudo foi bastante interessante e, ao mesmo tempo, surpreendente a todos eles. Pois ainda não conheciam o funcionamento de um LV e desconheciam como seria o trabalho nas próximas etapas. Na verdade, achavam que iriam participar

apenas de atividades escritas e cálculos mecanizados, como eles costumam criticar as aulas de Física e de Matemática.

Desse modo, ao apresentarmos o simulador que foi empregado durante a implementação do LV, os alunos se conscientizarem da sua relevância enquanto um recurso com possibilidades para a mediação da 2ª Lei de Newton, temática trabalhada nesta pesquisa. Vale destacarmos que para aplicação do Produto Educacional foram necessários 5 (cinco) encontros, envolvendo as atividades descritas a seguir:

**Primeiro Encontro** (2 horas-aula): neste encontro iniciamos com a exposição oral e dialogada dos conceitos referentes à 2ª Lei de Newton para que, posteriormente, déssemos início à atividade prática do ambiente virtual.

#### **Ambiente Virtual 1 - Cabo de Guerra.**

**Figura 19** - Cabo de Guerra



**Fonte:** Disponível em: [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)

1) Escolha um dos bonecos, de qualquer equipe, e mova para próximo do carrinho. Clique em iniciar e observe o que acontece com o carrinho. Descreva o que aconteceu e tente justificar com base nos conhecimentos de dinâmica o que ocorreu?

---



---



---

---

---

2) Clique em reiniciar. Escolha um boneco pequeno no time vermelho e dois bonecos também pequenos no time azul. Coloque ambos na posição de cada time, clique em iniciar e observe:

a) O que ocorreu com o carrinho que estava no meio da página?

---

---

b) Quem venceu o cabo de guerra? Por quê?

---

---

3) Clique em reiniciar. Escolha o maior boneco do time azul e os dois menores do time vermelho. Coloque-os na posição e clique em iniciar. O que você observa e por quê?

---

---

---

**Segundo encontro** (2 horas-aula): Essa atividade teve a mesma proposta da atividade anterior, porém, com um grau de dificuldade um pouco maior. Nesta atividade as opções “soma das forças” e “valores” deverão estar marcadas.

### **Ambiente Virtual 1 - Cabo de Guerra**

1) Escolha um boneco pequeno de cada time e clique em iniciar:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

**2)** Clique em reiniciar. Agora adicione um boneco médio do lado azul:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

**3)** Clique em reiniciar. Adicione um boneco médio do lado azul e o boneco grande do lado vermelho:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

**4)** Clique em reiniciar. Do lado vermelho coloque dois bonecos pequenos e um boneco grande, do lado azul coloque um boneco médio e os dois pequenos:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

**5)** Clique em voltar. Marque também a opção velocidade, clique em iniciar:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

**6)** Clique em reiniciar. Com todas as opções marcadas, coloque um boneco grande em cada time e clique em iniciar

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

7) Clique em voltar. Adicione um boneco médio do lado azul e um pequeno do lado vermelho, clique em iniciar:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

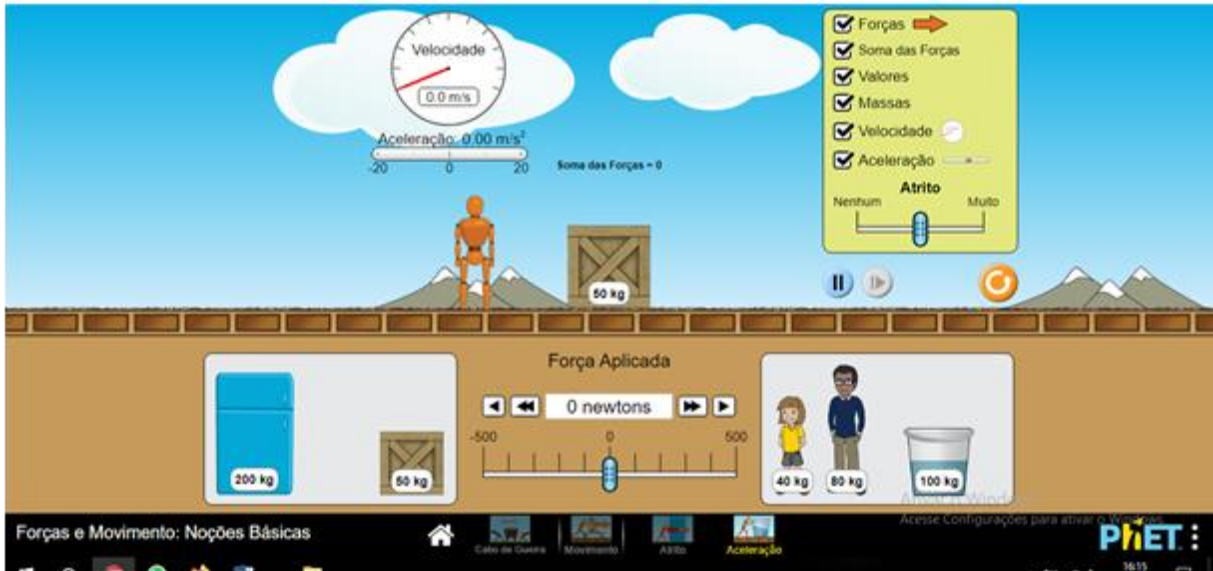
---

---

**Terceiro encontro** (2 horas-aula): nesta atividade o aluno ficará livre para responder às questões sem a necessidade de um roteiro conduzindo a sua resolução.

### **Ambiente Virtual 2: Aceleração**

**Figura 20** - Ambiente aceleração



Fonte: Disponível em: [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)

É pertinente esclarecermos que todas as questões foram resolvidas sem levar em consideração o atrito.

1) Se aplicarmos uma força de 100N em objeto de 50kg, determine o valor da sua:  
a) Velocidade

---



---

b) Aceleração

---



---

c) Soma das forças

---



---

2) O que podemos observar em relação à velocidade quando aplicamos uma força de 50N durante 5s em uma massa de:

a) 50kg

---



---

b) 100kg

---



---



c) 200kg

---

---

3) Qual a força necessária para parar um objeto de massa 50kg em movimento uniforme?

---

---

4) Qual a razão entre as forças necessárias para colocar dois corpos de massas 100kg e 150kg em movimento?

---

---

5) Qual o valor da soma das forças que atuam em um objeto de 100kg quando essa passa a se movimentar com velocidade constante?

---

---

**Quarto encontro** (2 horas-aula): neste encontro, o ambiente virtual será alterado, com nível de dificuldade um pouco maior e com modo de resolução igual ao anterior.

### Ambiente Virtual 3: Movimento

Figura 21 - Movimento



**Fonte:** Disponível em: [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)

Neste Ambiente Virtual, todas as questões também devem ser resolvidas sem levar em consideração o atrito.

**1)** Determine a aceleração do conjunto skate-massa de 200kg quando este for submetido a uma força de 50N durante 10s.

---

---

**2)** Um homem segura sua filha no braço sobre um skate, qual o valor da força para que a velocidade do conjunto seja de 2m/s?

---

---

**3)** Em um objeto de massa desconhecida e aplicada uma força de 100N por 10s. Estime a massa desse objeto.

---

---

**4)** Estime o tempo necessário para que uma força de 100N aplicada a um objeto de 100Kg adquira velocidade de 20m/s.

---

---

**5)** Estime o valor da força aplicada em um corpo de 100kg para que sua velocidade seja 10m/s.

---

---

**6)** Com uma força de 150N sendo aplicada em um corpo de 50kg, estime o tempo necessário para que esse corpo atinja uma velocidade constante de 40m/s.

---

---

**7)** Uma garota de 40kg é colocada sobre um caixote de 50kg. Quando for aplicada uma força de 100n, estime a aceleração do conjunto.

---

---

**8)** Um objeto de 200kg desliza sobre uma superfície com velocidade de 10m/s. Estime a força necessária para fazer esse objeto parar.

---

---

Durante a realização das 2 (duas) primeiras atividades apresentadas nos Ambientes Virtuais 1 e 2, as ações das atividades simuladas pelos alunos foram guiadas por um roteiro elaborado pelo professor pesquisador. Dessa forma, os alunos sentiram certa facilidade na resolução dessas atividades.

Observamos que os alunos se sentiram bastante empolgados na resolução dos problemas propostos. Mediados pelo Produto Educacional, eles demonstraram maior interesse no manejo das atividades. Em outras palavras, foi possível perceber uma produção de significados dos conceitos da 2ª Lei de Newton trabalhados neste estudo. Conseguiram resolver todas as atividades em tempo hábil e, assim, aproveitaram para se divertir usando o simulador.

Na terceira atividade, de forma intencional, o ambiente do simulador foi alterado. Aqui os alunos sentiram um pouco mais de dificuldade para realizar as ações da atividade. Isso, provavelmente, se justifique por essa atividade não ter sido mais guiada pelo roteiro experimental. Como visto no Ambiente Virtual 3, a atividade consistiu apenas de questões propostas para a resolução com o uso do simulador, no qual o aluno teria que buscar construir a sua própria resolução no Laboratório Virtual.

### **5.3 Significações produzidas pelos alunos a partir do desenvolvimento das atividades proposta no produto educacional a respeito da 2ª Lei de Newton mediada pelo uso de simuladores em um Laboratório Virtual**

Com o objetivo de identificarmos possíveis elementos reveladores de uma aprendizagem significativa, por parte dos alunos, no desenvolvimento de situações-problema acerca da 2ª Lei de Newton com o auxílio do software educacional PhET, realizamos o sexto e último encontro, com duração de 2 horas. Para isso, aplicamos um questionário/pós-teste (APÊNDICE D).

O referido questionário contou com 6 (seis) questões. Os alunos responderam às questões, via remota, pela plataforma Google *Classroom*. Em linhas

gerais, todos eles responderam às questões, dessa vez demonstraram estar mais seguros.

Em seus relatos gostaram das atividades propostas nos Ambientes Virtuais, muito diferentes dos tipos de exercícios em que há todo um rigor com o formalismo matemático e dos conceitos da Física.

Ao serem indagados, se o uso do LV com simuladores contribuiu para o seu aprendizado, foram quase que unânimes as respostas dos alunos pesquisados. Eles relataram que se trata de uma ferramenta muito boa para ser usada em sala de aula tanto para entender as teorias como para resolver atividades práticas. Comentaram ainda que, com o Produto Educacional, não há necessidade de se copiar uma lista de exercícios. “Gostamos muito das experiências com o LV”.

Na verdade, com essa nossa experiência vivenciada com a aplicação do Produto Educacional, confrontamos a afirmação de que o uso da tecnologia em sala de aula é de grande importância, principalmente quando se consegue alinhar seu uso com os conteúdos que estão sendo ensinados na sala de aula. Temos aqui o que se pode chamar de Aprendizagem Significativa na perspectiva de Ausubel.

A experiência de trabalhar aulas de Física com o uso de simuladores para raciocínio de questões referentes à 2ª Lei de Newton também proporcionou a este professor pesquisador enxergar com outros olhos o ensino de Física, refletir, sobretudo, acerca de sua prática pedagógica. Isso porque a experiência de trabalhar com simuladores fez com que nos conscientizássemos de que aprender Física não se limita apenas a expor e explicar teorias e conceitos, muitas vezes desprovidos de significados para os alunos, recorrendo apenas à lousa, ao pincel, ao apagador e ao livro didático.

## 6 Considerações Finais

Considerando o cenário em que esse trabalho foi realizado e diante de inquietações voltadas ao aluno, ao seu ambiente de aprendizagem e à realidade em que se encontra o ensino de Física na Educação Básica, esta pesquisa visou responder à seguinte questão norteadora (problema de pesquisa): Como a utilização de softwares educacionais/simuladores em LV de Física possibilita uma aprendizagem potencialmente significativa das Leis de Newton, com destaque na 2ª Lei, na perspectiva teórica de Ausubel, a alunos do 1º ano do Ensino de Cursos Integrado do IFMA – Campus Barra do Corda/MA?

Diante do exposto, na busca de respostas para essa questão que norteou este estudo, buscou-se realizar estudos voltados aos pressupostos da Teoria da Aprendizagem significativa, publicada por David Ausubel, dando destaque ao conceito de aprendizagem significativa. Tais contribuições se caracterizam como norteadoras no que se refere a proporcionar aporte teórico e metodológico aos procedimentos adotados.

Com esse propósito, definiu-se como objetivo geral deste trabalho possibilitar a alunos do 1º ano de cursos Integrados do IFMA - Campus Barra do Corda/MA - a aprendizagem potencialmente significativa da 2ª Lei de Newton, com base na Teoria de Ausubel, a partir da utilização de softwares educacionais/simuladores em laboratórios virtuais. Devido a sua complexidade, esse mesmo objetivo foi subdividido em outros específicos: fazer um diagnóstico inicial acerca das compreensões dos alunos sobre a 2ª Lei de Newton e suas aplicações a partir da proposição de atividades escritas (em sala de aula), apresentar aos alunos os softwares educacionais a fim de que esses possam aplicá-los no desenvolvimento das situações-problema envolvendo a 2ª Lei de Newton, desenvolver atividades, de forma significativa, por intermédio da utilização de softwares educacionais gratuitos, contemplando a 2ª Lei de Newton, criar um laboratório virtual para a aprendizagem da 2ª Lei de Newton, utilizando softwares educacionais/simuladores (Produto Educacional), identificar possíveis elementos reveladores de uma aprendizagem significativa, por parte dos alunos, no desenvolvimento de situações-problema acerca da 2ª Lei de Newton com o auxílio dos softwares educacionais.

Para contemplar o primeiro objetivo específico, foi aplicado um questionário chamado de pré-teste, no qual foi diagnosticado que a maioria dos estudantes não se adequam ao formalismo matemático necessário para a resolução de problemas envolvendo a 2ª Lei de Newton. O segundo objetivo foi contemplado na medida em que foi montado uma sequência de atividades em que os alunos deveriam responder usando simuladores de situações reais em um laboratório virtual. Os alunos foram apresentados a este simulador e desenvolveram suas atividades em um ambiente virtual e interativo. Os demais objetivos específicos foram contemplados pelo desenvolvimento das atividades previstas no produto educacional, contemplando o ensino de Física através do laboratório virtual pelo uso de um simulador.

Assim apresentado os elementos componentes desse trabalho, pode-se dizer que o uso de simuladores no ensino de Física através de um laboratório virtual é uma atividade que gera grande êxito no desenvolvimento de conteúdos que parecem ser pouco atrativos para os alunos. O uso desses simuladores para compreender e aplicar a 2ª Lei de Newton proporcionou grande interatividade entre os alunos e os colocou como protagonistas no desenvolvimento desse conteúdo em que eles mesmos construíram uma aprendizagem potencialmente significativa em relação à 2ª Lei de Newton.

## REFERÊNCIAS

ARANHA, M. L. de A. **História da Educação e da Pedagogia: Geral e Brasil**. São Paulo: Moderna, 2006.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física**. Florianópolis. Vol. 30, n. 2, ago. 2013, p. 362-384, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/85464/000897618.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ARAÚJO, N. A. de. **O professor em atividade de aprendizagem de conceitos matemáticos**. 2015. 188f. Tese de Doutorado (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo (USP) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Paralelo, 2002.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2011.

BARROS, A. J. P. LEHFELD, N. A.S. **Projeto de Pesquisa: propostas metodológicas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

BARROS, M. A.; VILLANI, A. A dinâmica de grupos de aprendizagem de física no ensino médio: um enfoque psicanalítico. **Investigações em ensino de ciências**, v. 9, n. 2, p. 115-136, 2004. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/532>. Acesso em: 10 nov. 2018.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BONJORNO, J. R. et al. **Física: Mecânica**, 1º ano. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9.394/96. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm). Acesso em: 15 dez. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). **Resolução n. 3, de 26 de junho de 1998**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 ago. 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf). Acesso em: 22 nov. 2018.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Física. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

CARNEIRO, R. **Informática na educação: representações sociais do cotidiano**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P.. **Aquisição de Dados em Laboratórios de Física: um Método Simples, Fácil e de Baixo Custo para Experimentos em Mecânica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 2, 2501, p. 1-6, 2008.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 2008.

FERRO, Maria da Glória Duarte; PAIXÃO, Maria do Socorro Santos Leal. **Psicologia da aprendizagem**: fundamentos teórico-metodológicos dos processos de construção do conhecimento. Teresina: EDUFPI, 2017.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. São Paulo: Artmed, 2009.

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

FONTANA, R.; CRUZ, N. **Psicologia e trabalho pedagógico**. São Paulo: Atual, 1997.

GASPAR, A.. **Atividades Experimentais no Ensino de Física**. 1a Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Eds.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONZAGA, G. *et al.* Jogos didáticos para o ensino de ciências. **Revista Educação Pública**, v. 17, n. 7, p. 1-11, 2017.



JUCA, R. S. **Uso de simulações computacionais no ensino de física: sugestão didática para exploração do tema energia mecânica.** 2013. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em física) – Universidade Federal Fluminense. Instituto de Física, Niterói/RJ, 2013.

KRAWCZYK, N. Reflexão sobre alguns desafios do ensino médio no Brasil hoje. **Cadernos de pesquisa**, v. 41, n. 144, p. 752-769, 2011. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/70/86>. Acesso em: 13 nov. 2018.

LENZ, J. A.; SAAVEDRA FILHO, Nestor Cortez; BEZERRA JR, Arandi Ginane. Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o software Tracker. **Abakós**, v. 2, n. 2, p. 24-34, 2014.

LENZ, J. A; SAAVEDRA FILHO, N. C; BEZERRA JR, A. G. Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o software Tracker. **Abakós**, v. 2, n. 2, p. 24-34, 2014.

LIMA, E. C. *et al.* Uso de jogos lúdicos como auxílio para o ensino de química. **Revista Eletrônica Educação em Foco**, v. 3, 2011. Disponível em: [http://www.unifia.edu.br/revista\\_eletronica/revistas/educacao\\_foco/artigos/ano2011/ed\\_foco\\_Jogos%20ludicos%20ensino%20quimica.pdf](http://www.unifia.edu.br/revista_eletronica/revistas/educacao_foco/artigos/ano2011/ed_foco_Jogos%20ludicos%20ensino%20quimica.pdf). Acesso em: 12 nov. 2018.

LIMA, F. M. **O software Educacional SCRATCH: Possibilidades para uma aprendizagem significativa na era digital.** 2015. Monografia (Licenciatura em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba - Centro de Ciências e Tecnologias, Campina Grande/PB, 2015.

LIMA, J. L. O.; MANINI, M. P. Metodologia para Análise de Conteúdo Qualitativa integrada à técnica de Mapas Mentais com o uso dos softwares Nvivo e FreeMind. **Informação & Informação**, v. 21, n. 3, p. 63-100, 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/23879>. Acesso em: 10 jan. 2019.

LÜDKE, Menga & ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica.** São Paulo: Atlas, 2017.

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

MELLO, K.; VICÁRIA, L. Os filhos da era digital: Como o uso do **computador está transformando a cabeça das crianças – e como protegê-las das ameaças da Internet.** Revista Época, n. 486 de 12/06/08. Disponível em: Acesso em: 20 nov. 2014.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis: Vozes, 2010.

MIRANDA, J. C. *et al.* Jogos didáticos para o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental. **Scientia Plena**, v. 12, n. 2, p. 1-11, 2016.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: <http://pesquisaemeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/etch/60815562/Analise%20de%20conte%C3%BAdo.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MORAN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, v. 2, 2015

MOURA, M. O. A atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO, A; CARVALHO, A (Orgs.). **Ensinar a ensinar**: didática para a escola. São Paulo: Pioneira, 2001.

MOURA, M. O. O educador matemático na coletividade de formação. In: TIBALLI, E. F. A.; CHAVES, S. M. **Concepções e práticas em formação de professores**: diferentes olhares. Rio de Janeiro: DP&A, 2003. p. 129-145.

NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e Física. **Ciência & Ensino**, vol. 1, n. 1, 2006.

OLIVEIRA, C. dos S. **Metodologia científica, planejamento e técnicas de pesquisa**: uma visão holística do conhecimento humano. São Paulo: LTR, 2000.

OLIVEIRA, C. L. de. **Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa**: tipos, técnicas e características. Travessias, v. 2, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, N. M. de; JÚNIOR, W. D. O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em biologia celular. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14, p. 1788-1809, 2012.

PAULINO, A. R. *et al.* **Uma análise dos conhecimentos prévios dos alunos sobre energia**. 2007. Disponível em: [http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/\\_umaanalisedosconheciment.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_umaanalisedosconheciment.trabalho.pdf). Acesso em: 14 set. 2019.

PEREIRA, R. F; FUSINATO, P. A; NEVES, M. C. D. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. **VII Encontro de Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 12-23, 2009.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. São Paulo: Moderna, 2009.

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Os Fundamentos da Física 1**. 7. ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 1999.

RAMALHO JÚNIOR, FRANCISCO. SILVA, L. O. da *et al.* Novas Tecnologias Educacionais: explorando o tema ar, água e solo tendo o Scratch como ferramenta pedagógica no nível fundamental. **Scientia Plena**, v. 12, n. 6, 2016.

RESNICK, R; HALLIDAY, D.. **Fundamentos da Física**. Vol. 1, 6ª Ed. LTC, 1996.

RIBEIRO, M. L. S. História da Educação Brasileira: a organização escolar. Campinas, SP: Atores associados: HISTEDBR, 2011.

SERRÃO, M. I. B. **Aprender a ensinar**: a aprendizagem do ensino no curso de Pedagogia sob o enfoque histórico-cultural. São Paulo: Cortez, 2006.

SILVA, Taís Renata Schaeffer; PÉREZ, Carlos Ariel Samúdio. **Uma sequência didática para o estudo das Leis de Newton** [recurso eletrônico], 2018. (Produtos Educacionais do PPGECEM)

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2005. 121p.

SILVA, L. O. da *et al.* Novas Tecnologias Educacionais: explorando o tema ar, água e solo tendo o Scratch como ferramenta pedagógica no nível fundamental. **Scientia Plena**, v. 12, n. 6, 2016.

SILVA, K. F; AMORIM, S; NETO, S. O processo de ensino aprendizagem apoiado pelas TICs: repensando práticas educacionais. 2008.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO 28a. REUNIÃO ANUAL, 2005. Disponível em: <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/ANPED-28.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Metodologia da Pesquisa**. 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil, 2009.

VEIT, E. A, **Modelagem computacional no Ensino de Física**, Contribuição à Mesa Redonda sobre Informática no Ensino de Física, XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005.

**APÊNDICE A – IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO  
POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS  
LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO  
CORDA/MA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI  
PRÓ - REITORIA DE ENSINO DE PÓS - GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS – GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA  
APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON  
EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA**

**JÁRBIO DA SILVA COSTA**

**Orientador: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo.**

**TERESINA  
2021**

## 1 APRESENTAÇÃO

Este produto educacional, intitulado “IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA”, faz um apanho geral sobre o Princípio Fundamental da Dinâmica (2ª Lei de Newton), propondo exercícios como atividades interativas que serão realizadas com o uso de um simulador, disponibilizado gratuitamente na internet, fazendo uso assim de um LV para o ensino aprendizagem de Física.

O referido produto educacional se apresenta mediado por um simulador disponibilizado gratuitamente na internet no site [phet.colorado.edu](http://phet.colorado.edu). Trata-se de parte do Trabalho de Conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Piauí – MNPEF – Polo 26 – UFPI.

A proposta de aplicar atividades de Física, referentes à 2ª Lei de Newton, foi originada de uma certa inquietação ao sempre se ouvirem inúmeros relatos de estudantes, segundo os quais as aulas de Física estariam sem muita atratividade por serem resumidas apenas em atividades resolvidas mecanicamente. Ecoava-se também o coro da falta de experimentação durante as aulas de Física. Analisando esses fatos e observando o avanço tecnológico da sociedade moderna desde o início do século XXI, acredita-se que o uso de laboratórios virtuais em determinadas atividades de Física pode contribuir para tornar essas aulas mais atrativas e proveitosas, potencializando assim o entendimento dos alunos na Segunda Lei de Newton, além disso esses laboratórios virtuais oferecem a possibilidade de se trabalhar um pouco da experimentação em sala de aula ou em um laboratório de informática, fazendo uso apenas de um computador, sem a necessidade de equipamentos de alto custo como ocorre com os laboratórios tradicionais.

A tecnologia vem sendo um dos grandes pilares na BNCC, tendo em vista que o domínio da linguagem e a utilização dos recursos tecnológicos sejam contempladas entre os alunos. BNCC (2017, P. 9)

Competência 4: Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências,

ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

Os alunos deverão adquirir o conhecimento em diversas áreas podendo, assim, ter a facilidade de conhecer e interpretar as diversas formas de expressão. É evidente que os alunos não conseguirão se sobressair em todas as áreas, no entanto poderão ler e compreender outras formas de expressão. Já na competência 5 de acordo com BNCC (2017, p, 9).

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

De acordo com Calomeno (2017), os simuladores educacionais vêm com o intuito de facilitar o entendimento dos alunos em relação ao conteúdo, proporcionando uma praticidade maior em analisar o fenômeno, podendo voltar e refazer o procedimento, não ter risco em realizar o procedimento e ter uma compreensão maior. Podendo, então, testar seus conhecimentos resolvendo problemas em situações propostas pelo professor, utilizando o próprio simulador.

Seguindo este pensamento, a experimentação alinhada com o uso dos simuladores terá o poder de transformar aulas de Física, que antes eram ministradas mecanicamente, em aulas mais atrativas, potencializando o conhecimento adquirido nessas aulas, pois nesse caso o aluno estará sempre no comando do processo do início ao fim da aula.

## **2 PÚBLICO-ALVO**

Alunos do 1º Ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Maranhão (IFMA)/ Campus Barra do Corda

## **3 OBJETIVO GERAL**

Possibilitar a alunos do 1º ano de cursos Integrados do IFMA - Campus Barra do Corda/MA - a aprendizagem potencialmente significativa da 2ª Lei de

Newton, com base na Teoria de Ausubel, a partir da utilização de softwares educacionais/simuladores em laboratórios virtuais.

#### **4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Fazer um diagnóstico inicial acerca das compreensões dos alunos sobre a 2ª Lei de Newton e suas aplicações a partir da proposição de atividades escritas (em sala de aula);
- ✓ Apresentar aos alunos os softwares educacionais a fim de que esses possam aplicá-los no desenvolvimento das situações-problema envolvendo a 2ª Lei de Newton;
- ✓ Desenvolver atividades, de forma significativa, por intermédio da utilização de softwares educacionais gratuitos, contemplando a 2ª Lei de Newton;
- ✓ Criar um laboratório virtual para a aprendizagem da 2ª Lei de Newton, utilizando softwares educacionais/simuladores (Produto Educacional);
- ✓ Identificar possíveis elementos reveladores de uma aprendizagem significativa, por parte dos alunos, no desenvolvimento de situações-problema acerca da 2ª Lei de Newton com o auxílio dos softwares educacionais.

#### **5 PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Fugir do tradicional método de ensino difundido ao longo de muitos anos é considerado, por muitos professores, como um desafio ainda a ser superado. Procurar novas metodologias para desenvolver seus conteúdos se torna uma tarefa quase que impossível, visto o desânimo e a acomodação de muitos profissionais. Segundo Mórán (2015), os métodos tradicionais de ensino eram bem-sucedidos quando a sociedade não tinha tanto acesso à informação e o professor acabava por ser um importante transmissor de conhecimento para uma pequena parte privilegiada dessa sociedade. Ainda de acordo com ele, a educação ocorre de maneira híbrida em diversos momentos e espaços, nos quais estão incluídos os espaços digitais, fazendo com que sejam exigidas do professor novas estratégias as quais possam valorizar as experiências dos alunos.

Ainda ocorre, com frequência, que muitos professores consideram que toda aprendizagem seja inerentemente ativa. Acreditam que, enquanto o aluno participa assistindo a uma aula expositiva, ele está ativamente envolvido. Porém, algumas pesquisas com base na ciência cognitiva apontam que os alunos devem fazer algo mais do que simplesmente ouvir para que a aprendizagem seja efetiva (Meyers & Jones, 1993).

Uma alternativa para reverter esse quadro seria a adoção de metodologias que privilegiassem os estudantes como protagonistas do processo ensino-aprendizagem, fazendo com que eles saltassem da posição de meros espectadores passando a ser os atores principais desse processo. Assim sendo, o uso das chamadas metodologias ativas configura uma prática que faz esse papel e torna o estudante um grande protagonista desse processo.

Assim, em contraposição ao método tradicional, em que os estudantes possuem postura passiva de recepção de teorias, o método ativo propõe o movimento inverso, ou seja, passam a ser compreendidos como sujeitos históricos e, portanto, a assumir um papel ativo na aprendizagem, posto que têm suas experiências, saberes e opiniões valorizadas como ponto de partida para construção do conhecimento. (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p.271)

É consenso entre muitos profissionais que os alunos estão desmotivados em suas aulas e que eles já não sabem mais o que fazer para chamar sua atenção. Moran (2007) afirma que professores e alunos estão desmotivados com o ensino padronizado e uniforme que não se adapta a cada ao ritmo de cada estudante. Mudar a forma como se trabalha o ensino de física é um desafio para os profissionais, uma vez que, esses profissionais que estão lecionando atualmente foram formados sem a inserção de qualquer metodologia ativa, com o ensino totalmente tradicional e sem qualquer inovação.

O ensino de Física no Brasil passou por várias críticas nos últimos anos, principalmente no que diz respeito à metodologia de trabalho e à prática docente de muitos professores. Quase todos os alunos são capazes de apontar que o professor de Física poderia usar da tecnologia para diversificar suas aulas e torná-la mais interativas.

De acordo com Nacarato (2009), o uso inadequado ou pouco explorado de algum material contribuirá para a aprendizagem de ciências e ainda ressalta que o



problema não está na utilização desses materiais, mas na maneira como trabalhar com eles. Diante disso, fica evidente a necessidade de diagnosticar a situação do contexto, para desenvolver materiais pedagógicos, tendo em vista a necessidade de trabalhar em ambientes interativos que promovam a exploração dos conteúdos de Física. Conhecer e saber usar as novas tecnologias implica a aprendizagem de julgar a procedência e a utilidade das informações obtidas, sendo capaz tanto de localizar quanto de selecionar e, ainda, adquirir a competência de se comunicar por esses meios. A função da escola, portanto, diz respeito a ensinar os alunos a se relacionarem de modo seletivo e crítico com os mais diferentes tipos de informação a que têm acesso, através dos recursos tecnológicos, no seu cotidiano. Nesse sentido, é essencial que os estabelecimentos escolares assimilem a cultura tecnológica trazida de fora dela, dos discentes e dos docentes, desenvolvendo nos estudantes habilidades para o uso dos instrumentos dessa cultura com finalidades educacionais ou de cidadania.

Além do uso cotidiano da tecnologia, o seu desenvolvimento cada vez mais rápido possibilita que a aprendizagem ocorra dos mais diferentes modos e em distintos ambientes e meios. A possibilidade de encontrar informações e soluções para problemas, criar, inovar e questionar torna-se cada vez maior. Por meio das tecnologias, nasce a oferta de cursos de Educação a Distância (EaD), proporcionando a formação inicial e contínua. Abre-se, também, a possibilidade de trabalhos cooperativos e interativos. Segundo os PCN (1999), o desenvolvimento crescente das TIC permite, cada dia mais, a possibilidade de trabalhos cooperativos e interativos, a atualização de conhecimento e a socialização de experiências.

Compreendemos que conhecer os recursos tecnológicos é relevante por diversos motivos, segundo os PCN. De modo geral, a ideia da aprendizagem está relacionada à competência comunicativa que permite ao sujeito organizar o pensamento e expressar, organizando, o pensado. Nesse sentido, destaca o documento, que se devem aproveitar ao máximo as potencialidades do recurso tecnológico “tanto pela sua receptividade social como para melhorar a linguagem expressiva e comunicativa dos alunos”. (BRASIL, 1999, p.46).

As inúmeras tecnologias disponíveis, segundo Kenski (2008), geram outras possibilidades variadas para ensinar Física nas escolas, o que leva professores e alunos a vivenciarem e incorporarem novas formas de ensinar e aprender, mediadas por tecnologias inovadoras que auxiliam na prática profissional cotidiana. A autora

afirma, ainda, que a partir do impacto da inserção de novas tecnologias no ensino, faz-se necessária uma reflexão sobre a ação docente e as concepções de ensinar e aprender, pois é nessa ação que se reflete a atuação dos professores os quais se beneficiam dos ambientes virtuais, influenciadores da prática docente.

## **6 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CONTEXTO**

Muitas são as dificuldades a serem superadas no ensino de Ciências, porém, sem dúvida, a mais difícil de se superar encontra-se a transposição do modelo tradicional de ensino. Atualmente, é comum encontrarmos professores que fazem uso somente desta prática em suas aulas, sendo ainda mais frequente e evidente no Ensino Médio, principalmente no ensino de Física. No entanto, é consenso entre os pesquisadores da área da educação que o ensino tradicional pode apresentar muitas desvantagens, se destacando, a maneira como ocorre à transmissão do conhecimento, que é unidirecional, ou seja, o professor expõe o conteúdo de maneira que o aluno não possa exercer sua criticidade, sendo apenas um ouvinte. Desta forma, os estudantes recebem e armazenam as informações de maneira mecânica e memorística e não são capazes de reproduzi-las em uma situação diferente daquela que lhe foi proposta anteriormente.

No ensino de Física, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. Segundo Izquierdo e Cols. (1999), a experimentação na escola pode ter diversas funções como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação. No entanto, essa última, acrescentam esses autores, é a que mais ajuda o aluno a aprender.

A teoria da aprendizagem significativa é considerada uma abordagem cognitivista da construção do conhecimento. Segundo David Ausubel (apud Moreira, 2006), “é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo” (p. 14). A ideia parece muito simples. Se a pretensão do educador é ensinar significativamente, basta que este avalie o que o aluno já sabe e então ensine de acordo com esses conhecimentos. Portanto, o fator isolado mais importante,

segundo Ausubel (apud Moreira, 2006), que influencia na aprendizagem significativa, é aquilo que o aluno já sabe.

A base da estrutura cognitiva significa o conjunto total de ideias que o indivíduo tem sobre uma determinada área do conhecimento, uma vez que é nesta estrutura que ocorrem os processos de organização e integração de novos conhecimentos (Moreira e Masini, 2006). Assim, quando uma nova gama de informações é apresentada ao aluno, há a interação com sua estrutura de conhecimento específica, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, o que Ausubel denominou de “subsunçor” (Pelizzari e Col., 2002). Ainda segundo com Moreira (2006), a palavra “subsunçor” é sinônima de um conceito, uma ideia ou uma proposição que já existe na estrutura cognitiva do indivíduo, capaz de servir de âncora para uma nova informação de modo que esta adquira, desta maneira, significado para o indivíduo.

Levando esses conceitos para a prática em sala de aula, podemos dizer que a aprendizagem significativa só se concretiza, quando o conteúdo apresentado pelo professor consegue ancorar-se a um conceito relevante “subsunçor” que o aluno já tenha em sua estrutura cognitiva. Isso evidencia que o professor deve ficar atento ao conhecimento prévio de seus alunos, pois assim, à medida que outras informações lhes forem expostas, os alunos conseguirão assimilar e reestruturar seu conhecimento (Pelizzari e col. 2002).

Contrastando com a aprendizagem significativa, está a aprendizagem mecânica ou automática, como sendo aquela em que a nova informação é aprendida sem que haja interação com informações existentes na estrutura cognitiva do sujeito. A informação é armazenada de forma literal e arbitrária, contribuindo pouco ou nada para a elaboração e diferenciação daquilo que ele sabe. Segundo Moreira (2006), a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica não deve ser confundida com aprendizagem por descoberta e por recepção. Conforme o autor, na aprendizagem por recepção, o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final. Enquanto, a por descoberta, o conteúdo principal é descoberto pelo aluno. Tanto uma quanto a outra pode ser significativa, basta, para isso, que o novo conhecimento se relacione aos subsunçores.

Segundo Moreira (2006), grande estudioso da teoria da Aprendizagem Significativa, para que a aprendizagem mecânica não ocorra e sim a significativa, Ausubel diz ser necessário dar atenção a alguns aspectos, como: o material a ser

apresentado ao aprendiz tem que ser potencialmente significativo; o aluno precisa possuir em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados e deve também manifestar uma predisposição para aprender. Recentemente vários pesquisadores (Amancio e Salvi, 2008; Cabrera, 2007; Freitas e Salvi, 2008; Gamarra-Rojas e col., 2003; Monteiro, 2007; Santos Filho e col., 2008; Souza e col., 2010; Togni e col., 2009; Watanabe e Recena, 2008; entre outros) vem demonstrando que a aprendizagem significativa pode ser alcançada através de várias atividades entre elas a experimentação.

## **7 ATIVIDADES INTERATIVAS**

Nessa parte do produto educacional serão apresentadas as atividades interativas para realização durante os encontros necessários para o seu desenvolvimento.

### **7.1 CONTEÚDOS**

Princípio Fundamenta da Dinâmica (2ª Lei de Newton)

### **7.2 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO**

**Primeiro Encontro** (2 horas-aula): neste encontro, inicialmente, solicitar aos alunos que respondam ao questionário/pré-teste (APÊNDICE C), a fim de se reconhecerem os conhecimentos prévios dos alunos acerca da 2ª Lei de Newton, bem como de suas estratégias de resolução de problemas. Em seguida, serão levantados questionamentos sobre os conceitos fundamentais da Dinâmica, a partir das questões, previamente elaboradas, no questionário semiestruturado, abrindo um espaço para possíveis discussões.

**Segundo Encontro** (2 horas-aula): neste encontro inicia-se com a exposição do conteúdo referente à Segunda Lei de Newton, para que depois se passe para a atividade do ambiente virtual. O ambiente virtual será o Ambiente 1: cabo de guerra.

**Ambiente 1: Cabo de Guerra**

**Figura 1** - Cabo de Guerra



**Fonte:** Disponível em: [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)

1) Escolha um dos bonecos, de qualquer equipe, e mova para próximo do carrinho. Clique em iniciar e observe o que acontece com o carrinho. Descreva o que aconteceu e tente justificar com base nos conhecimentos de dinâmica o que ocorreu?

---



---



---



---



---

2) Clique em reiniciar. Escolha um boneco pequeno no time vermelho e dois bonecos também pequenos no time azul. Coloque ambos na posição de cada time, clique em iniciar e observe:

a) O que ocorreu com o carrinho que estava no meio da página

---



---



---

b) Quem venceu o cabo de guerra? Por quê?

---



---



---

**3)** Clique em reiniciar. Escolha o maior boneco do time azul e os dois menores do time vermelho. Coloque-os na posição e clique em iniciar. O que você observa e por quê?

---

---

---

---

---

**Terceiro encontro** (2 horas-aula): Essa atividade tem a mesma proposta da atividade anterior, porém, com um grau de dificuldade um pouco maior. Nesta atividade as opções “soma das forças” e “valores” deverão estar marcadas.

### **Ambiente 1: cabo de guerra**

**4)** Escolha um boneco pequeno de cada time e clique em iniciar:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

**5)** Clique em reiniciar. Agora adicione um boneco médio do lado azul:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

**6)** Clique em reiniciar. Adicione um boneco médio do lado azul e o boneco grande do lado vermelho:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

**7)** Clique em reiniciar. Do lado vermelho coloque dois bonecos pequenos e um boneco grande, do lado azul coloque um boneco médio e os dois pequenos:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

8) Clique em voltar. Marque também a opção velocidade, clique em iniciar:

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

8) Clique em reiniciar. Com todas as opções marcadas, coloque um boneco grande em cada time e clique em iniciar

a) Descreva o que você observou.

---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

---

---

---

9) Clique em voltar. Adicione um boneco médio do lado azul e um pequeno do lado vermelho, clique em iniciar:

a) Descreva o que você observou.



---

---

---

b) As duas setas possuem o mesmo tamanho?

---

---

c) Qual o valor da soma das forças?

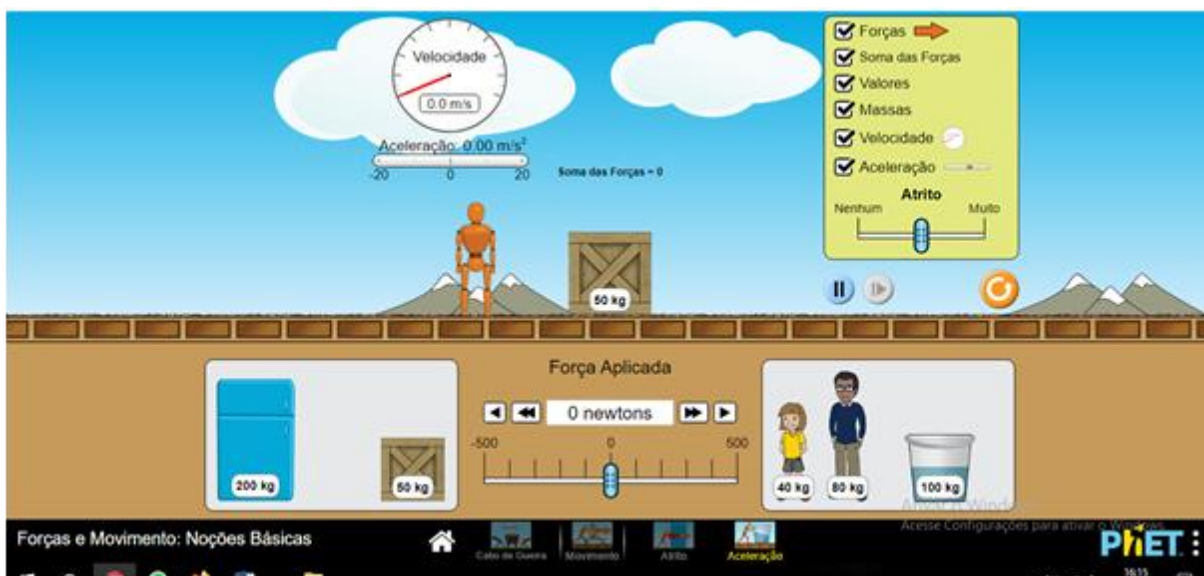
---

---

**Quarto encontro** (2 horas-aula): nesta atividade o aluno ficara livre para responder as questões sem a necessidade de um roteiro conduzindo a sua resolução.

### Ambiente 2: Aceleração

Figura 2 - Ambiente Aceleração



Fonte: Disponível em: [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)

É pertinente esclarecermos que todas as questões nesse Ambiente Virtual, devem ser resolvidas sem levar em consideração o atrito.

**1)** Se aplicarmos uma força de 100N em objeto de 50kg, determine o valor da sua:  
a) Velocidade

---

---

b) Aceleração

---

---

c) Soma das forças

---

---

**2)** O que podemos observar em relação a velocidade quando aplicamos uma força de 50N durante 5s em uma massa de:

a) 50kg

---

---

b) 100kg

---

---

c) 200kg

---

---

**3)** Qual a força necessária para parar um objeto de massa 50kg em movimento uniforme?

---

---

**4)** Qual a razão entre as forças necessárias para colocar dois corpos de massas 100kg e 150kg em movimento?

---

---

**5)** Qual o valor da soma das forças que atuam em um objeto de 100kg quando essa passa a se movimentar com velocidade constante?

---

---

**Quinto encontro** (2 horas-aula): neste encontro, o ambiente virtual será alterado, com nível de dificuldade um pouco maior e com modo de resolução igual ao anterior.

### **Ambiente 3: Movimento**

**Figura 3** - Movimento



**Fonte:** Disponível em: [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)

Nesse Ambiente Virtual, todas as questões devem ser resolvidas sem levar em consideração o atrito.

**1)** Determine a aceleração do conjunto skate-massa de 200kg quando este for submetido a uma força de 50N durante 10s.

---



---

**2)** Um homem segura sua filha no braço sobre um skate, qual o valor da força para que a velocidade do conjunto seja de 2m/s?

---



---

**3)** Em um objeto de massa desconhecida e aplicada uma força de 100N por 10s. Estime a massa desse objeto.

---



---

**4)** Estime o tempo necessário para que uma força de 100N aplicada a um objeto de 100Kg adquira velocidade de 20m/s.

---

---

**5)** Estime o valor da força aplicada em um corpo de 100kg para que sua velocidade seja 10m/s.

---

---

**6)** Com uma força de 150N sendo aplicada em um corpo de 50kg, estime o tempo necessário para que esse corpo atingir uma velocidade constante de 40m/s.

---

---

**7)** Uma garota de 40kg é colocada sobre um caixote de 50kg. Quando for aplicada uma força de 100n, estime a aceleração do conjunto.

---

---

**8)** Um objeto de 200kg desliza sobre uma superfície com velocidade de 10m/s. Estime a força necessária para fazer esse objeto parar.

---

---

**Sexto encontro** (2 horas-aula): Neste último encontro formativo, aplicar um questionário semiestruturado/pós-teste (APÊNDICE D) para identificar as significações produzidas pelos alunos no desenvolvimento deste Produto Educacional envolvendo o conceito da Segunda Lei de Newton, mediada pelo simulador [phet.colorado.edu](http://phet.colorado.edu) e, assim, fazer uma avaliação da mesma.

### **7.3 RECURSOS DIDÁTICOS**

Textos científicos (impressos), livros didáticos, computador; quadro branco, apagador, pincel, papel branco A4 (para possíveis anotações feitas pelos alunos);

### **7.4 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

Na avaliação serão considerados tanto os aspectos qualitativos quanto os quantitativos. Especificamente sobre os aspectos qualitativos deverão ser empregados os instrumentos: observações acerca da participação interação, disciplina e assiduidade dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas no laboratório virtual. Sobre os aspectos quantitativos, deverão ser utilizados como as próprias atividades usadas nas aulas no laboratório virtual e uma avaliação escrita exaltando as potencialidades didáticas das atividades proposta durante a aplicação do laboratório virtual.

## 8 REFERÊNCIAS

ANTUNES, Josué de Macêdo. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo: Elaboração de Um Roteiro de Atividades para Professores do Ensino Médio.** 2009.

BRASIL, **Ministério da Educação. Base Nacional Curricular Comum.** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2015.

BRASIL, **Ministério da Educação. Base Nacional Curricular Comum.** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2016.

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental.** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

BRASIL, **Ministério da Educação, Secretaria de Articulação com os Sistemas de Ensino.** "Plano Nacional Educação." 2014.

CALOMENO, Carolina. **"Simuladores Educacionais: definições e aprimoramento como objetos de aprendizagem."** Educação Gráfica, 2017: Págs. 257 - 269.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os Princípios das Metodologias Ativas de Ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema, v. 14, n. 1, jan./abr., 2017. Disponível em: <http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/download/404/295>.**

EDUCAÇÃO, Ministério da Educação, Secretaria da Educação à Distância, Programa Nacional de Informática na Educação. **"O computador na sociedade do conhecimento."** s.d.

HELERBROCK, Rafael. **"Leis de Newton";** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/leis-newton.htm>. Acesso em 09 de março de 2019.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M. **Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.**

KENSKI, Vânia Moreira. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação.** – 3 ed. Campinas, SP: Papyrus, 2008.

LUIZ, Francisco Carraro. **Simuladores virtuais do PhET no ensino de Física.** Universidade estadual de Maringá, 2014.

MEYERS, C., & JONES, T. B. (1993). **Promoting Active Learning: Strategies for the College Classroom.** San Francisco, CA: Jossey-Bass Inc.

MORAES, Maria Cândida. **“informática educativa no brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas\*.”** 1997.

MORAN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas.** Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, v. 2, 2015.

MOREIRA, M.A. (2006). **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Universidade de Brasília, 186 p.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S. (2006). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** 2. ed. São Paulo: Centauro, 111 p.

NACARATO, A. M.. Prefácio. In: **O processo de avaliação nas aulas de matemática.** Organização: Célia Espasandin Lopes, Maria Inês Sparrapan Muniz. Editora Mercado de Letras, Campinas – SP, 2010.

NETO, Herminio Borges. **“Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola.”** v. 21, n. 37 (1999), 1999.

OLIVEIRA, Renato J. de. **“A crítica ao verbalismo e ao experimentalismo no ensino de Química e Física.”** Química Nova, 1992: 86-89.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T.L.; DOROCINSKI, S.I. (2002). **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel.** Revista PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42.

SILVA, Luiz da, Ulisses A. Leitão, Gilberto Iage. **Problematizando a Difração e a Interferência no ensino médio.** 2015.

WIEMAN, Carl. PhET interactive simulations. s.d. [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics/motion](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics/motion) (acesso em 08 de abril de 2019).

ZEMANSKY, Sears e Freedman, Young E. **Física I Mecânica**, 12ª edição, Ed. Addison Wesley 2008.

**APÊNDICE B - Termo de Consentimento e Adesão para participar como colaborador da pesquisa de Mestrado em Ensino de Física**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI**

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA - CCN**

**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo

PESQUISA: IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA

Você está sendo convidado para participar, como voluntário de uma pesquisa no Ensino de Física. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável por esse estudo sobre quaisquer dúvidas caso as tenha. Esta pesquisa será conduzida pelo mestrando JÁRBIO DA SILVA COSTA. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir e, caso aceite fazer parte do estudo, assine este documento impresso em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Se tiver dúvida, você poderá procurar a Coordenação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, do Centro de Ciências da Natureza, da Universidade Federal do Piauí, ou o pesquisador responsável por esta pesquisa.

---

Járbio da Silva Costa  
(Mestrando)



**ADESÃO PARA PARTICIPAR COMO SUJEITO DA PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_, abaixo assinado concordo em participar do estudo: IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA (pré-teste e pós-teste), participando de aulas teórico-práticas, empregando o laboratório virtual, envolvendo o conceito da Segunda Lei de Newton, com uma carga horária máxima de 12 horas. Tive pleno conhecimento das informações que li e que foram descritas sobre o referido estudo. Discuti com o mestrando Járbio da Silva Costa sobre minha decisão em participar desta pesquisa. Ficaram claros para mim os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou evidente também que minha participação é isenta de quaisquer despesas bem como de remuneração. Concordo, voluntariamente, em participar desse estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos pessoais.

Barra do Corda, \_\_\_\_ de julho de 2020.

---

Assinatura do participante/sujeito da pesquisa

**APÊNDICE C – Questionário (pré-teste) para avaliar conhecimentos prévios dos alunos acerca da Segunda Lei de Newton**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA - CCN  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

Barra do Corda (MA), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020

Prezado Estudante,

Sou aluno da Universidade Federal do Piauí – UFPI, do Centro de Ciências da Natureza, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF e estou realizando uma pesquisa intitulada IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA, voltada para a elaboração da dissertação de Mestrado e do Produto Educacional que, neste caso, será uma sequência de atividades com atividades teórico e práticas, a partir do uso do laboratório virtual, envolvendo esse conceito, sob a orientação do Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo. Tem como objetivo geral desenvolver aulas de Física em uma turma de ensino médio sobre 2ª Lei de Newton, utilizando-se o simulador Phet, de modo a possibilitar a aprendizagem desse conceito. Especificamente sobre esse primeiro momento da pesquisa, o objetivo é o de fazer o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos do 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), campus Barra do Corda, bem como de suas estratégias de resolução de problemas. Para tanto, solicitamos que nas folhas em branco (em anexo), o aluno descreva as estratégias empregadas na resolução dos problemas propostos no questionário. Assim, conto com o apoio da colaboração de cada um de vocês no sentido de que respondam sinceramente ao questionário em anexo, pois me comprometo em manter seu nome sob sigilo. Agradeço antecipadamente e coloco-me à sua disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,  
Járbio da Silva Costa

**Questionário (pré-teste) para avaliar conhecimentos prévios dos alunos acerca da 2ª Lei de Newton**

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Idade: \_\_\_\_\_

**1)** Um corpo tem uma certa velocidade e está se movendo em movimento uniforme. O que deve ser feito para que a sua velocidade aumente, diminua ou mude de direção?

---

---

---

---

---

---

---

---

**2)** Se duas forças agirem sobre um corpo, a que condições essas forças precisam obedecer para que o corpo fique em equilíbrio?

---

---

---

---

---

---

---

---

**3)** Considere um corpo que recebe uma força  $F$  e adquire velocidade  $v$ . Se essa força fosse cinco vezes maior, a velocidade seria maior, menor ou igual ao da força  $F$ ? Se fosse diferente quantas vezes seria maior ou menor?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4) Num cabo-de-guerra, um garoto e uma garota puxam a corda para a direita. A força que cada um faz é: 70 N, 30 N. Do outro lado, outros dois puxam a corda para a esquerda, com as forças: 80 N, 45 N. Qual o valor, a direção e o sentido da força resultante?



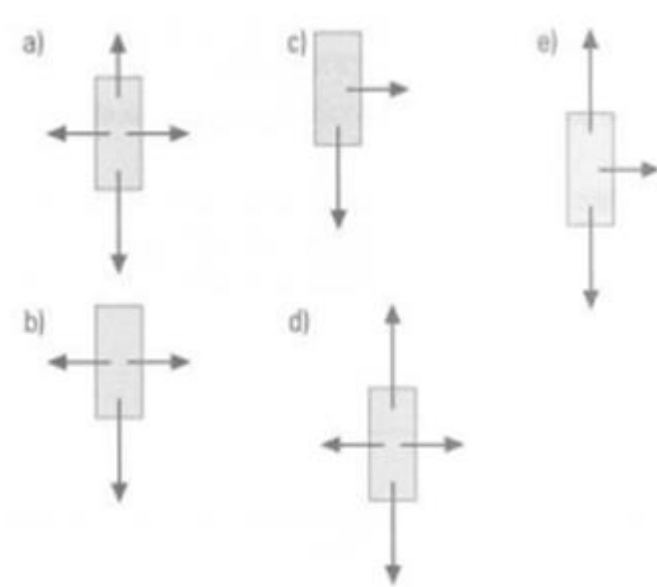
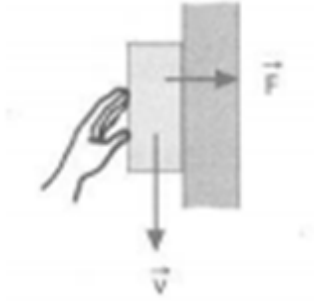
5) Numa partícula estão aplicadas apenas duas forças, de intensidades respectivamente iguais a 12N e 5N. Determine a intensidade da resultante quando as forças:

- a) Tem a mesma direção e o mesmo sentido
- b) Tem sentidos contrários
- c) São perpendiculares entre si

6) (PUC-MG) Uma força constante atuando sobre um certo corpo de massa  $m$  produziu uma aceleração de  $4,0 \text{ m/s}^2$ . Se a mesma força atuar sobre outro corpo de massa igual a  $m/2$ , a nova aceleração será, em  $\text{m/s}^2$ :

- a) 16,0
- b) 8,0
- c) 4,0
- d) 2,0
- e) 1,0

7) (UFMG, 1995) A figura a seguir mostra um bloco que está sendo pressionado contra uma parede vertical com força horizontal  $\vec{F}$  e que desliza para baixo com velocidade constante. O diagrama que melhor representa as forças que atuam nesse bloco é:



**APÊNDICE D – Questionário (pós-teste) para avaliar conhecimentos desenvolvidos pelos alunos acerca da Segunda Lei de Newton, mediados pelo laboratório virtual usando simuladores.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA - CCN  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

Teresina (PI), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020.

Prezado Aluno,

Sobre a pesquisa que estamos desenvolvendo neste Instituto Federal, intitulada IMPLEMENTAÇÃO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS COMO POSSIBILIDADE DA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DAS LEIS DE NEWTON EM CURSOS INTEGRADOS DO IFMA - CAMPUS BARRA DO CORDA/MA, voltada para a elaboração da dissertação de Mestrado e do Produto Educacional que, neste caso, é um conjunto de atividades teórico-práticas, a partir do uso de um laboratório virtual com o uso de simuladores, envolvendo o conceito do Princípio Fundamental da Dinâmica, conhecida 2ª Lei de Newton, sob a orientação do Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo, tendo em vista que já foram aplicadas as atividades, o próximo passo será avaliar os conhecimentos potencializados do conteúdo em questão. Com isso o aluno deverá responder ao questionário que se segue sempre deixando claro o raciocínio usado para resolver tal questão.

Atenciosamente,

Járbio da Silva Costa

**Questionário (pós-teste) para avaliar conhecimentos e significados desenvolvidos pelos alunos acerca da 2ª Lei de Newton, após a realização das atividades no laboratório virtual.**

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Idade: \_\_\_\_\_

**1)** Qual o valor, em Newtons, da força média necessária para fazer parar, num percurso de 20m, um automóvel de 1500 kg, que está a uma velocidade de 72 km/h?

**2)** Certo carro nacional demora 30 s para acelerar de 0 a 108 km/h. Supondo sua massa igual a 1200 kg, o módulo da força resultante que atua no veículo durante esse intervalo de tempo é, em N, igual a?

- a) zero                      b) 1200                      c) 3600                      d) 4320                      e) 36000

**3)** Uma partícula de massa igual a 10 kg é submetida a duas forças perpendiculares entre si, cujos módulos são 3,0 N e 4,0 N. Pode-se afirmar que o módulo de sua aceleração é:

- a) 5,0 m/s<sup>2</sup>                      b) 50 m/ s<sup>2</sup>                      c) 0,5 m/ s<sup>2</sup>                      d) 7,0 m/ s<sup>2</sup>                      e) 0,7 m/ s<sup>2</sup>

**4)** O que mais lhe chamou atenção nas aulas de Física sobre os conceitos da 2ª Lei de Newton mediadas pelo Laboratório Virtual?

**5)** Um corpo com massa de 0,6 kg foi empurrado por uma força que lhe comunicou uma aceleração de 3 m/s<sup>2</sup>. Qual o valor da força?

**6)** Como você passou a ver as aulas de Física com a aplicação do Produto Educacional “Implementação de LV como possibilidade da aprendizagem potencialmente significativa das Leis de Newton”?