



**UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE**

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

CURSO DE FÍSICA – RAMO EDUCACIONAL

TRABALHO DE LICENCIATURA:

**ANÁLISE DA EFICÁCIA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM
DAS LEIS DE NEWTON MEDIADAS PELAS TICs: UMA APLICAÇÃO PARA
O ENSINO MÉDIO**



Autor:

 Pedro Faustino Mingue Júnior

Maputo, Setembro de 2024



**UNIVERSIDADE
E D U A R D O
M O N D L A N E**

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

CURSO DE FÍSICA – RAMO EDUCACIONAL

TRABALHO DE LICENCIATURA:

**ANÁLISE DA EFICÁCIA NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON MEDIADAS PELAS
TICs: UMA APLICAÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO**

Autor:

 Pedro Faustino Mingue Júnior

Supervisor:

Prof. Doutor: Carlos Abílio Alejandro Alfonso

Maputo, Setembro de 2024

Dedicatória

Dedico esta importante conquista aos meus irmãos e a todos meus sobrinhos, para que estudem movidos, guiados e inspirados por este trabalho feito com muito esforço, sacrifício e dedicação da minha parte.

Agradecimentos

É difícil descrever a minha enorme gratidão em poucas palavras, mas desde já, agradeço a todos que directo ou indirectamente me ajudaram nesta importante trajectória da minha vida, especialmente:

A Deus pela vida e pela saúde, por se fazer presente em todos os dias, em todos os passos da minha vida e por ter me proporcionado forças para lutar, principalmente nos momentos mais difíceis e por ter colocado diversas pessoas no meu caminho que me ajudaram (principalmente os meus alunos da explicação, me ajudaram bastante com os seus pagamentos) e por ter permitido que este trabalho chegasse até a fase final.

A minha mãe Raquel Pedro pelo sustento e pelo suporte durante longos anos, o que tornou possível que eu pudesse estar numa Universidade e por custear parte das despesas dos meus estudos.

Ao Professor Dr. Carlos Abílio Alejandro Alfonso, pela paciência, pelos conhecimentos, pelas orientações e pela experiência transmitida durante a realização deste trabalho, muitíssimo obrigado.

À minha família inteira, principalmente aos meus irmãos e cunhados cujo apoio incondicional, motivação e disposição para me ajudar serviram de combustível para que aqui eu pudesse chegar.

A todos os docentes do Departamento de Física da UEM, em particular a Dra. Dinelsa, Msc. Marina, Dr. Sacate e ao Msc. Dambe, pela motivação, inspiração e pelos conhecimentos transmitidos durante a formação, principalmente pelas críticas construtivas que conduziram à reelaboração e reestruturação do tema e objectivos deste trabalho. Ao Professor Dr. Valery Kuleshov, pelas críticas frutuozas, sugestões e discussões mantidas, obrigado.

A todos os meus amigos, especialmente ao Luís Arlindo Nhantumbo por me ter engajado e fornecido condições e materiais necessários na trajectória do curso que me foram bastante úteis e benéficos.

Agradeço a todos os colegas da turma de Física e Meteorologia de 2018 que juntos labutamos em prol do tão almejado grau de licenciatura, especialmente ao colega Bilson e a colega Raufa, profundamente grato.

Declaração de honra

Declaro por minha honra que o presente trabalho foi elaborado com os recursos com que se faz referência e os resultados nele apresentados são credíveis, da minha inteira responsabilidade e fruto da minha dedicação sob supervisão do Prof. Dr. Carlos Abílio Alejandro Alfonso e não tem outro objectivo se não a apresentação do mesmo como requisito para a obtenção do grau de Licenciado em Física – Ramo Educacional.

O Candidato

(Pedro Faustino Mingue Júnior)

Maputo, Setembro de 2024

Resumo

Nossas escolas apresentam grandes desafios, pois as metodologias de ensino não evoluem junto com as tecnologias disponíveis. Tais metodologias se baseiam em métodos de exposição oral com o ensino centrado no professor, que para uma grande parte dos alunos não apresentam atractivos, fora da sala de aula eles estão habituados a utilizar tecnologia para as mais diversas actividades. A investigação foi fundamentada na aprendizagem significativa de David Ausubel para inserir no processo de ensino e aprendizagem o uso das TICs como ferramenta educacional. Com esta visão, foi desenvolvido um *site* offline, abordando os assuntos relacionados aos conceitos e aplicações das Leis de Newton. A referida pesquisa, foi aplicado no Centro de Formação Profissional Dom Bosco, na cidade de Maputo, bairro do Jardim. A aplicação da metodologia de ensino através deste *site*, consistiu em avaliar duas turmas, para comparar os seus rendimentos. Em uma das turmas (designada turma de estudo), foi utilizado o *site* contendo simulações interactivas da PhET da universidade do Colorado como parte do processo de ensino e aprendizagem, na outra turma (designada turma de controlo), utilizou-se o método exposição oral com o ensino centrado no professor. A resolução dos exercícios de consolidação foi aplicada em ambas turmas. Foram empregados instrumentos de colecta de dados que favoreceram a análise da eficácia na aplicação desta metodologia através de questionários (pré-teste e pós-teste) com intuito de avaliar qual das turmas conseguiu absorver melhor os conteúdos. Para além do que as professoras que assistiram as aulas puderam observar (vide anexo 2), os resultados em si, mostraram que a metodologia utilizada proporcionou maior interação entre as alunas da turma de estudo e promoveu uma predisposição para aprenderem. Assim, a ferramenta aplicada nesta metodologia revelou-se ser potencialmente significativa, pois possibilitou que as alunas trabalhassem com animações demonstrativas de fenômenos físicos que favoreceram aprender de forma activa os conceitos e aplicações das Leis de Newton.

Palavras chaves: Leis de Newton, TICs, *site*, simulador PhET, Ensino Médio.

Lista de figuras

Figura 1: Os empurrões provocam o movimento do carro que estava parado.....	8
Figura 2: Um chute altera o movimento da bola, que segue noutra direcção	9
Figura 3: Apertões e esticões alteram a forma da mola	9
Figura 4: Força de Contacto	9
Figura 5: Força de ação à distância	9
Figura 6: Um grupo de pessoas empurram um carro	10
Figura 7: Dois bois puxam uma carroça.....	10
Figura 8: F_1 e F_2 têm a mesma direcção e o mesmo sentido	11
Figura 9: A intensidade da força resultante é igual à soma das intensidades das forças componentes	11
Figura 10: F_1 e F_2 têm a mesma direcção, mas sentidos opostos	12
Figura 11: A intensidade da força resultante é igual à diferença das intensidades das forças componentes	12
Figura 12: Passageiros arremessados para frente em relação ao ônibus por inércia.....	13
Figura 13: Experiência em que uma partícula é sujeita, sucessivamente, a diferentes forças, adquirindo diferentes acelerações.....	13
Figura 14: 2. ^a Lei de Newton	14
Figura 15: Ilustração da Terceira Lei de Newton.....	15
Figura 16: Força gravítica entre a Terra e a Lua	16
Figura 17: Astros do Sistema Solar.....	17
Figura 18: O peso, a força gravítica que a Terra exerce sobre qualquer corpo na sua superfície ou perto dela, aponta para o centro da Terra	17
Figura 19: Sobre uma fruta em repouso numa mesa são exercidas duas forças: P e N , iguais em módulo mas de sentidos opostos	18
Figura 20: (a) A corda esticada está sob tracção. Se a massa da corda é desprezível, a corda puxa o corpo e a mão com uma força T , o mesmo que passa por uma polia sem massa e sem atrito, como (a) e (c).....	19
Figura 21: Força de atrito.	19
Figura 22: Dispositivos electrónicos	23
Figura 23: Múltiplos usos do Computador Pessoal.....	25
Figura 24: Página Inicial do PhET - Versão em Português.....	31
Figura 25: Página Inicial para Escolha do Ramo da Física.....	32

Figura 26: Página para Filtragem de Nível de Classificação, Compatibilidade e Funcionalidades	
Inclusivas	33
Figura 27: Página para Filtragem da Localidade	33
Figura 28: Vista recortada da Tela inicial do <i>site</i>	36
Figura 29: Vista recortada da fundamentação teórica e dos respectivos <i>links</i> na barra à esquerda. 36	
Figura 30: Imagem das quatro opções das Leis.	36
Figura 31: Imagem inicial da opção Força Líquida	36
Figura 32: Imagem do exemplo da soma das forças igual à zero	36
Figura 33: Imagem do exemplo da soma das forças diferente de zero	36
Figura 34: Imagem da opção movimento.....	37
Figura 35: Imagem do sistema com várias massas	37
Figura 36: Imagem do sistema com uma massa.....	37
Figura 37: Imagem da opção aceleração	38
Figura 38: Imagem da página inicial da opção “Aceleração”	38
Figura 39: Imagem da opção Fricção	39
Figura 40: Imagem da página inicial da opção Fricção	39
Figura 41: Vista frontal externa do Centro de Formação Profissional Dom Bosco junto à igreja anexa.....	40
Figura 42: Vista frontal interna do Centro de Formação profissional Dom Bosco junto à igreja anexa.....	40
Figura 43: Estudantes da turma de estudo na aula teórica	41
Figura 44: Estudantes da turma de estudo executando a simulação Força Líquida.....	42
Figura 45: Estudantes da turma de Controle na aula teórica.....	42
Figura 46: Estudantes da turma de controle na aula prática.....	43

Lista de tabelas

Tabela 1: Resultados obtidos pelas alunas da turma de controlo no pré-teste.	45
Tabela 2: Frequência das classificações obtidas no pré-teste na turma de controlo.	46
Tabela 3: Resultados obtido pelas alunas da turma de estudo no pré-teste.....	46
Tabela 4: Frequência das classificações obtida no pré-teste pela turma de estudo.	47
Tabela 5: Resultados obtidos pelas alunas da turma de controlo no pós-teste.....	48
Tabela 6: Frequência das classificações obtidas no pós-teste na turma de controlo.....	49
Tabela 7: Resultados obtidos pelas alunas da turma de controlo no pós-teste.....	49
Tabela 8: Frequência das classificações obtidas no pós-teste na turma de estudo.....	50

Lista de gráficos

Gráfico 1: Frequência das classificações obtidas na turma de controlo e na turma de estudo no pré-teste.....	47
Gráfico 2: Frequência percentual das classificações obtidas no pré-teste na turma de controlo.....	48
Gráfico 3: Frequência percentual das classificações obtidas no pré-teste na turma de estudo.....	48
Gráfico 4: Frequência das classificações obtidas na turma de controlo e turma de estudo no pós – teste.....	51
Gráfico 5: Frequência percentual das classificações obtidas no pós-teste na turma de controlo.....	51
Gráfico 6: Frequência percentual das classificações obtidas no pós-teste na turma de estudo.....	51

Lista de abreviaturas

CSS – Cascading Style Sheets

ESG1 – Ensino Secundário Geral do 1º ciclo (8ª, 9ª e 10ª classes)

ESG2 - Ensino Secundário Geral do 2º ciclo (11ª e 12ª classes)

HTML – Hypertext Markup Language

PhET – Physics Educational Technology

TICs – Tecnologias de Informação e Comunicação

Lista de Anexos

Anexo 1: Declaração de Frequência aprovada pela escola.....	I
Anexo 2: Ficha de assistência às aulas.....	II
Anexo 3: Sequência Didática.....	VI
Anexo 4: Aula Prática.....	XV
Anexo 5: Questionário de pré-teste aplicado nas duas turmas.....	XVII
Anexo 6: Questionário de pós-teste aplicado nas duas turmas.....	XXI

Índice

Dedicatória.....	I
Agradecimentos	II
Declaração de honra	III
Resumo	IV
Lista de figuras	V
Lista de tabelas	VII
Lista de gráficos.....	VIII
Lista de abreviaturas	IX
Lista de Anexos	X
1. CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS	1
1.1. Introdução	1
1.2. Contextualização.....	2
1.3. Problematização.....	3
1.4. Justificativa e importância do estudo	4
1.5. Objectivos	5
1.5.1. Objectivo Geral.....	5
1.5.2. Objectivos específicos	5
1.6. Perguntas de pesquisa	5
1.7. Estrutura do trabalho.....	5
2. CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Leis de Newton e suas aplicações	7
2.2. Leis de Newton na área curricular do 1º ciclo (ESG1).....	8
2.2.1. Conceito de Força.....	8
2.2.2. Elementos de uma força	10
2.2.3. Representação gráfica da resultante de forças colineares.....	10
2.2.4. Leis de Newton.....	12

2.3.	Leis de Newton na área curricular do 2º ciclo (ESG2).....	15
2.4.	Algumas Forças Especiais	16
2.4.1.	Força Gravitacional	16
2.4.2.	Força Peso	17
2.4.3.	Força Normal.....	18
2.4.4.	Força de Tração	19
2.4.5.	Força de Atrito.....	19
2.5.	Teorias de aprendizagem	20
2.5.1.	Teoria de aprendizagem significativa de David Paul Ausubel.....	20
2.6.	Cenário actual da educação.....	21
2.7.	O uso das TICs na educação	22
2.8.	O computador pessoal na escola.....	24
2.9.	Modelagem computacional e simulações	26
2.10.	Vantagens e limitações do uso de simulações computacionais no ensino de ciências ...	27
2.11.	Metodologias com o uso das simulações interactivas disponíveis na plataforma PhET	29
2.12.	Plataforma PhET	30
3.	CAPÍTULO III: METODOLOGIA DO TRABALHO	35
3.1.	Descrição da metodologia do trabalho.....	35
3.2.	Criação do <i>site</i>	35
3.3.	Descrição da simulação computacional inserida no <i>site</i> a ser utilizada para a verificação das três Leis de Newton.....	36
3.3.1.	Primeira Lei de Newton – Princípio da Inércia.....	36
3.3.2.	Segunda Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica.....	38
3.3.3.	Terceira Lei de Newton – Princípio da Acção e Reacção	39
3.4.	Escolha e perfil da escola onde realizar o estudo	39
3.5.	Escolha e perfil da turma de estudo e de controle	41
3.6.	Planificação, assistência e avaliação das aulas na turma de estudo.....	43

3.7. Sequência didática.....	43
3.8. Instrumento de recolha de dados	44
4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS	45
4.1. Resultados do questionário do pré – teste.....	45
4.2. Resultados do questionário Pós-teste.....	48
4.3. Análise e discussão dos resultados	51
5. CAPITULO V: CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES.....	53
5.1. Conclusões	53
5.2. Limitações e recomendações	54
Referências Bibliográficas.....	55
ANEXOS	I

1. CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

1.1. Introdução

As necessidades formativas do cidadão do século XXI vão muito além da acumulação de conhecimentos. Envolve, entre outras, a capacidade de selecção e tratamento de informações, a transposição de conhecimento de uma situação e/ou contexto para outro, a resolução de problemas para os quais não está estabelecida uma resposta e a capacidade de trabalhar de forma cooperativa. Apesar disso, e das limitações de estratégias didácticas baseadas quase que exclusivamente na apresentação oral do conteúdo, com o ensino centrado no professor, é ainda muito presente no ambiente escolar (Pasqualetto, Veit, & Araújo, 2017, pp. 551-552).

Uma das possibilidades para superar esses problemas está relacionada à utilização de recursos computacionais, cada vez mais presentes em nossa sociedade. Afinal, os estudantes desde cedo demonstram interesse e domínio sobre os recursos tecnológicos e a utilização da informática associada à internet pode favorecer na formação de conceitos pouco compreendidos (Andrade, 2010, p. 12).

Cada vez mais, a tecnologia está inserida na sociedade e, portanto, torna-se necessário utilizá-la também no ensino como recurso didáctico. Segundo Silva (2020) “As TICs na educação quando são trabalhadas com experimentos didácticos em ensino de Física podem aumentar muito a dinâmica de interação do educador com o educando permitindo uma troca de saberes”.

De acordo com Santos (2017), “As TICs podem ser entendidas como um conjunto de recursos tecnológicos que proporcionam a interação e a automação de diferentes formas mediáticas, aplicadas nos variados campos do saber”.

Segundo Esteves e Silva (2019) “as TICs possuem três efeitos: (1) alteram a estrutura de interesses (o que pensamos), (2) mudam o carácter dos símbolos (as coisas com as quais pensamos) e (3) modificam a natureza da comunidade (área em que se desenvolve o pensamento)”.

Embora existam desafios e barreiras a serem transpostas, é incontestável o potencial das TICs como fomento para a abordagem interdisciplinar visando à promoção de um aprendizado significativo para os educandos. A incorporação das TICs ao cotidiano da sala de aula pode possibilitar aos alunos ampliar seus espectros de pesquisa, questionamentos, além de facilitar a participação em processos de construções colectivas de conhecimento e, ainda que a aprendizagem ocorra de forma significativa (Santos., 2017, p. 42).

Neste sentido, de longa data tem crescido a diversidade de metodologias activas, que procuram trazer o aluno para o centro do processo educativo, como agente da sua própria aprendizagem. Pode-se destacar a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como uma metodologia cujo potencial envolve não só o trabalho colaborativo, como também o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas abertos e a interdisciplinaridade (Pasqualetto , Veit, & Araújo, 2017, p. 552).

Para muitos alunos, a Física não passa de um conjunto de fórmulas matemáticas a serem memorizadas sem conexão com as situações vivenciadas no dia a dia. Isto deve-se à falta do uso de metodologia de ensino que visem uma aprendizagem significativa que pode ser dada através do uso de simuladores, por exemplo (Veras, 2018, p. 15). As simulações proporcionam ao estudante observar os fenômenos, fazendo com que eles tirem conclusões muito próximas aos conceitos, não mais dificultando a abstração da teoria.

Monteiro (2016), destaca que, “apesar das simulações e animações não substituírem as atividades experimentais, podem complementá-las já que permitem a visualização de aspectos do modelo teórico, possibilitando a construção de uma ponte entre os dados obtidos experimentalmente e os instrumentos teóricos que facilitam sua compreensão e interpretação”.

Os simuladores, como o próprio nome já diz, permitem que façamos simulações de situações experimentais. Um exemplo de uma plataforma *Web* muito popular é a Physics Education Technology (PhET). De acordo com Santos (2022), PhET é um projecto desenvolvido por Carl Wieman e sua equipe da Universidade de Colorado Boulder. Permite o acesso gratuito a simulações garantindo que os alunos possam simular situações que ajudam na compreensão dos conceitos de Ciência e Matemática na expectativa de ampliar as possibilidades de aprendizado. Interpretado por Freitas (2017), “essa plataforma pode ser acessada no endereço <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype>”.

Assim, na busca por uma abordagem não tradicional e inspirado nos trabalhos de Santos (2022), Barros (2022), Souza (2022) e Veras (2018) nasce a proposta de desenvolvimento de um *site* interactivo para a disponibilização de simulações interactivas voltadas ao ensino das Leis de Newton no ensino médio, com roteiros de actividades voltados à cada um dos simuladores seleccionados na PhET para o processo de ensino e aprendizagem, baseando esta sequência didáctica no uso da experimentação como metodologia activa central.

1.2. Contextualização

Os professores de Física geralmente utilizam como ferramentas principais para o Ensino da Física o livro didático, quadro e giz, facto notório, que o torna maçante dentro desse método puramente

expositivo. Com o uso desses instrumentos, faz-se necessário que o aluno seja capaz de imaginar o fenômeno natural que é objecto de estudo nas aulas. Na prática, dificilmente isso acontece no cotidiano das aulas (Mendes, 2014, p. 16). Fiolhais e Trindade (2003) colocam a necessidade de se inserirem técnicas de ensino atraentes que facilitem a compreensão qualitativa dos princípios físicos.

Muitos pesquisadores têm discutido as potencialidades do uso de metodologias contextualizadas e da aplicação das TICs no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton. Assim, esta pesquisa enquadra-se no contexto de ensino da Física e visa contribuir na exploração do uso das TICs no processo de ensino-aprendizagem no contexto nacional e na diversificação das estratégias metodológicas para o ensino da Física.

Desenvolver-se-á um *site* contendo simulações interactivas da PhET e material didáctico de apoio para o processo de ensino-aprendizagem das Leis de Newton, no Ensino Médio. Compreender-se-á a contribuição da utilização das TICs no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton numa turma de estudo através da observação participante, dando mais atenção para o papel crucial que as simulações têm no ensino de conteúdos que exigem alto grau de abstracção como é o caso das Leis de Newton.

1.3. Problematização

Um dos problemas actuais da educação em Moçambique, é a fraca qualidade de ensino, (...) os materiais básicos de aprendizagem são escassos ou inexistentes nas escolas (...), a estrutura e o conteúdo do curriculum nas escolas primárias e secundárias vai se mostrando cada vez mais inadequado para uma economia em rápida mudança e para as exigências sociais (...), ao nível do curriculum do ensino secundário, mostram-se particularmente fracas as áreas de ciências e matemáticas (Victorino, 2006, p. 23).

De uma forma geral, podemos caracterizar as aulas de Física, que se desenvolvem na maioria de nossas escolas, como actividades cujo foco é excessivamente conteudista e a prática pedagógica é centrada na “transmissão de conhecimentos”. Nessa perspectiva, o professor verbaliza explicações de conceitos apresentados nos livros didáticos, resolve e propõe exercícios de fixação e, às vezes, realiza eventuais experimentos e/ou demonstrações para confirmar a teoria exposta (Monteiro, 2016, p. 2).

De acordo com Moreira (2018) “para aperfeiçoar novas práticas de metodologias é necessário ter um olhar amplo para a realidade, ou seja, utilizar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) aplicadas no ensino da Física, fugindo do uso excessivo do livro didático, facilitando o entendimento dos mais variados assuntos”.

Portanto, com o anteriormente especificado permite-se enunciar o seguinte problema de pesquisa: ***Até que ponto a utilização das TICs no ensino médio pode contribuir para o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton?***

1.4. Justificativa e importância do estudo

No processo de ensino e aprendizagem da física têm de ser usados diferentes métodos de ensino e aprendizagem: orais, directos, práticos – com a formulação de problemas e a atracção dos alunos para a busca independente das formas de resolução (Kuleshov, 2007, p. 22). Dificuldades na aprendizagem têm se registado nas escolas e novos métodos de ensino estão sendo desenvolvidos. Esses novos métodos possibilitam aos estudantes um aprendizado dinâmico e atraente, em que o estudante participa da sua formação. Nessa vertente, Ramos (2011) sugere como alternativa ao ensino expositivo, o uso de tecnologias de informação e da comunicação (TICs). Jimoyiannis e Komis (2001) consideram que a Física é uma das áreas que mais pode se beneficiar das TICs para o ensino e a aprendizagem.

A utilização das TICs no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton é um estudo cuja a reflexão é de interesse, pelo facto de este se apresentar como uma alternativa metodológica capaz de tornar mais real, mais natural e prática de ensinar a Física na escola, e, com isso dar mais vida ao processo de ensino-aprendizagem. Concordando com Victorino (2006), outro aspecto fundamental que impele a realização desta pesquisa, é sem dúvida a convicção de que a Física é uma das ciências fundamentais da natureza que tem dado um contributo valioso para o desenvolvimento económico, industrial e social da humanidade, e que como tal, se a sua aprendizagem na escola for significativa, poderá dar um contributo valioso no desenvolvimento económico e social de Moçambique em particular.

As escolas secundárias estão sendo equipadas com recursos informáticos, porém, ainda não se encontram ligados a rede que lhes permite ter conexão à internet e aceder a diferentes *sites* com uma quantidade significativa de simulações interactivas, se existir, a conexão é lenta e por vezes limitada. O desenvolvimento deste *site* acessível sem conexão à internet com diferentes simulações e material de apoio e sua aplicação sistemática no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton tendo em conta a sua posição no programa de ensino, onde se enquadra como um dos tópicos da Mecânica concretamente no ramo da Dinâmica, suas aplicações científicas, sérias limitações de materiais que possibilitem a realização de experiências de demonstração e o alto grau de abstracção exigidos pelos seus conceitos, poderá contribuir como forma de diversificação das estratégias didácticas, despertar

no aluno o senso de investigação, proporcionar o engajamento e contribuir para que os alunos tenham um rendimento cognitivo superior.

1.5. Objectivos

1.5.1. Objectivo Geral

- ✚ Analisar a eficácia da utilização das TICs no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton, no ensino médio.

1.5.2. Objectivos específicos

- ✚ Desenvolver um *site* contendo simulações interactivas seleccionadas na PhET para o ensino-aprendizagem e compreensão das Leis de Newton, no ensino médio;
- ✚ Seleccionar dentre várias simulações gratuitas disponíveis na PhET as que melhor se adequam para o ensino e aprendizagem das Leis de Newton, no ensino médio;
- ✚ Compreender a contribuição da utilização das TICs no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton, numa turma de estudo.

1.6. Perguntas de pesquisa

- ✚ Como é que a linguagem de programação HTML5, CSS e JavaScript, pode contribuir para a elaboração de um *site* contendo simulações interactivas seleccionadas na PhET e material didático de apoio virados ao ensino-aprendizagem e compreensão das Leis de Newton, no ensino médio?
- ✚ Para a análise em causa, qual das simulações gratuitas disponíveis na PhET, melhor se adequa para ensino e aprendizagem das Leis de Newton, no ensino médio?
- ✚ A comparação dos resultados obtidos em turmas de estudo e controlo evidenciará a eficácia na utilização das TICs no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton, no ensino médio?

1.7. Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco (5) capítulos. O primeiro capítulo é composto pela introdução, contextualização, problematização, justificativa e importância do estudo, objectivos (geral e específicos), perguntas de pesquisas e finalmente pela própria estrutura do trabalho. O segundo capítulo refere-se a revisão bibliográfica. Neste capítulo abordam-se questões sobre as Leis de Newton. Descreve-se resumidamente a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel como sendo a base de fundamentação teórica para o uso de simulações no processo de ensino-aprendizagem. Fala-se ainda do uso das TICs no ensino da Física no geral, e do uso das TICs no ensino das Leis de Newton: *site* (hipertextos) e simulações interactivas da PhET, em particular. No

terceiro capítulo, apresenta-se a descrição dos materiais e das actividades levadas a cabo nos processos de recolha de dados e que seguidamente, foram apresentados, analisados e discutidos. No quarto capítulo apresenta-se os resultados obtidos e a sua respectiva discussão, por questão de organização, os dados colhidos são apresentados em tabelas e gráficos desenhados através do Excel. No quinto capítulo, encontram-se apresentadas as conclusões, limitações e recomendações do trabalho.

2. CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Leis de Newton e suas aplicações

A Física é dividida em alguns ramos, como Mecânica, Física Molecular & Termodinâmica, Óptica, Electricidade & Magnetismo e Física Moderna. Cada um desses ramos são subdivididos em diferentes partes, neste caso específico, o objecto de estudo é a parte da Mecânica denominada Dinâmica.

De acordo com Cupane (2008, p. 96), em Física, a Dinâmica é uma parte da Mecânica que estuda o movimento de um corpo e as causas desse movimento. Freire (2018, p.15) acrescenta que a Dinâmica estuda fundamentalmente dois problemas básicos:

- 1º. Conhecendo-se o movimento de um corpo, caracterizar as forças que agem sobre ela;
- 2º. Conhecendo-se as forças que actuam sobre um dado corpo, caracterizar seu movimento.

O estudo da Dinâmica resume-se às três Leis de Newton também designadas pelo nome de Leis de Newton do movimento.

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

Zilio e Bagnato (2002, pp.54-55) também fomentam sobre a variedade de problemas que são solucionados a partir destas três leis: “As Leis de Newton são as leis básicas da Mecânica Clássica. Em princípio, qualquer problema de Dinâmica pode ser resolvido através da sua aplicação”.

A mecânica newtoniana não pode ser aplicada a todas as situações. Se as velocidades dos corpos envolvidos são muito elevadas, comparáveis à velocidade da luz, a mecânica newtoniana deve ser substituída pela teoria da relatividade restrita de Einstein, que é válida para qualquer velocidade. Se os corpos envolvidos são muito pequenos, de dimensões atômicas ou subatômicas (como, por exemplo, os electrões de um átomo), a mecânica newtoniana deve ser substituída pela mecânica quântica. Actualmente, os físicos consideram a mecânica newtoniana um caso especial dessas duas teorias mais abrangentes. Ainda assim, trata-se de um caso especial muito importante, já que pode ser aplicado ao estudo do movimento dos mais diversos objectos, desde corpos muito pequenos (quase de dimensões atômicas) até corpos muito grandes (galáxias e aglomerados de galáxias) (Resnick & Walker, 2012, p. 96).

As Leis de Newton vieram substituir os conceitos aristotélicos que dominaram o pensamento dos filósofos durante quase 2000 anos. Para Aristóteles, o estado normal dos corpos era o repouso e para que pudessem sair desse estado era necessária a acção de algo que designou “*dynamis*” (força). Para Aristóteles, quando essa força deixava de actuar, o movimento terminava e os corpos voltavam ao seu estado natural, o repouso (Maciel & Mutimuciuo, 2009, p. 58).

Foi Galileu (1564-1642) quem veio rebater a ideia de Aristóteles de que era necessária uma força para manter um corpo em movimento. Galileu afirmava que não era da natureza dos corpos a tendência para parar, como considerava Aristóteles, os corpos tinham tendência a manter-se em repouso ou em movimento rectilíneo com velocidade constante (Maciel & Mutimuciuo, 2009, pp. 58-59).

Cupane (2008, p.96) acrescenta que foi Newton que viveu logo a seguir a Galileu, quem chegou à conclusão de que a causa dos movimentos dos corpos celestes, ou melhor, das alterações desses movimentos, são as forças exercidas sobre eles.

2.2. Leis de Newton na área curricular do 1º ciclo (ESG1)

A respeito do estudo das Leis de Newton, no ESG1 essas são abordadas simplesmente na 8ª classe. Esta classe é a primeira onde o aluno tem interacção com a disciplina de Física. Porém ele já possui alguns conhecimentos aprendidos nas ciências naturais no Ensino Básico. Deste modo, o aluno será introduzido ao capítulo base da Física, a Mecânica. O estudo da Mecânica inicia-se com o estudo da estrutura da matéria, seguindo-se a Cinemática, Dinâmica e terminando com o capítulo sobre o Trabalho e Energia Mecânica (Moçambique I. , 2010, p. 11).

Na 8ª Classe, estuda-se Dinâmica – Leis de Newton no terceiro trimestre, na unidade III e com uma carga horária de 6 (seis) obedecendo a sequência dos conteúdos abaixo descritos:

2.2.1. Conceito de Força

Um carro avariado, pode ser colocado em movimento se o empurrarmos (figura 1), então, podemos afirmar que a actuação de uma força provoca movimento num corpo.



Figura 1: Os empurrões provocam o movimento do carro que estava parado. Fonte: (Cupane, 2008).

Uma bola que se move altera o seu movimento se a chutarmos com o pé (figura 2), podemos afirmar que a actuação de uma força provoca uma alteração no movimento de um corpo.



Figura 2: Um chute altera o movimento da bola, que segue noutra direcção. Fonte: (Cupane, 2008).

Uma mola que é apertada ou esticada deforma-se, ficando comprimida ou alongada, respectivamente (figura 3), podemos afirmar que a actuação de uma força provoca deformação num corpo.

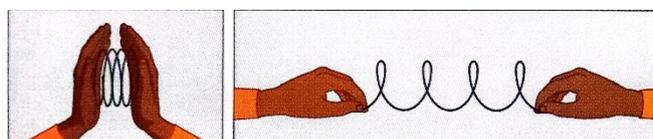


Figura 3: Apertões e esticões alteram a forma da mola. Fonte: (Cupane, 2008).

Assim, de acordo com Freire (2018, p.15), Aléxieva (2008, p. 71) e Cupane (2008, p. 98), Força pode ser definida como sendo o resultado da interação entre os corpos, também pode ser concebida como um agente físico capaz de deformar um corpo ou alterar a sua velocidade ou as duas coisas simultaneamente.

As forças podem ser de contacto (figura 4) ou de acção à distância (figura 5). A primeira classe de força, como o próprio nome diz, ocorre por meio do contacto entre corpos. Já a segunda classe, também conhecida como força de campo, ocorre independentemente do contacto entre os corpos. São exemplos da força à distância: força gravitacional, força magnética e eléctrica (Tipler & Mosca, 2017).



Figura 4: Força de Contacto.
Fonte: (Santos, 2022).



Figura 5: Força de acção à distância. Fonte: (Santos, 2022).

2.2.2. Elementos de uma força

Destacado por Aléxieva (2008, p. 73), as forças são grandezas vectoriais de símbolo \vec{F} , caracterizadas por:

- ✚ Ponto de aplicação – é o ponto onde a força é aplicada;
- ✚ Direcção – é a direcção da recta segundo a qual a força actua. A própria recta designa-se por linha de acção da força. Duas forças que actuam sobre a mesma linha de acção denominam-se forças colineares.
- ✚ Sentido – é a orientação da força numa dada direcção (cada direcção tem dois sentidos).
- ✚ Intensidade – é o valor da força, expresso por um número, acompanhado pela respectiva unidade de medida. A unidade de medida da força no Sistema Internacional é o Newton, de símbolo [N], nome atribuído em homenagem ao grande matemático e físico inglês Isaac Newton.

Todas as grandezas físicas que dependem dos elementos acima citados, tal como a velocidade, denominam-se grandezas vectoriais. Os seus símbolos são acompanhados por uma seta.

A intensidade das forças mecânicas mede-se com dinamómetros. Existem vários tipos de dinamómetros dos quais o mais usado é o dinamómetro de mola. O seu funcionamento é baseado na deformação (alongamento) de uma mola em hélice, quando esta recebe uma força (Aléxieva, 2008, p. 74).

2.2.3. Representação gráfica da resultante de forças colineares

De certeza que já se observaram situações em que sobre um corpo não actua apenas uma, mas várias forças, conforme ilustram as figuras 6 e 7. Diz-se, nestes casos, que o corpo está sujeito a um sistema de forças. A este sistema de forças corresponde uma única força, denominada força resultante, \vec{F}_R .



Figura 6: Um grupo de pessoas empurram um carro. Fonte: (Aléxieva, 2008).



Figura 7: Dois bois puxam uma carroça. Fonte: (Aléxieva, 2008).

2.2.3.1. Forças com a mesma direcção e o mesmo sentido

Suponhamos que as forças que actuam sobre um corpo têm a mesma direcção e o mesmo sentido (figura 8).



Figura 8: \vec{F}_1 e \vec{F}_2 têm a mesma direcção e o mesmo sentido. Fonte: (Cupane, 2008).

\vec{F}_1	\vec{F}_2	\vec{F}_R
Direcção – horizontal;	Direcção – horizontal;	Direcção – horizontal;
Sentido – da esquerda para a direita;	Sentido – da esquerda para a direita;	Sentido – da esquerda para a direita;
Intensidade - $\vec{F}_1 = 4\text{N}$	Intensidade - $\vec{F}_2 = 8\text{N}$	Intensidade - $\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ $\vec{F}_R = 4\text{N} + 8\text{N}$ $\vec{F}_R = 12\text{N}$

A força resultante (figura 9), \vec{F}_R , de \vec{F}_1 e \vec{F}_2 é uma força:

- ✚ Com ponto de aplicação na caixa;
- ✚ Com direcção das forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 ;
- ✚ Com o sentido das forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 ;
- ✚ Com intensidade igual à soma das intensidades de \vec{F}_1 e \vec{F}_2 : $\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

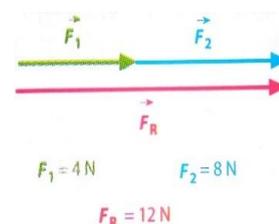


Figura 9: A intensidade da força resultante é igual à soma das intensidades das forças componentes. Fonte: (Cupane, 2008).

2.2.3.2. Forças com a mesma direcção e sentidos opostos

Suponhamos que as forças que actuam sobre um corpo têm a mesma direcção e sentidos opostos (figura 10).



Figura 10: \vec{F}_1 e \vec{F}_2 têm a mesma direcção, mas sentidos opostos. Fonte: (Cupane, 2008).

\vec{F}_1	\vec{F}_2	\vec{F}_R
Direcção – horizontal	Direcção – horizontal	Direcção – horizontal
Sentido – da esquerda para a direita	Sentido – da direita para a esquerda	Sentido – da direita para a esquerda
Intensidade - $\vec{F}_1 = 4\text{N}$	Intensidade - $\vec{F}_2 = 6\text{N}$	Intensidade - $\vec{F}_R = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$ $\vec{F}_R = 6\text{N} - 4\text{N}$ $\vec{F}_R = 2\text{N}$

A força resultante (figura 11), \vec{F}_R , de \vec{F}_1 e \vec{F}_2 é uma força:

- ✚ Com ponto de aplicação na caixa;
- ✚ Com direcção das forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 ;
- ✚ Com o sentido da força de maior intensidade;
- ✚ Com intensidade igual à diferença entre a intensidade da maior e a intensidade da menor:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 - \vec{F}_2 \text{ ou } \vec{F}_R = \vec{F}_2 - \vec{F}_1$$

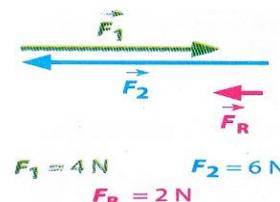


Figura 11: A intensidade da força resultante é igual à diferença das intensidades das forças componentes. Fonte: (Cupane, 2008).

2.2.4. Leis de Newton

2.2.4.1. Primeira Lei de Newton – Princípio da Inércia

A Primeira Lei antecedeu historicamente as outras duas, sendo formuladas por Galileu, que lhe chamou Lei da Inércia. Só mais tarde foi designada por Primeira Lei de Newton.

O nome original que Galileu deu à Lei deve-se ao facto de ela estar ligada ao conceito de Inércia. A inércia traduz, portanto, a “resistência” de um corpo à alteração da sua velocidade. Quanto maior ou menor for a massa, maior ou menor é a “resistência” do corpo a qualquer alteração do movimento (Maciel & Mutimuciuo, 2009, p. 60).

Da prática, sabe-se que se não aplicarmos uma força a um corpo, ele não entrará, por si só, em movimento. Porém, se o mesmo corpo estiver em movimento rectilíneo uniforme, ele não cessará o seu movimento enquanto não se aplicar uma força sobre ele (Vilanculos & Cossa, 2010, p. 41).

Um ônibus, por exemplo, em movimento retilíneo uniforme (MRU) em relação ao solo, quando freado bruscamente todos os passageiros são jogados para frente (figura 12). Isso ocorre porque as pessoas que estão dentro do ônibus possuem as mesmas características de movimentos desse automóvel, e por inércia tendem a continuar o movimento (Santos, 2022, p. 27).

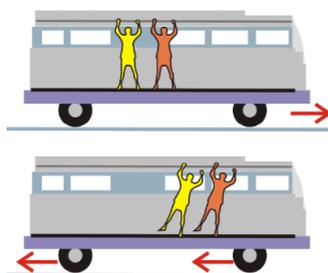


Figura 12: Passageiros arremessados para frente em relação ao ônibus por inércia. Fonte: (Santos, 2022).

Assim, Vilanculos e Cossa (2010, p. 41) sobre a primeira Lei de Newton explicam que:

Na ausência de forças, ou quando a resultante das forças que actuam sobre um corpo é nula, um corpo em repouso permanece em repouso e um corpo em movimento permanece em movimento retilíneo e uniforme numa trajectória rectilínea e com velocidade constante.

De acordo com Tipler e Mosca (2017, p. 94), se não há forças actuando sobre um corpo, qualquer referencial no qual a aceleração do corpo permanece zero é um referencial inercial, por conseguinte, a primeira lei de Newton é aplicável *apenas* em referenciais inerciais.

2.2.4.2. Segunda Lei de Newton – Lei Fundamental da Dinâmica

Já sabemos que uma força provoca uma variação de velocidade, ou seja, uma aceleração. Há, pois, uma relação estreita entre a força e aceleração.

Verifica-se que o valor da força resultante que actua num corpo é directamente proporcional ao da aceleração, sendo a massa a constante de proporcionalidade. Verifica-se também que a direcção e o sentido da força resultante são sempre iguais aos da aceleração (Maciel & Mutimucuo, 2009, p. 61).

Imaginemos uma experiência em que uma partícula é sujeita, sucessivamente, a diferentes forças, adquirindo diferentes acelerações (figura 13).

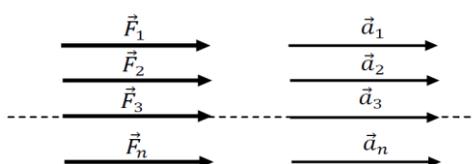


Figura 13: Experiência em que uma partícula é sujeita, sucessivamente, a diferentes forças, adquirindo diferentes acelerações. Fonte: (Freire, 2018).

Verifica-se experimentalmente que:

$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F_3}{a_3} = \dots = \frac{F_n}{a_n} = m$$

m é a massa de uma partícula e é a medida da inércia desta partícula (conforme explícito na Primeira Lei).

Os gráficos da figura 14, estão de acordo com a 2.^a Lei de Newton, porque quando duas grandezas são directamente proporcionais, o gráfico deve ser uma linha recta. Como pode-se ver, quanto maior é a inclinação da recta, maior é a massa do corpo envolvido.

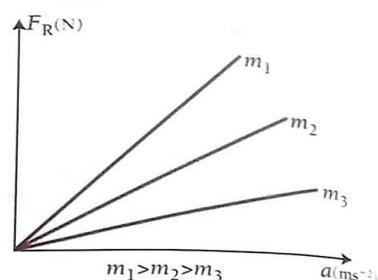


Figura 14: 2.^a Lei de Newton. Fonte: (Vilanculos & Cossa, 2010).

Quanto maior a massa de uma partícula, maior a sua inércia. Assim, é mais fácil empurrar uma bicicleta do que empurrar um caminhão.

Assim, Tipler e Mosca (2017, pp. 96-97) afirmam em torno da segunda Lei de Newton que:

“A aceleração de um corpo é directamente proporcional à força resultante que actua sobre ele ($\vec{F}_R \sim a$)”.

Como consequência, pode-se escrever a equação:

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

onde *m* é a denominada massa inercial medida em [kg] e caracteriza o corpo do ponto de vista mecânico. É independente da forma do corpo, da sua constituição, da sua velocidade, é apenas dependente da quantidade de matéria que o constitui. \vec{F}_R é a força resultante medida em [N] e \vec{a} é a aceleração do corpo medida em [m/s²].

Assim, se:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_2 \quad \text{e} \quad m_1 > m_2$$

Então:

$$\vec{a}_1 < \vec{a}_2$$

Pode-se dizer que a partícula 1 possui maior inércia ao movimento, pois, possui maior massa inercial e que a partícula 2 possui menor inércia ao movimento, pois, possui menor massa inercial (Batista, Fusinato, & Ramos, 2017, p. 62).

2.2.4.3. Terceira Lei de Newton – Princípio de Acção e Reacção

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

Desta feita, Maciel e Mutimuciuo (2009, p. 62), sobre a terceira Lei de Newton explicam que:

“Sempre que um corpo exerce uma força num outro, este exerce sobre o primeiro uma força de igual módulo e direcção, mas de sentido contrário. Assim, $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$ ”.

Por outro lado, conforme a figura 15, “toda vez que uma partícula (1) exerce uma força em uma partícula (2), esta (2) exerce naquela (1) uma força colinear de sentido oposto e intensidade igual, ou seja, a toda acção corresponde uma reacção de mesmo módulo, mesma direcção e sentido oposto” (Freire, 2018, p. 17).

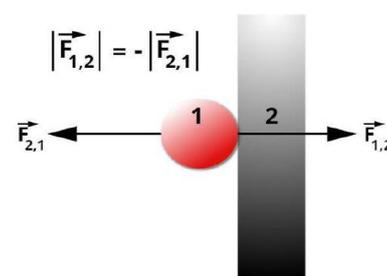


Figura 15: Ilustração da Terceira Lei de Newton. Fonte: (Santos, 2022).

A força que o corpo 1 faz no corpo 2 ($\vec{F}_{1,2}$) é equivalente, em módulo e em direcção à força que o corpo 2 faz sobre o corpo 1 ($\vec{F}_{2,1}$), sendo diferente somente o sentido. Por isso, o sinal negativo.

Em suma, Vilanculos e Cossa (2010, p. 41) afirmam em torno da 3.^a Lei de Newton que:

“Para cada acção há sempre uma reacção igual, mas directamente oposta”.

Características das forças do par acção-reacção:

- ✚ Têm a mesma intensidade;
- ✚ Têm a mesma direcção;
- ✚ Têm sentidos opostos;
- ✚ Estão aplicadas em corpos diferentes, por isso os seus efeitos não se anulam;
- ✚ Resultam da mesma interacção.

2.3. Leis de Newton na área curricular do 2º ciclo (ESG2)

A aprendizagem de Física no 2º ciclo tem como objectivo, ampliar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no 1º ciclo de modo que o aluno possa compreender a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico (Cultura, 2007, p. 59).

Na 11ª classe, o aluno inicia a sua aprendizagem com o estudo da Mecânica cujos conteúdos já foram abordados na 8ª classe do primeiro ciclo. Porém, no primeiro ciclo, a aprendizagem restringiu-se mais a estudo fenomenológico com cálculos feitos com base na relação de proporcionalidade entre as grandezas físicas envolvidas. Por isso, nesta classe, pretende-se ter um aprofundamento tendo em vista uma maior atribuição ao factor equações matemáticas, mas mantendo como mais importante a interpretação fenomenológica aliada ao significado físico dos resultados quantitativos (Moçambique I. , 2010, p. 11).

Na 11ª Classe, estuda-se Dinâmica – Leis de Newton no primeiro trimestre, na unidade I e com uma carga horária de 3 (três), cujo o objectivo é Aplicar as Leis de Newton na resolução de exercícios concretos e baseado no Plano Analítico de Física- 11ª Classe - 1º Trimestre/2023, há que fazer o uso das experiências para explicar as leis de Newton como sugestão metodológica – foco principal deste trabalho.

2.4. Algumas Forças Especiais

2.4.1. Força Gravitacional

A Força Gravitacional \vec{F}_g exercida sobre um corpo é um tipo especial de atracção que um segundo corpo exerce sobre o primeiro. Assim, quando falamos da força gravitacional \vec{F}_g que age sobre um corpo, estamos nos referindo à força que o atrai na direcção do centro da Terra, ou seja, verticalmente para baixo (Resnick & Walker, 2012, p. 103).

Qualquer objecto abandonado de uma certa altura cai para a terra. A causa deste movimento é uma força que a terra exerce sobre o objecto, atraindo-o para a sua superfície. Também o objecto exerce uma força de atracção sobre a terra. Esta interacção é do mesmo tipo da que existe entre a Lua e a Terra (figura 16) e entre a Terra e o Sol. À força entre um corpo à superfície da Terra e a Terra, ou entre a Terra e a Lua, ou entre a Terra e o Sol dá-se sempre o nome de Força Gravitica ou Força Gravitacional (Cupane, 2008, p. 103).



Figura 16: Força gravítica entre a Terra e a Lua. Fonte: (Cupane, 2008).

Acrescentando o proferido por Cupane (2008), Aléxieva (2008, p. 72) sustenta através da figura 17 que as forças gravíticas fazem com que os planetas do Sistema Solar girem à volta do Sol.



Figura 17: Astros do Sistema Solar. Fonte: (Aléxieva, 2008).

Considere um corpo de massa m em queda livre, submetido, portanto, a uma aceleração de módulo g . Nesse caso, se desprezarmos os efeitos do ar, a única força que age sobre o corpo é a força gravitacional \vec{F}_g . Podemos relacionar essa força à aceleração correspondente usando a segunda Lei de Newton, $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$. Colocamos um eixo y vertical ao longo da trajetória do corpo, com o sentido positivo para cima. Para esse eixo, a segunda Lei de Newton pode ser escrita na forma $\vec{F}_{R_y} = m \cdot \vec{a}_y$, que, em nossa situação, se torna (Resnick & Walker, 2012, p. 103):

$$\vec{F}_g = m \cdot \vec{g}$$

Cupane (2008, p.104) afirma ainda que a força gravítica não existe apenas à superfície da Terra: existe em todo o Universo, por isso se diz Universal.

2.4.2. Força Peso

De acordo com Aléxieva (2008, p. 75), a força que um planeta exerce sobre qualquer corpo situado próximo da sua superfície denomina-se peso (\vec{P}). Por outro lado, Cupane (2008, p.104) acrescenta que a força gravítica exercida pela Terra sobre todos os corpos à sua superfície ou perto dela também se chama Peso (figura 18).

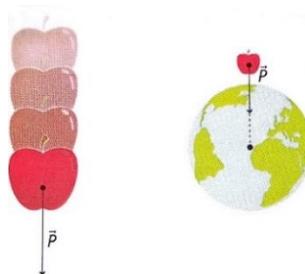


Figura 18: O peso, a força gravítica que a Terra exerce sobre qualquer corpo na sua superfície ou perto dela, aponta para o centro da Terra. Fonte: (Cupane, 2008).

Das forças de ação à distância, a que nos é mais familiar é a força peso de um corpo. A experiência mostra que todos os objectos abandonados na proximidade da superfície terrestre são

atraídos para o centro da Terra; esta força de atração denomina-se Força Peso. Se desprezarmos a resistência do ar, podemos afirmar que todos os corpos abandonados na proximidade da Terra, num mesmo local, caem com a mesma aceleração, denominada aceleração de gravidade do local. A força peso do corpo, nesse local, é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração de gravidade característica do local. Simbolicamente:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

A massa (m) é uma grandeza escalar que mede a inércia da partícula, está associada a quantidade de matéria. Peso (\vec{P}) é uma grandeza vectorial que mede a força com que a Terra atrai uma partícula que encontra-se dentro do seu campo gravitacional.

A aceleração de gravidade (e, portanto, o peso de um corpo) varia com a latitude e com a altitude, sendo máxima nos polos e mínima no equador e diminuindo à medida que aumenta a altitude, ou seja, à medida que nos afastamos do centro da Terra (Freire, 2018, pp. 18-19).

Segundo Aléxieva (2008, p. 75), as características do peso são as seguintes:

- ✚ Direcção – Vertical;
- ✚ Sentido – de cima para baixo.

2.4.3. Força Normal

Aléxieva (2008, p. 76) afirma que a força que qualquer superfície exerce sobre os corpos nela apoiados denomina-se força de reacção normal ou força normal (figura 19).

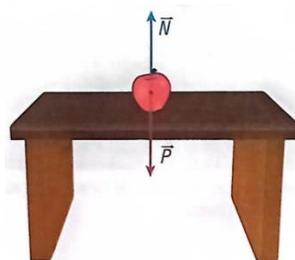


Figura 19: Sobre uma fruta em repouso numa mesa são exercidas duas forças: \vec{P} e \vec{N} , iguais em módulo mas de sentidos opostos. Fonte: (Maciel & Mutimucuiu, 2009).

A força normal é uma força de contacto, que se manifesta sempre que um corpo se encontra sobre uma superfície, esteja ele em movimento ou em repouso. As características da força Normal (\vec{N}) são as seguintes (Aléxieva, 2008):

- ✚ Direcção – perpendicular à superfície de apoio;
- ✚ Sentido – para fora da superfície.

2.4.4. Força de Tracção

Quando uma corda (ou um fio, cabo ou outro objecto do mesmo tipo) é presa a um corpo e esticada, a corda aplica ao corpo uma força orientada na direcção da corda (Figura 20). Essa força é chamada de força de tracção porque a corda está sendo traccionada (puxada). A tracção da corda é o módulo \vec{T} da força exercida sobre o corpo (Resnick & Walker, 2012, p. 105).

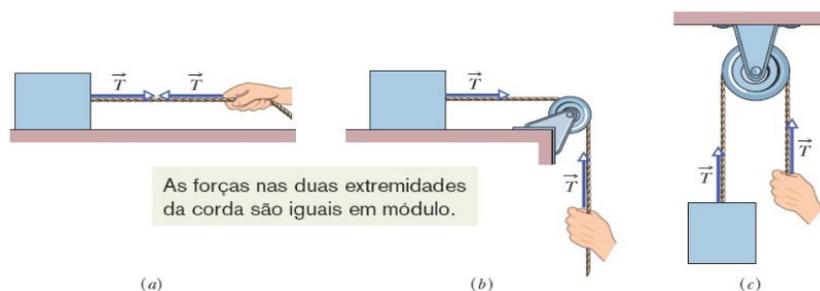


Figura 20: (a) A corda esticada está sob tracção. Se a massa da corda é desprezível, a corda puxa o corpo e a mão com uma força \vec{T} , o mesmo que passa por uma polia sem massa e sem atrito, como (a) e (c). Fonte: (Resnick & Walker, 2012).

Uma corda é frequentemente considerada sem massa (o que significa que a massa da corda é desprezível em comparação com a massa do corpo ao qual está presa) e inextensível (o que significa que o comprimento da corda não muda quando é submetida a uma força de tração).

2.4.5. Força de Atrito

Se dermos um empurrão num corpo sobre o soalho, aquele entra em movimento, mas acabará por parar. Se o corpo pára é porque existe uma força que faz diminuir a sua velocidade (figura 21). Essa força resulta do atrito existente entre o soalho e o corpo e denomina-se força de atrito (\vec{F}_a).

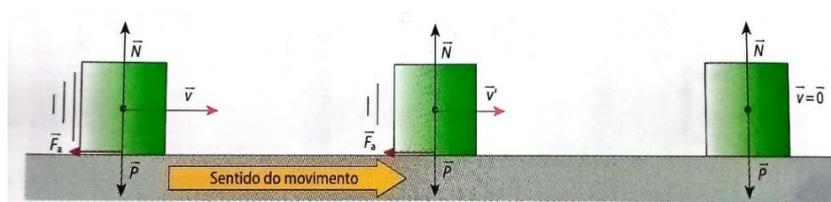


Figura 21: Força de atrito. Fonte: (Cupane, 2008).

A força de atrito é uma força que se opõe ao movimento de um corpo, surge sempre que há contacto entre dois corpos e é devida às interações entre as superfícies em contacto, que impedem que os corpos deslizem livremente uns sobre os outros. A Força de atrito, depende da natureza das superfícies em contacto (Cupane, 2008, p. 106).

2.5. Teorias de aprendizagem

De acordo com Barros (2022, p. 18) “as teorias de aprendizagem são modelos que reúnem informações teóricas, visando aprimoramento na área da educação, tem por finalidade melhorar a aprendizagem dos alunos, se o educador se basear nelas”. A realização desta pesquisa bibliográfica, é descrita a respeito da teoria de aprendizagem significativa, a ser explícita a seguir.

2.5.1. Teoria de aprendizagem significativa de David Paul Ausubel

David Paul Ausubel foi um psicólogo da educação estadunidense, dedicou-se à educação no intuito de buscar as melhorias necessárias ao verdadeiro aprendizado. Era contra a aprendizagem mecânica, e defendia uma aprendizagem com estrutura cognitivista, que organize as ideias do indivíduo para que sejam utilizadas adequadamente no futuro, através da integração dos conteúdos estudados significativamente. O conceito central da teoria de Ausubel é o de Aprendizagem Significativa (Barros, 2022, p. 18).

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura do conhecimento específica, a qual Ausubel define como *conceito subsunçor* ou simplesmente *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. *Subsunçor* é um conceito, uma idéia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em *conceitos* ou *proposições relevantes*, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. *Estrutura cognitiva* significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo (Moreira, 1999, p. 153).

Portanto, fazendo uma relação com o ensino de Física, a aprendizagem significativa ocorre quando o educador conversa com o educando no intuito de colectar informações úteis que já existem na estrutura cognitiva para ancorar com o assunto visto em sala de aula. Todavia, este processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento ou mudança dos subsunçores, ou seja, existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes, claros, estáveis ou limitados, pouco desenvolvidos, instáveis. Na medida em que os novos conceitos fossem aprendidos de maneira significativa isso resultaria em crescimento. Assim, o indivíduo poderá relacionar uma situação problema futura e consiga solucionar (Barros, 2022, pp. 18-19).

2.6. Cenário actual da educação

Quando se trata da disciplina de Física, em específico, é bastante comum perceber um alto nível de reprovação, o que, de acordo com Papalia, Olds e Feldman (2006), aumenta o desinteresse pela área que demanda esforço do aluno para compreensão de tópicos abstratos com cálculos matemáticos.

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências (Brasil, 2006, p. 38).

Interpretado por Alejandro (2019, p. 487), actualmente se demanda a formação de um sujeito cada vez mais activo e criador, com condições de contribuir ao desenvolvimento do entorno social e a sua própria transformação, portanto, deve-se colocar no centro da atenção do processo, à aprendizagem dos estudantes.

Assim, se desejamos que o aluno desenvolva novas competências e habilidades, temos de diversificar e inovar no ensino, já que a escola não pode “parar no tempo”. Ela tem de acompanhar a evolução tanto dos alunos quanto das tecnologias, já dominadas por eles.

Nas condições modernas sobre os conteúdos dos métodos de ensino e aprendizagem, exercem grande influência os meios técnicos de ensino (projectores eléctricos, cinema, televisão, aparelhagem áudio e vídeo, DVD, computadores, etc.). Estes meios ajudam a acelerar o processo de exposição e de adaptação da informação e aumentam a qualidade da sua assimilação (Kuleshov, 2007, p. 23).

De acordo com Mendes (2014, p. 32), “o papel do professor continua sendo importante em sala de aula. Contudo, ele não é o único detentor do conhecimento, mas, sim, o mediador do aprendizado dos alunos”. As simulações por exemplo, possuem enorme potencial, mas não constituem uma panacea, de modo que seja possível prescindir do papel essencial do professor como facilitador da aprendizagem e de outros recursos metodológicos tradicionais como experimentos reais, livro didático e resolução de problemas (Arantes, Miranda, & Studart, 2010, p. 31).

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

Sales (2017) afirma que este aluno da geração Z está familiarizado com ambientes virtuais, ele é capaz de compreender a linguagem iconográfica composta por textos visuais, mas encontra dificuldades no entendimento quando é exposto a um texto verbal. As TICs podem ser utilizadas de forma eficaz ao longo de sua vida escolar.

Actualmente as TICs têm sido utilizadas em maior quantidade no processo de ensino e aprendizagem, sobretudo, considerando a implementação do ensino remoto que foi proposto para dar continuidade às aulas presenciais que foram suspensas (devido à COVID-19), buscando sanar os prejuízos na aprendizagem dos discentes (Santos, 2022, p. 16). A nova realidade de ensino favorece o uso de ferramentas tecnológicas nas escolas. De acordo com Alejandro e Chissico (2017a, p. 97), a falta de objectividade pedagógica na leccionação e aplicação destas tecnologias pode produzir um efeito negativo nos estudantes.

A escola não pode ficar alheia ao universo informatizado se quiser, de facto, integrar o estudante ao mundo que o circunda, permitindo que ele seja um indivíduo autônomo, dotado de competências flexíveis e apto a enfrentar as rápidas mudanças que a tecnologia vem impondo à contemporaneidade (Brasil., 2002, pp. 229-230).

2.7. O uso das TICs na educação

Barros (2022), Veras (2018) e Souza (2015), nos seus trabalhos trazem conteúdos potencialmente significativos em torno do uso das TICs na educação dos quais torna-se imperioso destacá-los neste trabalho dado que estão directamente ligados ao tema do mesmo, porém, alguns autores aqui citados trazem abordagens cujo o seu destaque não deixa de ser importante.

O termo Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), a ser utilizado no presente trabalho, deve ser compreendido na perspectiva de referência aos dispositivos eletrônicos e tecnológicos, incluindo-se computadores, tablets, smartphones e demais tecnologias criadas antes do fenómeno digital na sociedade contemporânea, tais como o telégrafo, o rádio, a televisão e o jornal. As tecnologias como as mostradas na figura 22, são artefactos que viabilizam ações, serviços, produtos, processos que ampliam as possibilidades de comunicação de pessoas entre si, produz textos em diferentes tempos e lugares, registra, compila dados com precisão e velocidade, localiza lugares, capta e trata imagens, produz inteligências individuais e coletivas (Barros, 2022, p. 14).



Figura 22: Dispositivos electrónicos. Fonte: (Barros, 2022).

Concordando com Veras (2018, p. 21), embora as tecnologias tenham se tornado cada vez mais frequentes na vida quotidiana e em certos sectores da escola, ainda não têm sido muito utilizadas pelos professores como material didático que permita auxiliar o processo de construção do conhecimento.

Além de tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes, os recursos tecnológicos são um poderoso aliado em diversas disciplinas. A exemplo temos as simulações computacionais que possuem um grande apelo visual despertando a curiosidade e a vontade de aprender coisas novas. Propicia a visualização de características dos fenômenos físicos reais ou ideacionais e permite que o aprendiz modifique condições para melhor observação e análise (Souza., 2015, p. 8).

As tecnologias desafiam as instituições a sair do ensino tradicional em que os professores são o centro, para uma aprendizagem mais participativa e integrada, com momentos presenciais e outros à distância, mantendo vínculos pessoais e afectivos, estando juntos virtualmente (Moran, 2018, p. 2).

O professor deve buscar renovação nas práticas de ensino e de aprendizagem no dia-a-dia em sala de aula buscando incluir apropriadamente as Tecnologias da Informação e da Comunicação. É preciso preparar os alunos para que eles sejam capazes de buscar a informação, avaliar, seleccionar, incorporar e estruturar os seus próprios conhecimentos. Também envolve a compreensão de princípios básicos que os habilitem a participar de debates envolvendo questões científicas e tecnológicas, seus benefícios, problemas e influências (Barros, 2022, p. 15).

Por outro lado, esse assunto vem causando preocupação aos professores da rede pública de ensino, pela falta de capacitação na área tecnológica. De acordo com Alejandro e Chissico (2017a, p. 98), os docentes devem fazer esforços para o alcance de uma alfabetização científica baseada em simulações experimentais com o uso de Tecnologias de informação como por exemplo Computadores Pessoais (PC), mesmo que ainda não se tenha encontrado uma fórmula acabada para tal.

Essa nova era de tecnologia em sala de aula exige do professor um aperfeiçoamento para melhor manipular essas ferramentas, ou seja, aprender a usar as tecnologias no âmbito escolar, por esse

motivo faz-se necessário que eles participem de cursos de formação continuada, busquem plataformas de vídeo aula que explique como aplicar a tecnologia aliada com a educação, neste caso, busque aprender a manipular o simulador PhET (Barros, 2022, pp. 16-17).

Com o desenvolvimento da tecnologia, inúmeras mudanças ocorreram no comportamento da sociedade. Essas mudanças também se reflectem no âmbito educacional. Torna-se cada vez mais difícil despertar nos alunos, os quais vivem numa sociedade amplamente tecnológica e em constante transformação, o interesse por aulas cuja metodologia baseia-se apenas em exposição oral e tem como único recurso o quadro e o giz. Contudo, em geral os professores não estão preparados para trabalhar nesta nova realidade (Terradas, 2011, p. 2).

2.8. O computador pessoal na escola

O computador não vem com intuito de substituir o professor, vem para auxiliar e modernizar o ensino para que facilite a aprendizagem nos mais diversos aspectos. De acordo com Petitto (2003), o computador é um poderoso instrumento de aprendizagem e pode ser um grande parceiro na busca do conhecimento, podendo ser usado como uma ferramenta de auxílio no desenvolvimento cognitivo do estudante, desde que consiga disponibilizar um ambiente de trabalho, onde os alunos e o professor possam desenvolver aprendizagens colaborativas, activas, facilitadas, que propiciem ao aprendiz construir a sua própria interpretação acerca de um assunto, interiorizando as informações e transformando-as de forma organizada, ou seja, sistematizando-as para construir um determinado conhecimento.

Concordando com Alejandro e Chissico (2017b, p.199), hoje o computador constitui um meio didáctico inevitável e mostra-se importante na aprendizagem do estudante. O computador (figura 23) é ao mesmo tempo caderno, livro, biblioteca, máquina calculadora, jornal científico, meio de pesquisa e de intercomunicação com estudantes.

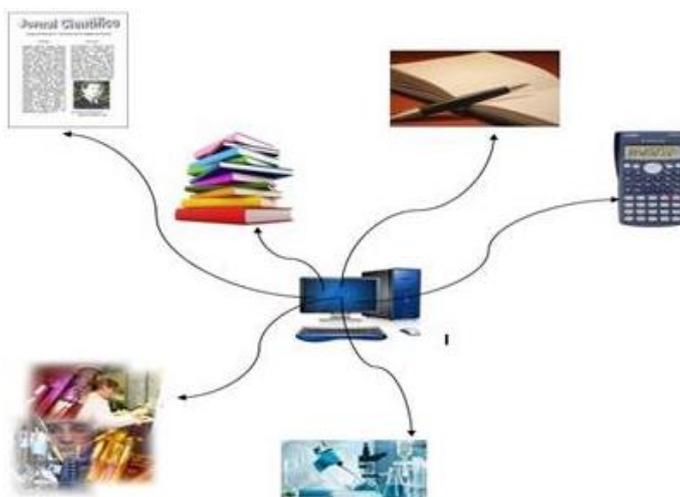


Figura 23: Múltiplos usos do Computador Pessoal. Fonte: (Alejandro. & Chissico, 2017b).

A tecnologia aplicada de forma correcta no ensino de Física pode estimular o aprendizado, abrindo novas janelas na mente do aluno, ou seja, ela é uma facilitadora do ensino e serve como instrumento para o professor em sala de aula. As novas tecnologias podem e devem transformar a estrutura da aula, tornando-a mais dinâmica. Vale ressaltar que o professor continua administrando o processo de ensino-aprendizagem, mas com outra atitude, actuando como mediador na construção do aprendizado, formando cidadãos críticos, reflexivos e questionadores (Barros, 2022, p. 16).

Na abordagem construcionista, o computador é usado como uma ferramenta de auxílio na educação que irá resolver problemas significativos. No início, a proposta estava baseada na linguagem de programação *Logo*. Em seguida, com o avanço tecnológico, as ideias foram se expandindo sendo aplicado assim a vários ambientes computacionais, não mais presa a linguagem *Logo*, e a simulação é uma delas, pois ela possibilita que o aluno construa o seu conhecimento (Veras, 2018, p. 23).

O computador no ponto de vista construcionista será uma ferramenta de aprendizagem, pois o aluno desenvolve as actividades visando um conhecimento amplo, no caso à aprendizagem de outros conhecimentos para que não se torne apenas mais uma sofisticação tecnológica com fins em si mesmo Almeida (2000). De acordo com Papert (2008, p.134) “a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino”, visto que a partir da construção do seu conhecimento o aluno irá obter mais conhecimento, e a construção desse conhecimento será com o auxílio do computador.

Os artigos publicados por: Alejandro e Chissico (2017a, 2017b); Ferreira e Souza (2010); Terrades (2011); Petitto (2003); Brasil (2002); Papert (2008) e Almeida (2000), trazem mais abordagens significativas cujo o estudo é de profundo interesse.

2.9. Modelagem computacional e simulações

Torna-se imprescindível citar as opiniões de Veras (2018), Barros (2022), Lima (2021) e Filho (2019) sobre modelagem computacional e simulações dado que os mesmos, possuem abordagens directamente ligadas ao tema deste trabalho, tais abordagens, são resultado de uma investigação árdua e profunda o que torna-as valiosas para a citação e posterior referencia neste trabalho, porém, outros autores trazem ideias complementares cuja referência é de extrema importância.

Veras (2018, p. 24) afirma que “modelagem computacional trata-se da simulação de algumas soluções para problemas científicos com intuito de obter resultados válidos”.

De acordo com o dicionário online Michaelis, o significado da palavra simular é: Ação ou efeito de simulação/reprodução do funcionamento de um processo através de funcionamento de outro. Assim, as simulações virtuais são representações dos modelos reais, embora represente parcialmente ou totalmente um experimento ou situação real, este tipo de recurso pode ser usado no âmbito escolar, com o objectivo de facilitar o entendimento do aluno, assim, as aulas de Física se tornam mais atractivas (Barros, 2022, p. 17).

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

O experimento serve em muitos casos para comprovar leis e hipóteses físicas deduzidas matematicamente ou a validade de determinado modelo físico, convertendo-se em critério da verdade. Permite trabalhar com conceitos que não se acostumam para que o estudante os reproduza e para que os utilize adequadamente. No caso do trabalho experimental em Física, as práticas de laboratório podem desenvolver-se de maneira que o estudante entre em contacto directo com os meios de laboratório mediante a manipulação dos dispositivos e instrumental requeridos para o experimento (laboratório real) ou utilizando simulações interactivas programadas com o emprego dos computadores (laboratório virtual). Ambas as formas requerem, por parte dos estudantes, o estudo prévio de materiais relacionados com os conteúdos do trabalho experimental, para o qual usualmente se empregam materiais impressos (textos ou folhetos) ou em formato electrónico (Alejandro., 2019, p. 487).

Acredita-se que as simulações computacionais são recursos pedagógicos valiosos que facilitam a aprendizagem e podem auxiliar a desmistificar a imagem da Física no âmbito escolar, como uma

disciplina difícil, que contém apenas fórmulas, um ramo da Matemática. Outro ponto que devemos salientar é a familiaridade e o interesse desta geração actual de estudantes com aplicativos e actividades computacionais que geralmente fazem parte do seu quotidiano (Souza., 2015, p. 19). Além do mais, concordando com Coelho (2002), as simulações permitem ainda que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um grande número de variáveis envolvidas.

Mas vale ressaltar que as simulações não devem substituir totalmente as actividades concretas, pois, acredita-se que o uso da modelagem computacional ajudaria na dificuldade de abstracção que os alunos possuem em Física, tendo um avanço significativo na aprendizagem na medida em que:

A modelagem computacional aplicada a problemas da Física, transfere para os computadores a tarefa de realizar os cálculos – numéricos e/ou algébricos – deixando o físico ou o estudante de Física com maior tempo para pensar nas hipóteses assumidas, na interpretação das soluções, no contexto de validade dos modelos e nas possíveis generalizações ou expansões do modelo que possam ser realizadas (Veit & Araujo, 2005, p. 5).

Alejandro (2019); Veit e Araújo (2005) trazem nos seus artigos, informações relevantes que complementam as ideias dos autores dos trabalhos acima citados em torno desta temática e não só, por isso, a observação e análise minuciosa destes artigos é merecida e recomendada.

2.10. Vantagens e limitações do uso de simulações computacionais no ensino de ciências

Existem muitas vantagens para o uso de simulação no ensino de ciências. Dentre tais posicionamentos, Medeiros e Medeiros (2002, p. 80) assinalam os seguintes benefícios supostamente trazidos pelas simulações computacionais no ensino de ciências:

- ✚ Reduzir o ‘ruído’ cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos;
- ✚ Fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos;
- ✚ Permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente;
- ✚ Permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses;
- ✚ Engajar os estudantes em tarefas de alto nível de interactividade;
- ✚ Apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos;
- ✚ Tornar conceitos abstratos mais concretos;
- ✚ Reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos;

- ✚ Servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório;
- ✚ Desenvolver habilidades de resolução de problemas;
- ✚ Promover habilidades de raciocínio crítico;
- ✚ Fomentar uma compreensão mais aprofundada em conceitos físicos;
- ✚ Auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação directa;
- ✚ Acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual.

As simulações não são apresentadas apenas como vantagens, pois são cópias da realidade, não uma realidade em si, a partir disso fica a critério do professor o uso das simulações que melhor se identificam com o que é real para ser aplicado, pois o uso exagerado ou mesmo uma substituição dos experimentos reais podem acarretar em problemas futuros apresentados pelos alunos ou mesmo uma dependência do uso de simulação para o entendimento do conteúdo dado, por isso:

Uma animação não é, jamais, uma cópia fiel do real. Toda simulação está baseada em uma modelagem do real. Se essa modelagem não estiver clara para os professores e educandos, se os limites de validade do modelo não forem tornados explícitos, os danos potenciais que podem ser causados por tais simulações são enormes. Tais danos tornar-se-ão ainda maiores se o modelo contiver erros grosseiros (Medeiros & Medeiros, 2002, p. 81).

De acordo com Trindade e Fiolhais (2003), “as simulações virtuais, por ter uma característica atractiva, permitem prender a atenção do discente, por estar visualizando a situação que antes só ouvia falar ou visualizava os desenhos no quadro, a partir do uso das simulações o interesse vai surgindo quando os alunos aliam a teoria com a prática”.

Um conteúdo do saber que foi designado como saber a ensinar, sofre a partir daí um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto para ocupar um lugar entre os objectos de ensino. O trabalho que transforma um objecto do saber a ensinar em objecto de ensino é denominado de transposição didáctica. A transposição didáctica fica evidenciada na proposta de actividades aqui apresentadas quando se analisam as características da situação proposta baseadas nos três (3) momentos pedagógicos de Delizoicov (Veras, 2018, pp. 26-27):

- ✚ Primeiro momento (estudo da realidade) – Foi chamado de problematização inicial onde o professor a partir de situações vivenciadas no quotidiano ou experiências que possam ser feitas na própria sala de aula coloca algumas questões para os alunos.
- ✚ Segundo momento (organização do conhecimento) – Dividido em três etapas aqui chamados de Organização das Ideias, Simulação e Generalização dos Conceitos. Em que alunos formam

grupos para discutir os questionamentos do primeiro momento, depois o professor auxilia os alunos a fazerem as simulações a partir das condições iniciais dadas, mudando os parâmetros e verificando as mudanças ocorridas nas variáveis para que assim possam generalizar os conceitos para quaisquer dados naquelas condições até chegarem na elaboração da equação matemática que descreve o fenômeno.

- ✚ Terceiro momento (aplicação do conhecimento) – Em que o professor propõe problemas de livros de Física sobre conteúdo Força e movimento, por exemplo, para verificar se o aluno realmente compreendeu o significado das expressões matemáticas obtidas.

Para constituir a proposta de actividades na abordagem construtivista, far-se-á necessário organizar os momentos de construção de aprendizagem conforme sugerido por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011).

2.11. Metodologias com o uso das simulações interactivas disponíveis na plataforma PhET

Existem diversos projectos que buscam levar a simulação e ambientes virtuais para a sala de aula, entre estes projetos temos o Modellus e o PhET. Estes dois projetos ressaltam a importância da incorporação de tecnologias no ensino de Física, sendo uma ferramenta que auxilia e facilita o processo de ensino e aprendizagem (Lima, 2021, p. 33). Este trabalho visa a implementação em um *site* educativo de simulações interactivas da plataforma PhET (uma vez que permitem o download de todas elas), dado que estas estão ligadas directamente às áreas de ciências e matemática que constituem área de interesse.

O sistema PhET apresenta simulações como cabo-de-guerra, skate e gangorras, onde através da mudança de algumas variáveis é possível perceber a mudança no estado de um sistema. Ao trabalhar com este tipo de simulações virtuais, busca-se tornar mais atractivo o ensino (Lima, 2021, p. 34).

Para o docente que não sabe como utilizar o simulador PhET, basta acessar a plataforma online chamada You Tube que permite a criação e o consumo de conteúdos em vídeo, existem vários vídeos explicando como manipular essa realidade virtual, dentre essas explicações, o canal de Marco Antônio Silva ensina como manusear o simulador PhET e na descrição está: Como usar o PhET- O melhor simulador gratuito de aulas práticas (Barros, 2022, p. 17).

O docente pode utilizar simulações interactivas de livre acesso na Plataforma PhET como ferramenta para auxiliar o ensino de Física no ensino médio, minimizando a falta de laboratórios didáticos, pois, sistemas computacionais permitem estudar o modelo em ambientes controlados,

possibilitando a análise de itens tais como: a dinâmica do modelo, detalhes de sua estrutura, manipulação dos parâmetros de entrada para verificar os resultados obtidos (Barros, 2022, p. 17).

2.12. Plataforma PhET

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

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

O PhET está disponível originalmente no endereço eletrônico: <https://phet.colorado.edu/> tendo sua versão em português (https://phet.colorado.edu/pt_BR/), ele oferta simulações nas áreas de Física, Química, Matemática, Ciências da Terra e Biologia. A figura 24 mostra a tela inicial do PhET em português (Santos, 2022, p. 20).



Figura 24: Página Inicial do PhET - Versão em Português. Fonte: print screen adaptado de https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

As simulações de cada área são divididas em sub-áreas, na Física apresentam-se as seguintes seções: Movimento; Som & Onda; Trabalho, Energia & Energia; Calor & Thermo; Fenômenos Quânticos; Luz e Radiação e Electricidade, Imãs & Circuitos (vide figura 25). De acordo com Santos (2022, p. 21) o software pode ser usado online ou baixado para o computador, permitindo o uso em offline.

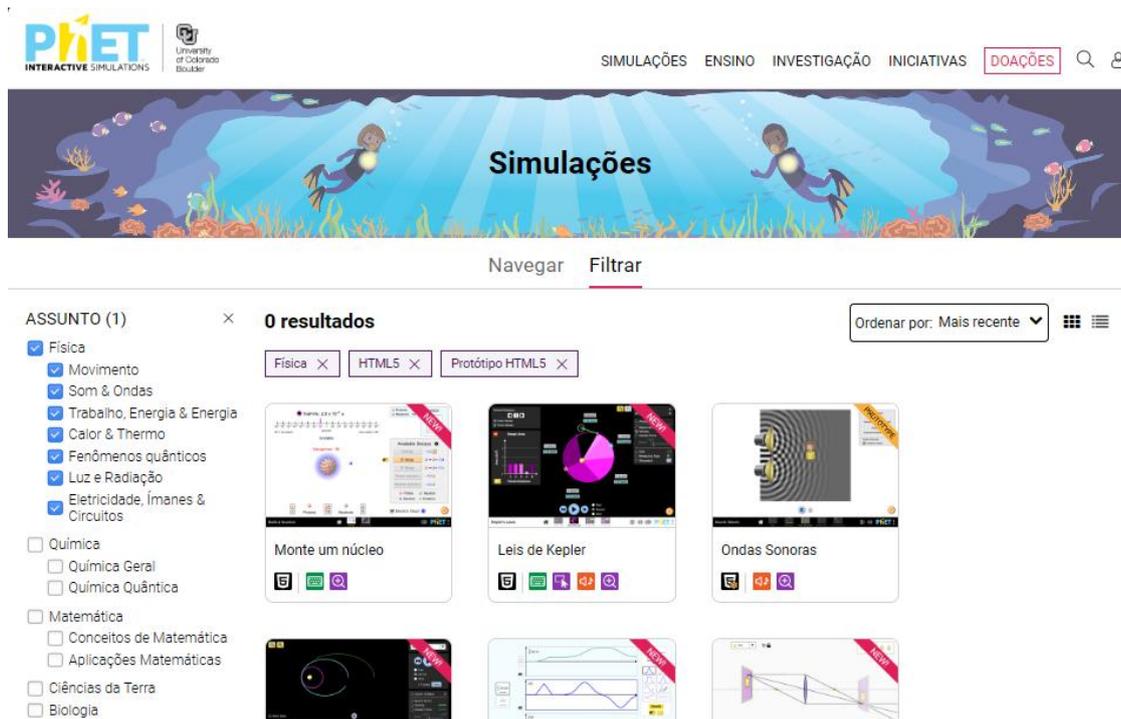


Figura 25: Página Inicial para Escolha do Ramo da Física. Fonte: print screen adaptado de https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype

Inicialmente após a escolha da matéria, as simulações são apresentadas em ordem alfabética podendo ser modificada para a alfabética invertida e para as mais recentes. Além das áreas e subáreas, as simulações podem ser filtradas por Nível de Classificação (Ensino Fundamental, Ensino Secundário, Ensino Secundário e Universidade), pela Compatibilidade (HTML5, Protótipo HTML5: Java via CheerpJ, Java e Relâmpago), por Funcionalidades Inclusivas (Entrada alternativa, Entrada para câmera, Descrição interativa, Descrição interactiva em dispositivos móveis, Som e Sonificação, Dar Voz, Panorama e Zoom e Destaques interactivos) e por Localidade conforme ilustram as Figuras 26 e 27.

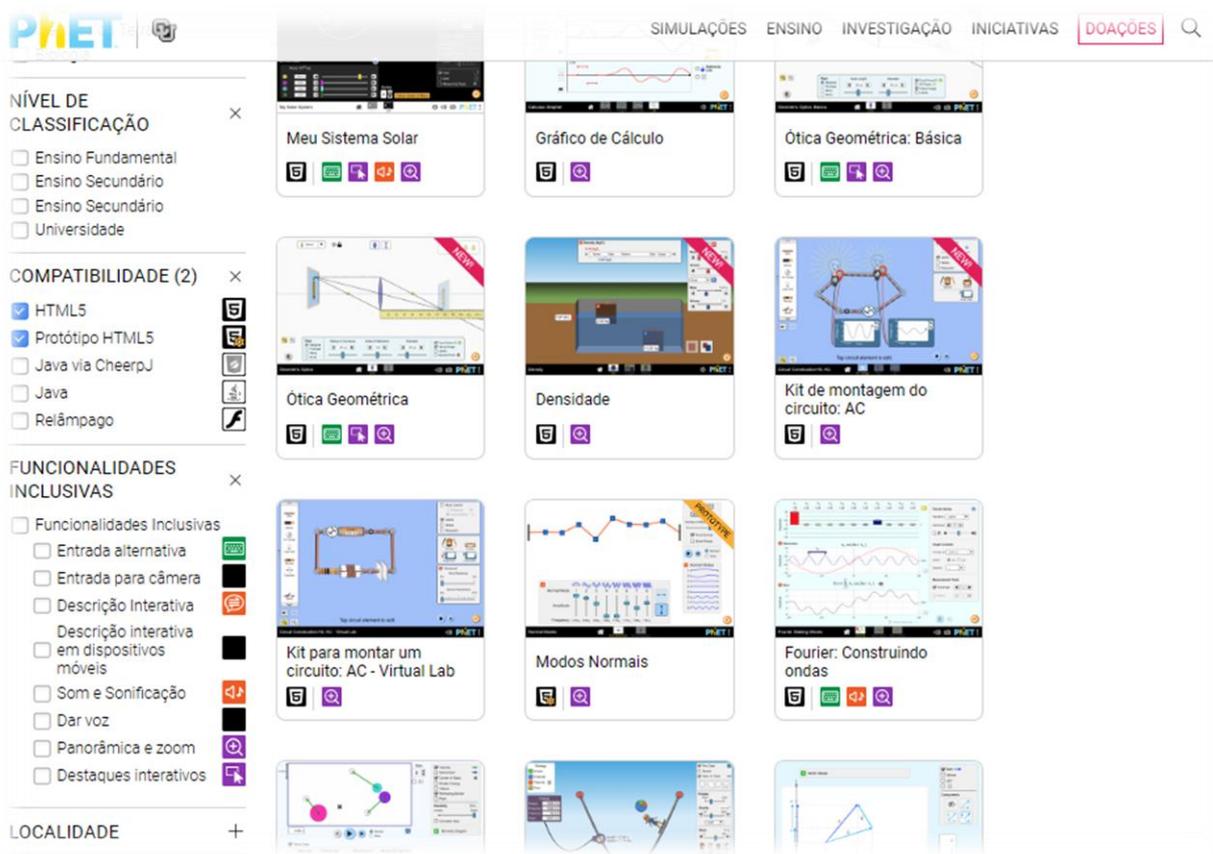


Figura 26: Página para Filtragem de Nível de Classificação, Compatibilidade e Funcionalidades Inclusivas. Fonte: print screen adaptado de https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype

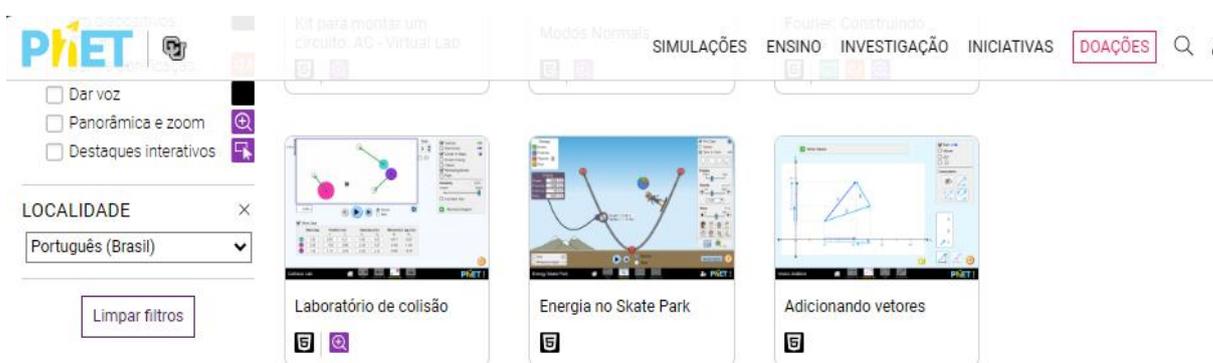


Figura 27: Página para Filtragem da Localidade. Fonte: print screen adaptado de https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype

Uma qualidade marcante do PhET e que difere dos demais simuladores educacionais é a realização de pesquisas com estudantes antes da inserção de qualquer simulação no *site*. O grupo do PhET possui uma abordagem baseada em pesquisa, na qual as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no *site*. As entrevistas realizadas com diversos estudantes são fundamentais para o entendimento de como eles interagem com simulações e o que as torna efectivas educacionalmente (Arantes, Miranda, & Studart, 2010, p. 3).

Para Arantes, Miranda e Studart (2010), o docente ao utilizar o simulador pode variar na sua aplicabilidade, utilizando-a em aulas expositivas como demonstrações, actividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa e como laboratório. Nesse caso, a principal contribuição consiste em visualizar conceitos abstratos como fótons, electrões, linhas de campo, etc.

Além de permitir a visualização de conceitos não concretos, algumas simulações do PhET possibilitam a construção de gráficos em tempo real, na medida que o docente interage com os alunos.

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

Para a realização da actividade em casa, as simulações do PhET vão representar uma estratégia que possibilite ao estudante rever o conteúdo que foi abordado em aula. Já na estratégia laboratorial, o PhET irá actuar na redução de laboratórios, visto que a maioria (se não todas) escolas moçambicanas não dispõem deste ambiente.

Descobre-se que os alunos não conseguem entender a ciência na simulação apenas observando. Eles devem interagir activamente com a simulação. A maior parte do aprendizado ocorre quando ao estudante se faz perguntas que guiam sua exploração da simulação e sua descoberta das respostas. Quando os alunos se envolvem em uma exploração tão autônoma, aprendem melhor (Wieman, Perkins, & Adams, 2008, p. 683).

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

3. CAPÍTULO III: METODOLOGIA DO TRABALHO

3.1. Descrição da metodologia do trabalho

Este trabalho é uma pesquisa exploratória, de natureza básica e com abordagem quantitativa, pois investiga a eficácia de uma abordagem inovadora, de modo a encorajar o desenvolvimento de metodologias activas de ensino em escolas moçambicanas. A abordagem é quantitativa pois, utiliza quantificação no processo de recolha e análise de dados mediante as técnicas estatísticas, o que garante a precisão dos mesmos, evitando assim, distorções de análise e interpretação.

A pesquisa bibliográfica em livros, revistas científicas online, dissertações e monografias, visou buscar: Fundamentos teóricos em torno das Leis de Newton e a contextualização do uso das TICs no processo de ensino-aprendizagem das ciências em geral, da Física e das Leis de Newton em particular; Saber como a aprendizagem mediada pelas TICs pode tornar-se significativa no contexto nacional. Esta pesquisa, culminou com a obtenção de certos trabalhos científicos que serviram de base de comparação metodológica a seguir, nomeadamente os trabalhos de: Filho (2019), Souza (2015), Santos (2022) e Veras (2018).

O trabalho de campo consistiu na implementação (em uma turma de estudo) de uma metodologia activa elaborada através de um *site* denominado **Ensino das Leis de Newton** contendo simulações interactivas seleccionadas na plataforma PhET. Antes da realização de qualquer actividade relacionada a esta metodologia, deu-se um questionário de pré – teste, de seguida, o tema em questão foi ensinado segundo a sequência didáctica que é apresentada em anexos, por fim deu-se a resolução do questionário pós-teste que conduziu a análise da eficácia desta metodologia através dos resultados obtidos nos dois questionários.

3.2. Criação do *site*

O *site* de autoria própria, foi desenhado usando um ambiente de programação em linguagem HTML5, CSS e JavaScript através do software Visual Studio Code e encontra-se disponível para acesso em <https://ensinodasleisdenewton.netlify.app>. A tela inicial apresenta na margem superior esquerda, seis (6) *links* dos principais conteúdos presentes no *site*; uma barra à esquerda com os objectivos educacionais presentes no *site*; e no centro é onde se apresentam todos os conteúdos explicativos solicitados nos *links* seleccionados (figura 28).

Os *links* a serem apresentados na margem superior esquerda, são referentes à: Página Inicial – breve descrição e apresentação do *site*; Fundamentação Teórica - após a selecção, dará acesso a outros *links* na barra à esquerda referentes à: Introdução, Noção de Força, Leis de Newton e Forças na Natureza (figura 29); Simulação - para além da própria simulação, apresenta um roteiro elaborado

para a utilização da mesma junto à simulação; Algumas Aplicações – alguns exercícios concretos resolvidos por meio da aplicação das Leis de Newton; Actividades – contém exercícios de consolidação a serem desenvolvidos após a execução e compreensão dos simuladores (dispostos em um); Biografia de Newton - apresenta uma breve descrição histórica da vida e obras do Isaac Newton.



Figura 28: Vista recortada da Tela inicial do site. Fonte: Autor.



Figura 29: Vista recortada da fundamentação teórica e dos respectivos links na barra à esquerda. Fonte: Autor.

3.3. Descrição da simulação computacional inserida no site a ser utilizada para a verificação das três Leis de Newton

3.3.1. Primeira Lei de Newton – Princípio da Inércia

Para se iniciar o estudo das três Leis de Newton utilizando PhET, clica-se na opção “Força Líquida” (figura 30), ver-se-á como funciona a primeira Lei de Newton - Lei da Inércia. Em seguida utiliza-se a segunda opção “Movimento” e com ela pode-se também demonstrar como funciona a primeira Lei Newton, assim conclui-se a primeira lei utilizando o simulador.



Figura 30: Imagem das quatro opções das Leis. Fonte: Autor.

Esta simulação consiste em um carrinho ligado à duas cordas onde tem-se quatro bonecos azuis e quatro bonecos vermelhos, cada boneco representa uma força a ser aplicada no carrinho, depois de colocarem-se os bonecos, aperta-se no botão iniciar e vê-se como se comporta o sistema.

A figura 31 mostra as opções a serem disponíveis na tela, no canto superior direito dentro do retângulo verde, têm-se três itens a serem seleccionados: soma das forças - ele fornecerá o valor total aplicado no sistema; valores - este item fornece a informação da soma das forças de cada lado, a força total aplicada pelos bonecos azuis separado dos bonecos vermelhos; Velocidade - quando aplicam-se forças diferentes em cada lado do carrinho, ele tenderá a iniciar um movimento, dependendo das forças aplicadas no corpo. Abaixo do retângulo há mais duas opções: botão mudo - após um dos lados ganhar a brincadeira o simulador irá reproduzir o som de vitória; reiniciar - caso se queira montar outro sistema, basta seleccionar este botão que o simulador voltará para posição principal. Abaixo do carrinho existe um botão “iniciar”, ao se clicar, o sistema começa e logo abaixo existe o botão “voltar”, ele reinicia o sistema à posição inicial do carrinho, sem fazer alterações.

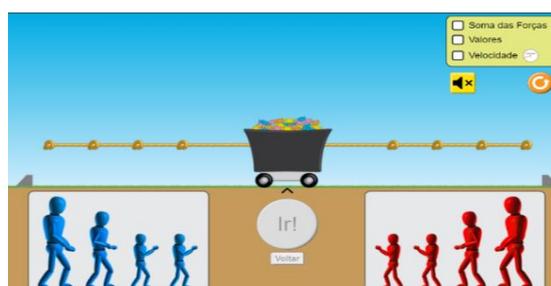


Figura 31: Imagem inicial da opção Força Líquida. Fonte: Autor.

Com o “Cabo de guerra” podem-se observar dois exemplos da Lei da Inércia, o primeiro é quando se aplicam duas forças iguais (figura 32), em seguida podem-se aplicar duas forças diferentes (figura 33). No primeiro momento (figura 31), vê-se que o carrinho está parado, com isso, pode-se ver que a Lei da Inércia é verdadeira mostrado nas figuras 31 e 32, pois na figura 31 não há nenhuma força externa sendo aplicada e na figura 32 a resultante das forças é nula, logo o carrinho se manterá parado.

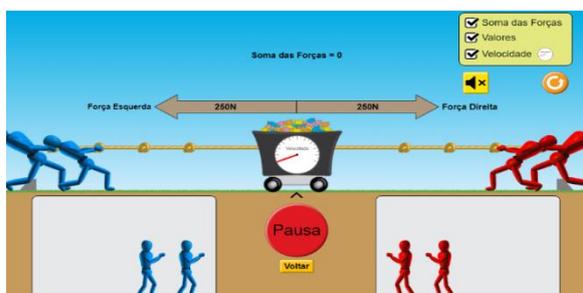


Figura 32: Imagem do exemplo da soma das forças igual à zero. Fonte: Autor.

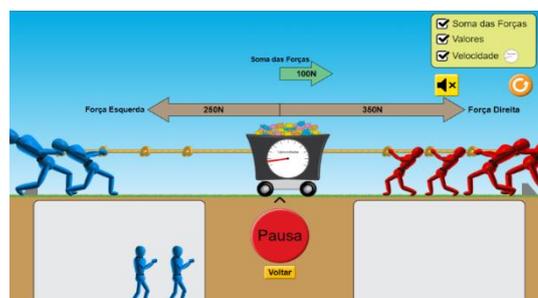


Figura 33: Imagem do exemplo da soma das forças diferente de zero. Fonte: Autor.

É possível escolher várias situações, o simulador permite ver como ficaria o resultado ao se aplicarem diversos sistemas de distribuição das forças.

Pode-se agora observar como funciona a segunda afirmação utilizando o simulador PhET, ele informa que, após receber uma força o corpo sai do seu estado de repouso e começa a se mover, com isso utiliza-se a opção “Movimento” (figura 34), nela vê-se como o corpo se comporta alterando sua massa e alterando a força aplicada.



Figura 34: Imagem da opção movimento. Fonte: Autor.

A figura 36 mostra as opções disponíveis na tela, há vários corpos para montar-se o sistema de massa, pode-se escolher utilizar um corpo (figura 36) ou três corpos (figura 35), o simulador somente permite utilizar 3 corpos, neste simulador tem-se um retângulo verde com as opções: *força* - informa o sentido em que esta força está sendo aplicada; *valores* - módulo da força aplicada no sistema; *massa* - mostra o valor das massas dos corpos e massa total no skate; *velocidade* - a velocidade do objecto. Abaixo do retângulo verde, tem-se o botão “iniciar”, “iniciar/pausar” e “reiniciar”. Entre os quatro blocos tem-se o valor da força a ser escolhida.

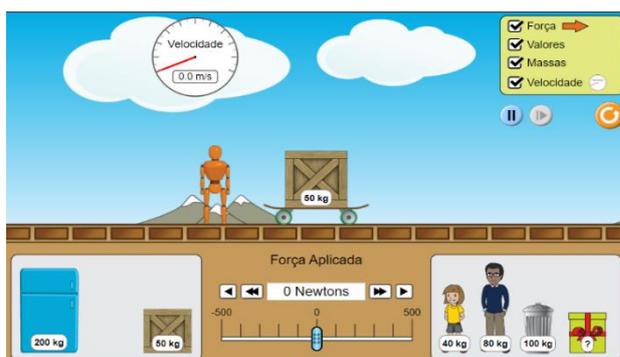


Figura 36: Imagem do sistema com uma massa. Fonte: Autor.

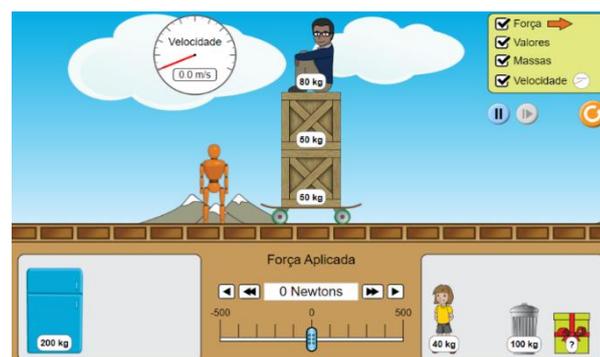


Figura 35: Imagem do sistema com várias massas. Fonte: Autor.

Após se adicionarem as massas, faz-se com que o boneco aplique a força necessária para fazer o skate se locomover. Observa-se que quanto maior a massa do objecto, mais força o boneco terá de exercer para locomovê-los. Observa-se também que após o boneco parar de exercer a força sobre o

sistema de massa, o mesmo, irá manter o movimento. Com isso vê-se que, a segunda parte da lei realmente está correcta.

3.3.2. Segunda Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica

Para se analisar como a segunda Lei funciona utilizando o simulador PhET, o primeiro passo será seleccionar a opção “Aceleração” ilustrada na figura 37.



Figura 37: Imagem da opção aceleração. Fonte: Autor.

A figura 38 mostra a tela inicial da opção “Aceleração”, pode-se observar que se assemelha muito com a de “Movimento”, no entanto nesta simulação é adicionado no retângulo verde a opção Aceleração, ela informa o sentido da aceleração e seu módulo, e o atrito/fricção, onde pode-se seleccionar entre nenhum ou muito.

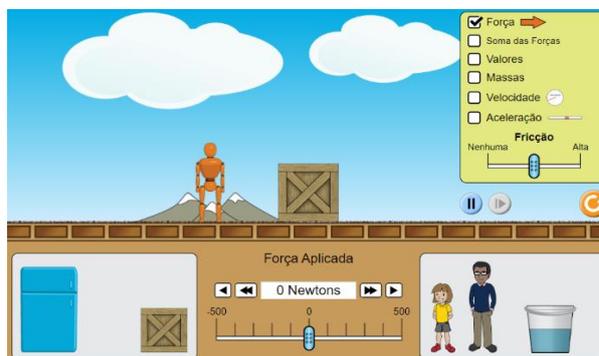


Figura 38: Imagem da página inicial da opção “Aceleração”. Fonte: Autor.

Pode-se aumentar e diminuir o atrito da superfície, adicionar mais objectos ou trocá-los. É possível observar que o cenário é muito semelhante ao de movimento, contudo, nota-se que existe um balde com água, se se colocar ele no skate, ver-se-á a água do balde se mover para o sentido contrário ao movimento, representando que está se locomovendo, se se aumentar a aceleração do skate, notar-se-á que há um aumento do deslocamento da água para o lado, assim mostrando que há um acréscimo da aceleração para comprovar o Princípio Fundamental da Dinâmica.

Nesta opção pode-se observar a aplicação da primeira lei, contudo focar-nos-emos na segunda Lei. Pode-se analisar como a velocidade aumenta com acréscimo da aceleração, quando se aplica uma força ela ganhará velocidade. Nesta opção pode-se alterar o atrito, assim, poderá se analisar o tempo

que levará para ficar em repouso. Poderá se trabalhar com três situações. Primeira situação é, se não houvesse atrito, segundo situação com atrito e a terceira situação com atrito máximo. As aplicações podem ser várias, a fim de facilitar a compreensão.

3.3.3. Terceira Lei de Newton – Princípio da Acção e Reacção

Para este caso, utiliza-se a opção “Fricção” (Figura 39), nela pode-se ver a força do boneco aplicada no corpo e o atrito de contacto do corpo com o chão dificultando o deslocamento.



Figura 39: Imagem da opção Fricção. Fonte: Autor.

Na figura 40, pode-se ver que, os itens a serem seleccionados são semelhantes aos da Aceleração, pois há uma semelhança nos procedimentos, conclui-se que a terceira Lei pode ser trabalhada na opção “Aceleração”.

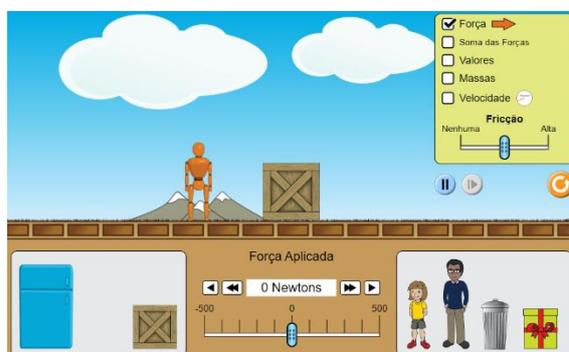


Figura 40: Imagem da página inicial da opção Fricção. Fonte: Autor.

3.4. Escolha e perfil da escola onde realizar o estudo

A procura por uma escola adequada para este estudo ao longo da Cidade de Maputo, foi difícil e árdua devido a falta de salas de informática contendo computadores em funcionamento por parte da maioria (se não todas) escolas públicas desta região. Por conta desta triste realidade, dirigi-me ao **Centro de Formação Profissional Dom Bosco** pelo facto deste possuir uma sala de informática devidamente equipada e com todos os computadores em funcionamento, o que constitui requisito crucial para a realização e sucesso desta pesquisa. A minha aprovação neste Centro, foi mediante a apresentação de uma Declaração de Frequência fornecida pelo registo académico da Faculdade de Ciências (Anexo 1).

O **Centro de Formação Profissional Dom Bosco** é uma escola pertencente à igreja das irmãs, daí que só as meninas frequentam este Centro e o mesmo contém uma igreja anexa denominada Paróquia Do Bom Pastor. Está localizado na Rua da Agricultura, 718, bairro do Jardim, cidade de Maputo.



Figura 41: Vista frontal externa do Centro de Formação Profissional Dom Bosco junto à igreja anexa. Fonte: Autor



Figura 42: Vista frontal interna do Centro de Formação profissional Dom Bosco junto à igreja anexa. Fonte: Autor

Este Centro, lecciona de 8^a à 12^a classe. No presente ano (2024), a escola conta com apenas duas (2) turmas da 11^a classe da secção de Ciências, 11^a B1 numa sala e 11^a B2+C juntas noutra sala.

3.5. Escolha e perfil da turma de estudo e de controle

A escolha da turma de estudo não obedeceu a qualquer critério pré-estabelecido, como era de se esperar. Uma vez que a escola continha simplesmente duas turmas da 11^a classe da secção de Ciências, a escolha foi feita mediante a análise e avaliação detalhada dos horários das duas turmas. A 11^a B1 tinha Física nas terças-feiras no último tempo e nas sextas-feiras nos dois últimos tempos. A 11^a B2+C tinha Física nas segundas-feiras no quinto tempo e quintas-feiras no primeiro e segundo tempo.

Atendendo que nas aulas do último tempo, as alunas já se encontram desgastadas, entediadas e ansiosas para pegar a carinha escolar de modo a chegar a casa, achou-se viável que a turma de estudo fosse a 11^a B2+C e 11^a B1 fosse a turma de controle (turma em que se usará o modelo tradicional de ensino baseado no livro do aluno, quadro, giz e apagador).



Figura 43: Estudantes da turma de estudo na aula teórica. Fonte: Autor.



Figura 44: Estudantes da turma de estudo executando a simulação Força Líquida. Fonte: Autor.

A turma de estudo era constituída por 40 alunas com idades compreendidas entre 16 e 18 anos, todas do sexo feminino.

Quanto à turma de controlo, esta não apresentou distinções significativas em relação a turma de estudo. Era também constituída por 40 alunas.



Figura 45: Estudantes da turma de Controlo na aula teórica. Fonte: Autor.



Figura 46: Estudantes da turma de controle na aula prática. Fonte: Autor.

3.6. Planificação, assistência e avaliação das aulas na turma de estudo

Todas as aulas realizadas nas duas turmas, precediam de uma planificação elaborada e apresentada a professora de Física que deu assistência a todas aulas realizadas nas duas turmas. Uma vez que as aulas na turma de estudo eram modeladas pelas TICs (o que representa um modelo especial e não tradicional de ensino), houve assistência e avaliação por parte da professora de Física Ana Maria e da professora Mércia Jawancha – professora recomendada pela direcção da escola em substituição do director adjunto pedagógico que se encontrava impossibilitado de dar sua assistência. A avaliação por parte das professoras, foi feita mediante o preenchimento da Ficha de Assistência às Aulas onde, o autor também pôde dar a sua observação na qualidade do professor assistido (vide Anexo 2).

3.7. Sequência didáctica

A sequência das actividades abordadas em cada uma das aulas na turma de estudo, baseou-se nos trabalhos de Souza (2015) e de Veras (2018), salvo algumas alterações, adequações e correcções efectuadas.

De acordo com o Plano Analítico de Física 11ª Classe - 1º Trimestre/2024, para ensinar as Leis de Newton são necessárias aproximadamente 4 aulas de 45 minutos cada, procurou-se enquadrar o ensino com base nas simulações de acordo com o estipulado no plano.

Dividindo as alunas em grupos de no máximo cinco (5) elementos, o autor mostrou experimentos simples ou conceitos do dia-a-dia de modo que as mesmas pudessem tirar algumas conclusões relacionadas ao tema abordado com o intuito de despertar nelas o senso de investigação.

Após o autor apresentar de uma forma resumida (com auxílio de uma tela) os aspectos teóricos referentes às Leis de Newton, seguiu-se à realização das actividades no simulador PhET desenvolvido pela Universidade de Colorado seguindo o roteiro de actividades disposto em Anexo 3.

Cada actividade no simulador teve duração de aproximadamente 12 minutos no máximo. Depois, seguiu-se a aula prática (aplicada nas duas turmas) com uma série de exercícios de consolidação em formato de ficha de apoio cujo intuito era familiarizar as alunas no concernente a aplicações das Leis de Newton (Anexo 4).

3.8. Instrumento de recolha de dados

Para a recolha dos dados, foram usados os questionários pré-teste e pós-teste aplicados a ambas turmas (turma de estudo e turma de controlo).

Antes da realização de qualquer actividade relacionada ao tema em causa, as alunas foram submetidas a um questionário de pré – teste contendo nove (9) questões diversas, realizado em 45 minutos (Anexo 5). A finalidade deste teste, foi diagnosticar as concepções prévias em relação ao tema em estudo uma vez visto na 8ª classe.

Depois de todas as actividades e para se poder analisar a eficácia da metodologia aplicada através do *site* desenhado contendo simulações computacionais, elaborou-se um questionário de pós-teste realizado em 45 minutos e composto por dez (10) questões fechadas e duas (2) abertas (Anexo 6).

Este questionário foi elaborado obedecendo a taxonomia revisada de objectivos educacionais de Bloom, que segundo Ferraz e Belhot (2010), é instrumento cuja finalidade é auxiliar a identificação e a declaração dos objectivos ligados ao desenvolvimento cognitivo que engloba a aquisição do conhecimento, competência e atitudes, visando facilitar o planeamento do processo didático-pedagógico, a estruturação, a organização, a definição de objectivos instrucionais e a escolha de instrumentos de avaliação a serem aplicados no processo de ensino-aprendizagem.

Na taxonomia de Bloom definem-se três domínios específicos de desenvolvimento: cognitivo, afectivo e psicomotor. Para o questionário reservou-se a atenção para o domínio cognitivo que Ferraz e Belhot (2010) afirmam estar relacionado ao aprender, dominar um conhecimento; envolve a aquisição de um novo conhecimento, do desenvolvimento intelectual, de habilidade e de atitudes; inclui reconhecimento de factos específicos, procedimentos padrões e conceitos que estimulam o desenvolvimento intelectual constantemente.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados do questionário do pré – teste.

Na Tabela 1, apresentam-se as classificações obtidas pelas alunas da **turma de controlo** no pré-teste, das quais destacam-se as classificações mínima, máxima e a média das classificações obtidas.

Tabela 1: Resultados obtidos pelas alunas da turma de controlo no pré-teste.

Resultados obtidos na turma de controlo			
Ordem	Classificação	Ordem	Classificação
1	6.0	21	12.0
2	6.75	22	12.25
3	7.5	23	12.25
4	7.75	24	12.75
5	8.75	25	12.75
6	8.75	26	13.0
7	9.0	27	13.0
8	9.0	28	13.25
9	9.0	29	13.5
10	9.25	30	14.0
11	9.25	31	14.25
12	9.5	32	14.5
13	9.5	33	15.0
14	10.0	34	15.75
15	10.25	35	16.0
16	10.5	36	16.25
17	10.75	37	17.0
18	11.25	38	17.75
19	11.5	39	18.0
20	11.75	40	18.0

Classificação mínima: 6.0; Classificação máxima: 18.0; Média: 12.0625

Com os resultados obtidos na turma de controlo, pode-se observar que: 32.5% das alunas obteve classificação negativa, dos quais 5% corresponde a classificação maior ou igual a 5 valores, mas inferior a 7.5 valores e 27.5% corresponde a classificação maior ou igual a 7.5 valores, mas inferior a 10 valores; 67.5% das alunas obteve classificação positiva, dos quais 25% corresponde a classificação maior ou igual 10 valores mas inferior a 12.5 valores, 22.5% corresponde a classificação maior ou igual a 12.5 valores mas inferior a 15 valores, 12.5% corresponde a classificação maior ou igual a 15 valores mas inferior a 17.5 valores, 7.5% corresponde a classificação maior ou igual a 17.5 valores mas inferior a 20 valores, conforme ilustra a tabela 2 e o gráfico 2.

Tabela 2: Frequência das classificações obtidas no pré-teste na turma de controlo.

Classificação obtida pelas estudantes da turma de controlo				
I	Classificação	Frequência absoluta (fi)	Frequência relativa (fr)	Frequência relativa percentual (fr %)
1	[5 – 7.5[	2	0.05	5
2	[7.5 – 10[	11	0.275	27.5
3	[10 – 12.5[	10	0.25	25
4	[12.5 – 15[	9	0.225	22.5
5	[15 – 17.5[	5	0.125	12.5
6	[17.5 – 20[	3	0.075	7.5
Total	---	40	1	100

67.5% da turma obteve classificação positiva.

Na Tabela 3 apresentam-se as classificações obtidas pelas alunas da **turma de estudo** no pré-teste, das quais destacam-se as classificações mínima, máxima e a média das classificações obtidas.

Tabela 3: Resultados obtido pelas alunas da turma de estudo no pré-teste.

Resultados obtidos na turma de estudo			
Ordem	Classificação	Ordem	Classificação
1	5.0	21	10.75
2	5.0	22	10.75
3	5.0	23	11.0
4	6.5	24	11.75
5	7.5	25	11.75
6	7.75	26	12.0
7	8.0	27	13.5
8	8.75	28	13.75
9	9.0	29	13.75
10	9.0	30	14.5
11	9.0	31	14.5
12	9.0	32	15.0
13	9.25	33	15.0
14	9.5	34	15.25
15	9.75	35	15.75
16	10.0	36	16.75
17	10.0	37	17.0
18	10.5	38	17.5
19	10.5	39	17.75
20	10.75	40	17.75

Classificação mínima: 5.0; Classificação máxima: 17.75; Média: 11.75

Com os resultados obtidos na turma de estudo, pode-se observar que: 37.5% das alunas obteve classificação negativa, dos quais 10% corresponde a classificação maior ou igual a 5 valores, mas inferior a 7.5 valores e 27.5% corresponde a classificação maior ou igual a 7.5 valores, mas inferior a 10 valores; 62.5% das alunas obteve classificação positiva, dos quais 27.5% corresponde a classificação maior ou igual 10 valores mas inferior a 12.5 valores, 12.5% corresponde a classificação maior ou igual a 12.5 valores mas inferior a 15 valores, 12.5% corresponde a classificação maior ou igual a 15 valores mas inferior a 17.5 valores, 10% corresponde a classificação maior ou igual a 17.5 valores mas inferior a 20 valores, conforme ilustra a tabela 4 e o gráfico 3.

Tabela 4: Freqüência das classificações obtida no pré-teste pela turma de estudo.

Classificação obtida pelas estudantes da turma de estudo				
I	Classificação	Freqüência absoluta (fi)	Freqüência relativa (fr)	Freqüência relativa percentual (fr %)
1	[5 – 7.5[	4	0.1	10
2	[7.5 – 10[	11	0.275	27.5
3	[10 – 12.5[	11	0.275	27.5
4	[12.5 – 15[	5	0.125	12.5
5	[15 – 17.5[	5	0.125	12.5
6	[17.5 – 20[	4	0.1	10
Total	---	40	1	100
62.5% da turma obteve classificação positiva				

O gráfico 1, apresenta uma ilustração comparativa das classificações obtidas na turma de controlo e de estudo.

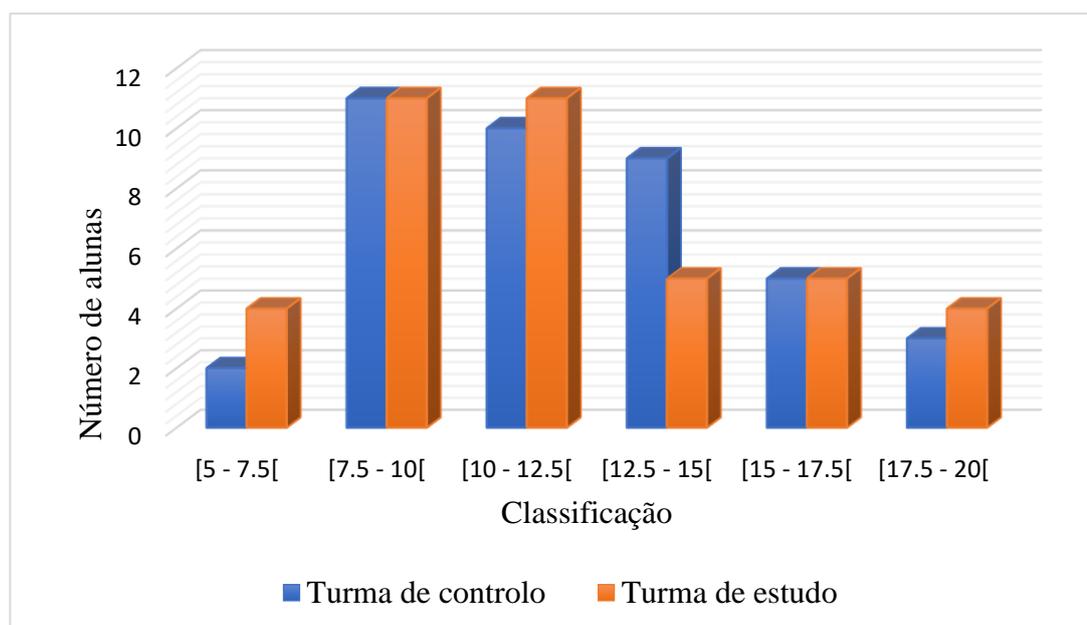


Gráfico 1: Freqüência das classificações obtidas na turma de controlo e na turma de estudo no pré-teste.

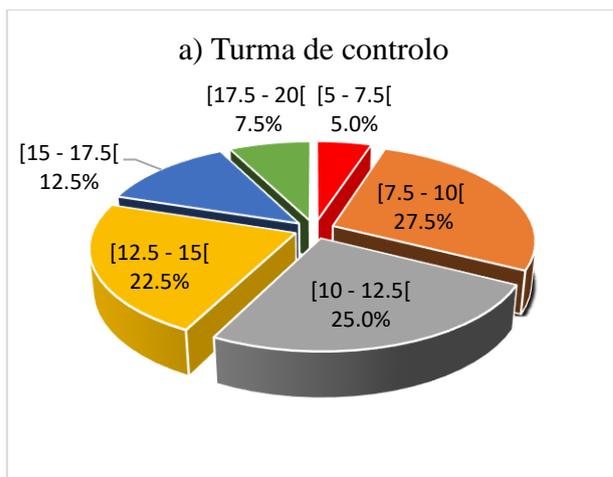


Gráfico 2: Frequência percentual das classificações obtidas no pré-teste na turma de controlo.

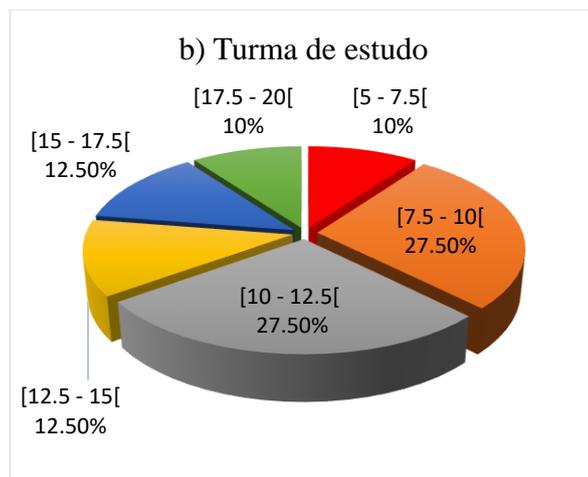


Gráfico 3: Frequência percentual das classificações obtidas no pré-teste na turma de estudo.

4.2. Resultados do questionário Pós-teste

Na Tabela 5, apresentam-se as classificações obtidas pelas alunas da **turma de controlo** no pós-teste, das quais destacam-se as classificações mínima, máxima e a média das classificações obtidas.

Tabela 5: Resultados obtidos pelas alunas da turma de controlo no pós-teste.

Resultados obtidos na turma de controlo			
Ordem	Classificação	Ordem	Classificação
1	5.0	21	13.95
2	5.0	22	14.0
3	7.0	23	14.5
4	8.75	24	14.85
5	9.0	25	14.85
6	9.0	26	15.3
7	9.5	27	15.3
8	9.5	28	15.75
9	10.5	29	15.75
10	10.8	30	15.75
11	11.25	31	16.0
12	11.5	32	16.2
13	12.0	33	16.25
14	12.15	34	16.25
15	12.15	35	16.5
16	12.15	36	16.5
17	13.5	37	18.0
18	13.5	38	18.0
19	13.5	39	18.0
20	13.95	40	18.25

Classificação mínima: 5.0; Classificação máxima: 18.25; Média: 13.25

Com os resultados obtidos na turma de controlo, pode-se observar que: 20% das alunas obteve classificação negativa, dos quais 7.5% corresponde a classificação maior ou igual a 5 valores, mas inferior a 7.5 valores e 12,5% corresponde a classificação maior ou igual a 7.5 valores, mas inferior a 10 valores; 80% das alunas obteve classificação positiva, dos quais 20% corresponde a classificação maior ou igual 10 valores mas inferior a 12.5 valores, 22.5% corresponde a classificação maior ou igual a 12.5 valores mas inferior a 15 valores, 27.5% corresponde a classificação maior ou igual a 15 valores mas inferior a 17.5 valores, 10% corresponde a classificação maior ou igual a 17.5 valores mas inferior a 20 valores, conforme ilustra a tabela 6 e o gráfico 5.

Tabela 6: Frequência das classificações obtidas no pós-teste na turma de controlo.

Classificação obtida pelas estudantes da turma de controlo				
I	Classificação	Frequência absoluta (fi)	Frequência relativa (fr)	Frequência relativa percentual (fr %)
1	[5 – 7.5[	3	0.075	7.5
2	[7.5 – 10[	5	0.125	12.5
3	[10 – 12.5[	8	0.2	20
4	[12.5 – 15[	9	0.225	22.5
5	[15 – 17.5[	11	0.275	27.5
6	[17.5 – 20[	4	0.1	10
Total	---	40	1	100

80% da turma obteve classificação positiva.

Na Tabela 7 apresentam-se as classificações obtidas pelas alunas da **turma de estudo** no pós-teste, das quais destacam-se as classificações mínima, máxima e a média das classificações obtidas.

Tabela 7: Resultados obtidos pelas alunas da turma de controlo no pós-teste.

Resultados obtidos na turma de estudo			
Ordem	Classificação	Ordem	Classificação
1	5.0	21	16.5
2	6.0	22	16.75
3	8.5	23	17.0
4	9.5	24	17.0
5	10.0	25	17.25
6	10.0	26	17.25
7	10.0	27	17.25
8	13.0	28	17.25
9	13.0	29	17.5

10	13.75		30	17.75
11	13.75		31	17.75
12	14.25		32	17.75
13	14.5		33	18.0
14	14.75		34	18.0
15	14.75		35	18.5
16	15.5		36	19.0
17	15.5		37	19.75
18	16.5		38	19.75
19	16.5		39	20.0
20	16.5		40	20.0

Classificação mínima: 5.0; Classificação máxima: 20.0; Média: 15.25

Com os resultados obtidos na turma de estudo, pode-se observar que: 10% das alunas obteve classificação negativa, dos quais 5% corresponde a classificação maior ou igual a 5 valores, mas inferior a 7.5 valores e 5% corresponde a classificação maior ou igual a 7.5 valores, mas inferior a 10 valores; 90% das alunas obteve classificação positiva, dos quais 7.5% corresponde a classificação maior ou igual 10 valores mas inferior a 12.5 valores, 20% corresponde a classificação maior ou igual a 12.5 valores mas inferior a 15 valores, 30% corresponde a classificação maior ou igual a 15 valores mas inferior a 17.5 valores, 30% corresponde a classificação maior ou igual a 17.5 valores mas inferior a 20 valores, conforme ilustra a tabela 8 e o gráfico 6.

Tabela 8: Frequência das classificações obtidas no pós-teste na turma de estudo.

Classificação obtida pelas estudantes da turma de estudo				
i	Classificação	Frequência absoluta (fi)	Frequência relativa (fr)	Frequência relativa percentual (fr %)
1	[5 – 7.5[	2	0.05	5
2	[7.5 – 10[	2	0.05	5
3	[10 – 12.5[	3	0.075	7.5
4	[12.5 – 15[	8	0.2	20
5	[15 – 17.5[	13	0.325	32.5
6	[17.5 – 20[	12	0.3	30
Total	---	40	1	100

90% da turma obteve classificação positiva.

O gráfico 4, apresenta uma ilustração comparativa das classificações obtidas na turma de controlo e de estudo.

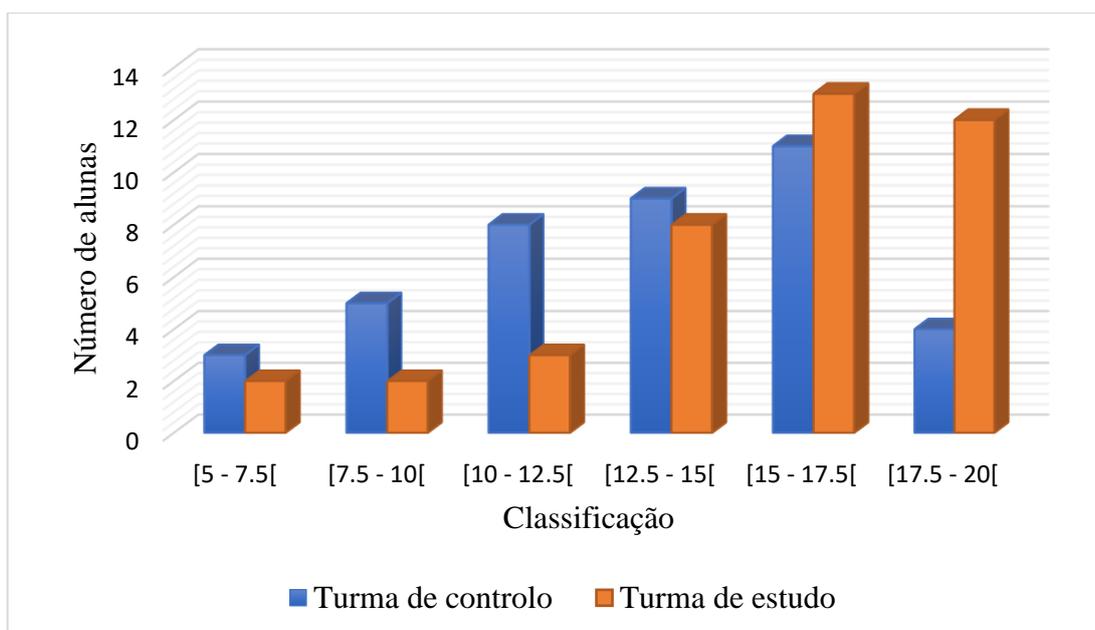


Gráfico 4: Frequência das classificações obtidas na turma de controlo e turma de estudo no pós – teste.

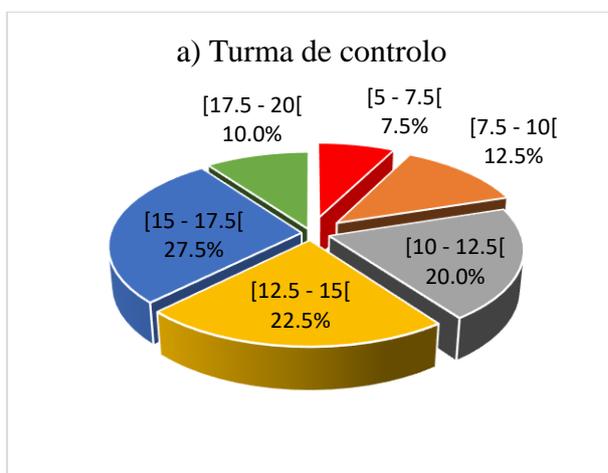


Gráfico 5: Frequência percentual das classificações obtidas no pós-teste na turma de controlo.

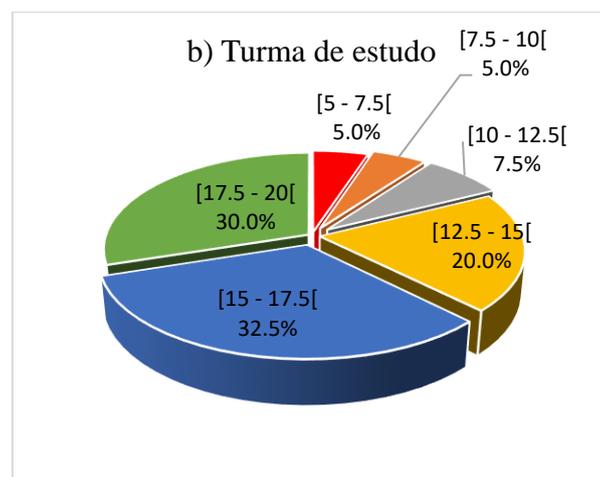


Gráfico 6: Frequência percentual das classificações obtidas no pós-teste na turma de estudo.

4.3. Análise e discussão dos resultados

Atendendo que a Dinâmica é o último ramo da Mecânica que se estuda no ensino médio, assume-se que as alunas foram submetidas ao pré – teste já com alguns conceitos como o da Força Resultante revistos e relembrados na Estática, daí que as notas não foram desapontadoras como era de se esperar, no entanto, em termos de comparação entre as duas turmas, no pré-teste, a análise geral das frequências percentuais nos gráficos 2 e 3, permitem concluir que as alunas da turma de estudo possuem um nível cognitivo quase similar com o das alunas da turma de controlo dado que, 67.5% das alunas da turma de controlo possuem classificação positiva, contra 62.5% da turma de estudo, com uma diferença de apenas 5% entre elas.

A percentagem da classificação negativa é superior na turma de estudo, ou seja, 37.5% da turma obteve classificação negativa contra os 32.5% da turma de controlo, sendo a classificação média da turma de controlo 12.625 e a da turma de estudo 11.75, registando-se uma diferença de médias de avaliações entre as duas turmas de apenas 0.9 valores.

Comparando os resultados obtidos no pós-teste através dos gráficos 5 e 6, nota-se que 20% das alunas da turma de controlo obteve classificação negativa, enquanto que na turma de estudo, a metade, isto é, 10% das estudantes é que obteve classificação negativa; significa que, na turma de controlo 80% das estudantes obteve classificação positiva, sendo que na turma de estudo 90% das estudantes obteve classificação positiva.

Olhando ainda para as classificações mínima e máxima obtidas nas duas turmas, na turma de controlo onde a média das classificações foi de 13.25 valores, a classificação mínima foi de 5.0 e máxima de 18.25. Na turma de estudo onde a média das classificações é de 15.25, a classificação mínima foi de 5.0 e máxima de 20, respectivamente. E, 30% das estudantes da turma de estudo respondeu de forma satisfatória o pós – teste ao ponto de obter classificação maior ou igual a 17.5 valores contra 10% das estudantes da turma de controle que registou principalmente erros conceituais mas, mostrou domínio e compreensão nos cálculos algébricos relacionados ao tema.

Com o observado e descrito acima, podemos sem dúvidas afirmar que os recursos utilizados na turma de estudo são potencialmente eficazes para o ensino das Leis de Newton e podem contribuir para o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES.

5.1. Conclusões

Uma vez definido o problema de pesquisa: “Até que ponto a utilização das TICs no ensino médio pode contribuir para o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton?” todas as ações realizadas pautaram-se na expectativa de que a operacionalização da pesquisa e os resultados obtidos pudessem contribuir com os estudos que abordam o uso das TICs no ensino médio, concretamente no ensino e aprendizagem das Leis de Newton e servir de guia para fazer face as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem da Física no geral devido a falta de uso de metodologias de ensino contextualizada e a falta de meios pedagógicos modernos que acabam culminando na complexidade e ao alto grau da abstracção agravados pela crescente tendência de desinteresse pela leitura de livros devido a estagnação de informação que pode conduzir a longas buscas e com resultados incorrectos.

A criação e aplicação de um *site* acessível sem conexão à internet (devido as condições das nossas escolas), contendo simulações interactivas da PhET e material didáctico de apoio, representa uma estratégia e um potencial recurso no processo de ensino-aprendizagem das Leis de Newton. Foi possível desenvolver este *site* através da linguagem de programação HTML 5, CSS e JavaScript, contendo, para além do material de apoio, uma sequência de actividades que se realizaram junto às simulações interactivas, exercícios de aplicação de modo a familiarizar as alunas com a manipulação das equações relacionadas as simulações interactivas ligadas directamente ao tema em estudo.

Durante o desenvolvimento das actividades no simulador, o autor agiu como mediador no processo de ensino e de aprendizagem, não interferindo na busca de respostas pelas alunas. Constatou-se que quando o aluno participa do processo de ensino, há um comprometimento próprio que o faz querer aprender. Em vista disso, pôde-se vivenciar o desenvolvimento da aprendizagem das estudantes gradativamente.

O desenvolvimento intelectual nos conceitos e aplicações das Leis de Newton foi melhorando significativamente nas alunas da turma de estudo, sendo que 62,5% melhoraram seus desempenhos no pós-teste contra 37,5% das alunas da turma de controlo, o que evidencia que uma alteração na maneira de ensinar tem um impacto positivo no ensino da Física. Em relação a turma de controle, os dados levantados mostraram que houve a construção do conhecimento durante o período de desenvolvimento da pesquisa.

Os resultados desta pesquisa no geral, mostraram-se satisfatórios para a incrementação das TICs no ensino de Física, estando assim, em consonância com a narrativa de diversos autores que defendem esta temática. Entretanto, a construção da aprendizagem por meio de simulações digitais como o

PhET nos educandos, são fenômenos que exigem mais estudos teóricos, para oferecer aos docentes novas metodologias, abolindo assim, o método tradicional de ensino oferecendo perspectivas de que novas experiências utilizando os simuladores criem condições para que o professor conduza o aluno a indagar, interagir, experimentar, refletir, preparando-o para viver em um mundo contemporâneo globalizado, competitivo, cada vez mais exigente e voltado para acções que promovam a consciência criativa e investigativa.

5.2. Limitações e recomendações

Este trabalho limitou-se na análise da eficácia no processo de ensino e aprendizagem das Leis de Newton mediadas pelas TICs, para o efeito, criou-se um *site* offline contendo material didáctico de apoio, exercícios de consolidação e simulações interactivas da PhET, entretanto, se houvesse possibilidade de realizar esta pesquisa em um número mais elevado de turmas e escolas, talvez pudesse ajudar na precisão da conclusão da mesma, sendo impossível fazê-lo devido às condições da maioria (se não todas) escolas públicas desta região. Além do mais, a metodologia aplicada é viável quando se tem tempo para trabalhar com as turmas, já que as explorações das actividades são o ponto crucial da abordagem e necessitam de um período maior para trabalhar o ensino, o que habitualmente não se costuma ter ou disponibilizar devido a tendência do cumprimento do programa.

Recomenda-se que estudos desta natureza sejam feitos, não só em torno dos conceitos e aplicações das Leis de Newton ou da Física simplesmente, pesquisas desta natureza devem se realizar em todas áreas das Ciências no geral de modo a se explorar ao máximo as potencialidades do uso das TICs no processo ensino e aprendizagem não só para professores e alunos mas também para a sociedade no seu todo em suas diversas áreas incluindo religiosa.

Referências Bibliográficas

- Alejandro, C. A., & Chissico, M. L. (2017a). *Ensino da óptica ondulatória baseada em tecnologias de informação e comunicação*. Moçambique: Revista Científica da Universidade Eduardo Mondlane, Série: Ciências da Educação ISSN 2307-390X. <http://www.revistacientifica.uem.mz/revista/index.php/edu/article/view/90>
- Alejandro., C. A., & Chissico, M. L. (2017b). *FIVUEM: Física Virtual na Universidade Eduardo Mondlane*. Maputo: Experiências em Ensino de Ciências V.12, No.1. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID343/v12_n1_a2017.pdf
- Alejandro., C. A. (2019). *Estratégia didáctica para o desenvolvimento das práticas laboratoriais de electromagnetismo*. Maputo, Moçambique: Novas Tecnologias na Educação. <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/95900>
- Aléxieva, V. (2008). *Física 8.ª Classe (Plural Editores)*. Maputo: Execução gráfica Bloco Gráfico, Lda.
- Almeida. (2000). *Informática e Formação de Professores: Secretaria de Educação à Distância*. Brasília: Ministério da educação.
- Andrade, M. E. (2010). *O uso das novas tecnologias da informação e comunicação no ensino de física: uma abordagem através da modelagem computacional. (Dissertação de Mestrado)*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28175/000767677.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arantes, A. R., Miranda, M. S., & Studart, N. (2010). *Objectos de aprendizagem no ensino de física: usando simulação do PhET*. Brasil: Física na Escola. <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a081.pdf>
- Araújo, J. B., & Oliveira. (2002). *Construtivismo e alfabetização: um casamento que não deu certo*. Rio de Janeiro. <http://educa.fcc.org.br/pdf/ensaio/v10n35/v10n35a03.pdf>
- Barros, M. C. (2022). *A primeira e segunda Lei de Newton aplicada ao simulador PhET: Uma proposta metodológica no ensino de Física (Trabalho de Conclusão do Curso)*. Salinópolis - PA: Universidade Federal do Pará. https://bdm.ufpa.br:8443/bitstream/prefix/5295/1/TCC_PrimeiraSegundaLei.pdf

- Batista, M. C., Fusinato, P. A., & Ramos, F. P. (2017). *Contribuições de uma oficina de astronomia para a formação inicial de professores dos anos iniciais*. Brazil: Revista de Ensino, Saúde e Ambiente.
- https://www.academia.edu/60227452/Contribui%C3%A7%C3%B5es_De_Uma_Oficina_De_Astronomia_Para_a_Forma%C3%A7%C3%A3o_Inicial_De_Professores_Dos_Anos_Iniciais
- Brasil. (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica.
- Brasil. (2002). *Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - PCNS*. Brasília: Ministério de Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- Coelho, R. O. (2002). *O Uso da Informática no Ensino de Física de Nível Médio (Dissertação de Mestrado)*. Pelotas/RS: Universidade Federal de Pelotas.
- http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/coelho/inf_ens_fis_med.pdf
- Cultura, M. d. (2007). *Plano Curricular do Ensino Secundário Geral (PCESG) - Documento Orientador, Objectivos, Política, Estrutura, Plano de Estudo e Esteratégias de Implementação*. Imprensa Universitária, UEM.
- Cupane, A. F. (2008). *Física 8.ª Classe*. Maputo: Texto Editores, Lda.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2011). *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. São Paulo: Coleção Docência em Formação.
- Esteves, W. d., & Silva, M. C. (2019). *O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Física*. Rio Branco: Artmed. <https://teste-periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/2375/2086>
- Ferraz, A. d., & Belhot, R. V. (2010). *Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objectivos instrucionais*. São Carlos : CAPES e Universidade Simon Fraiser, Canadá.
- Ferreira, A. O., & Souza, M. J. (2010). *A rededifinição do papel da escola e do professor na sociedade actual*. <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.20100028/616>

- Filho, F. E. (2019). *Utilização do Simulador PhET nas aulas de Física (Monografia)*. Ceará: Fortaleza - CE.
- Fiolhais, C., & Trindade, J. (2003). *Física no Computador: o Computador como ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas*. Brasil: Revista Brasileira de Ensino de Física.
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/8x9p4DVZXL3KRq9K8Bcn6Rg/?format=pdf&lang=pt>
- Freire, A. d. (2018). *A Utilização da Tecnologia Mobile no Ensino da Dinâmica (Dissertação de Mestrado)*. Campo Mourão: Sociedade Brasileira de Física.
<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4124/1/tecnologiamobiledinamica.pdf>
- Freitas, J. L. (2016). *Utilização de Aplicativo de Celular para Tabuada Auxiliando no Processo de Ensino-Aprendizagem (Monografia)*. Boa Vista - RR: Universidade Federal de Roraima – UFRR.
<https://docplayer.com.br/26214910-Utilizacao-de-aplicativo-de-celular-para-tabuada-auxiliando-no-processo-de-ensino-aprendizagem.html>
- Freitas., F. F. (2017). *Utilização das tecnologias da informação (TI's) para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio (Dissertação de Mestrado)*. Ouro Preto – Minas Gerais: Instituto de Ciências Exatas e Biológicas - ICEB.
<https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/8468/1/DISSERTA%20c3%87%20c3%83%20Utiliza%20a7%20a3oTecnologiasInforma%20a7%20a3o.pdf>
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). *Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion*. Patras: Computers & Education.
https://www.researchgate.net/publication/223526926_Computer_simulations_in_physics_teaching_and_learning_A_case_study_on_students%27_understanding_of_trajectory_motion
- Kuleshov, V. (2007). *Metodologia de Ensino da Física Escolar (Questões Gerais)*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane.
- Lima, A. L. (2021). *Utilizando Jogos eletrônicos para o ensino das Leis de Newton no primeiro ano do Ensino Médio*. Manaus: Sociedade Brasileira de Física.
http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/bitstream/4321/840/1/Utilizando%20jogos%20eletr%C3%B4nicos%20para%20o%20ensino%20das%20leis%20de%20Newton%20no%20primeiro%20ano%20do%20ensino%20m%C3%A9dio_Lima_2021.pdf
- Maciel, N., & Mutimuciuo, I. (2009). *Física 11.ª Classe (Plural editores)*. Maputo: Grupo porto editora.

- Medeiros, A., & Medeiros, C. F. (2002). *Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física*. Revista Brasileira de Ensino de Física. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/4gsZ3kVfMKNxGzMcyRBZzFq/?format=pdf&lang=pt>
- Mendes, E. d. (2014). *Modelagem Computacional e Simulações em Física usando o Software Modellus: Uma abordagem alternativa no Ensino de Cinemática (Dissertação de Mestrado)*. Lajeado-RS: Centro Universitário UNIVATES. <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/f29c04f1-4976-4137-8bed-df758ceecb54/content>
- Moçambique, I. . (2010). *Física, Programa da 11ª Classe*. Moçambique: ©INDE/MINED - Moçambique.
- Moçambique, I. . (2010). *Física, Programa da 8ª Classe*. Moçambique: ©INDE/MINED - Moçambique.
- Monteiro, M. A. (2016). *O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos*. Brasil: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4334/2900>
- Moran, J. M. (2018). *Ensino Aprendizagem Inovadoras com Tecnologias* . Rio Grande do Sul: Programa de Pós-graduação em Infotmática na Educação. <http://www.fics.edu.br/index.php/rpgm/article/view/797/734>
- Moreira, M. A. (1999). *Teorias de Aprendizagem*. Porto Alegre: Editora Pedagógica e Universitária Ltda. https://www.academia.edu/40123847/Teorias_da_aprendizagem_Marco_Ant%C3%B4nio_Moreira
- Moreira., M. A. (2018). *Uma análise crítica do ensino de Física*. Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?format=pdf&lang=pt>
- Papalia, D. E., Olds, S. W., & Feldman, R. D. (2006). *Desenvolvimento Humano*. São Paulo: artmed editora S.A.
- Papert, S. (2008). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre. https://www.academia.edu/3015023/PAPERT_Seymour_A_m%C3%A1quina_das_crian%C3%A7as_repensando_a_escola_na_era_da_inform%C3%A1tica

- Pasqualetto, T. I., Veit, E. A., & Araújo, I. S. (2017). *Aprendizagem Baseada em Projectos no ensino de Física: uma Revisão da Literatura*. . Brasil: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4546/2982>
- Petitto, S. (2003). *Projectos de Trabalho em Informática: Desenvolvendo Competências*. Campinas.
- Ramos, I. C. (2011). *Construção e Interpretação de Gráficos de Cinemática com o Software Modellus: Um Estudo com Alunos do 11º ano de Escolaridade*. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5687/1/ulfpie039801_tm.pdf
- Resnick, H., & Walker, J. (2012). *Fundamentos de Física: Mecânica (Vols.1-4)*. Rio de Janeiro: LTC.
- Santos, O. d. (2022). *Simulações digitais com o uso do PhET para o ensino e aprendizagem das Leis de Newton no ensino remoto (Trabalho de Conclusão do Curso)*. Picos - PI: Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí. http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/1012/1/2022_tcc_ossantos.pdf
- Santos., C. M. (2017). *A interdisciplinaridade e o uso das TIC como fomento para o ensino de ciências e Matemática no ensino fundamenta II (Dissertação de Mestrado)*. Uberaba: Universidade Federal do Triângulo Mineiro. <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/2672/pdf>
- Silva, M. (2020). *O TRACKER no ensino de Conservação de Energia Mecânica e suas transformações (Tese de Mestrado)*. Rio de Janeiro. <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/39336/1/DISSERTA%20c3%87%20c3%83O%20Madison%20Luis%20Can%20c3%aajo%20da%20Silva.pdf>
- Souza, B. d. (2022). *Uma Proposta de ensino das 3 Leis de Newton: A Taxonomia de Bloom revisada e o PhET simulation (Trabalho de Conclusão de Curso)*. Ananindeua: Universidade Federal de Pará. http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/1012/1/2022_tcc_ossantos.pdf
- Souza., G. M. (2015). *Uso de Simulações Computacionais no Ensino de Conceitos de Força e Movimento no Nono ano do Ensino Fundamental*. Volta Redonda/RJ: Sociedade Brasileira de Física. <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4227/G1%20C3%A1ucia%20Martins%20Ricardo%20Souza%20-%20Disserta%20C3%A7%20C3%A3o%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Terradas, R. D. (2011). *A importância da Interdisciplinaridade na Educação Matemática*. São Paulo: Revista da Faculdade de Educação. https://www.researchgate.net/publication/329153565_INTERDISCIPLINARIDADE_ENTR E_EDUCACAO_FISICA_E_MATEMATICA_QUANDO_OS_OPOSTOS_SE_ATRAEM
- Tipler, P., & Mosca, G. (2017). *Física para Cientistas e Engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica (Vols. 1-3)*. Rio Grande: LTC.
- Veit, E. A., & Araujo, I. S. (2005). *Modelagem Computacional no Ensino de Física*. Instituto de Física. https://www.researchgate.net/profile/Eliane-Veit/publication/267375713_MODELAGEM_COMPUTACIONAL_NO_ENSINO_DE_FISICA/links/54901c440cf214269f2652ea/MODELAGEM-COMPUTACIONAL-NO-ENSINO-DE-FISICA.pdf
- Veras, R. S. (2018). *Simulações digitais com uso do PhET para o ensino e aprendizagem de Força e Movimento (Monografia)*. Manaus - AM: Universidade do Estado do Amazonas. <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/984/1/Simula%c3%a7%c3%b5es%20digitais%20com%20uso%20do%20phet%20para%20o%20ensino%20e%20aprendizagem%20de%20for%c3%a7a%20e%20movimento.pdf>
- Victorino, A. (2006). *Método de Aprendizagem por Projectos no ensino de Física em Moçambique (Dissertação de Mestrado)*. Pontifício Universidade Católica de São Paulo, em convénio com a universidade Pedagógica. <https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/9939/1/Alfiado%20Victorino.pdf>
- Vilanculos, A., & Cossa, R. (2010). *Física 11.ª Classe*. Maputo: Texto Editores, Lda. - Moçambique.
- Wieman, E. C., Perkins, K. K., & Adams, W. K. (2008). *Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why*. American Journal os Physics. https://www.researchgate.net/publication/241167894_PhET_Interactive_Simulations_for_Teaching_and_Learning_Physics
- Zílio , S. C., & Bagnato, V. S. (2002). *Mecânica, Calor e Ondas*. São Paulo: Areal Editora. <https://www.fisica.net/ondulatoria/Mecanica-Calor-Ondas.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Declaração de Frequência aprovada pela escola



Faculdade de Ciências

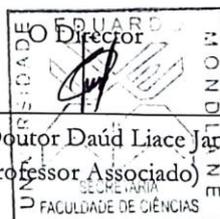
DECLARAÇÃO DE FREQUÊNCIA

Para os devidos efeitos e a pedido do interessado declara-se que o senhor **Pedro Faustino Mingue Júnior** é estudante da Universidade Eduardo Mondlane -UEM, matriculado sob o número de registo 20182839.

O estudante frequenta o curso de Licenciatura em Física-Educacional no Departamento de Física da Faculdade de Ciências.

A presente declaração destina-se unicamente para efeitos de confirmação do seu vínculo com a UEM, na qualidade de estudante. Com esta declaração, pretende-se fazer Análise da eficácia e contribuição da utilização das TICs no ensino das Leis de Newton.

Com os nossos melhores cumprimentos



Prof. Doutor Daúd Liace Jannal
(Professor Associado)

Maputo aos 01 de Março de 2024



Av. Julius Nyerere, nº 3453, Campus Principal, C. Postal 257, Tel.: (+258) 21 493377, Fax.: (+258) 21 493377,
Maputo – Moçambique

Anexo 2: Ficha de assistência às aulas



CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL "DOM BOSCO"
RUA DA AGRICULTURA, 718 Bº JARDIM -- MAPUTO
Telefax: 21 475103 E-mail: centrodombosco20@gmail.com

Ficha de Assistência às aulas

Prof. Assistido <u>Pedro Faustino</u>	Data da Assistência <u>25 / 07 / 2024</u>
Disciplina Leccionada <u>Física</u>	Turma <u>B2/C</u> Classe <u>11ª</u>
	Hora _____ h
	Professor, assistente/supervisor <u>Mercia Tauancha</u>
	Nº de alunas _____

A. ASPECTOS BÁSICOS DA AULA A SEREM OBSERVADOS:

1. Aspectos organizacionais (a aula como estrutura)

a) Método utilizado para registo das ausências _____

O Professor:

b) Cuidou das condições ambientais favoráveis para o início da aula? Sim

c) Fez a revisão da aula anterior? Sim Metodologia utilizada Elaboração

conjunta

d) Corrigiu o trabalho de casa? _____

Metodologia utilizada _____

Sumário: Leis de Newton

Objectivos da Aula: _____

Meios Didácticos: Computadores, televisor (aplicativo desenvolvido para matérias de Física).

2. Quanto à motivação (Fase de materialização)

O Professor:

a) Motivou a turma para o novo conteúdo? Sim

b) Metodologia usada Elaboração conjunta, com simulação virtual através de um aplicativo

c) Estabeleceu a relação entre o conteúdo novo e o anterior? Sim Metodologia usada Expositivo

3. Quanto à exposição / mediação do conteúdo novo:

a) O conteúdo apresentado correspondia ao planificado? Sim

b) Métodos de ensino (aula expositiva, activa: aluno - professor...) Métodos de elaboração conjunta. Participativo.

c) O professor demonstrou o domínio e segurança na leção do conteúdo? _____

d) A mediação foi clara? Sim Ordenada? Sim

e) Deu oportunidade aos alunos para exporem as dúvidas? Sim

f) Prestou a devida atenção aos alunos com NEE (caso existam)? _____

g) Usou material didáctico adequado? Material inovador

4. Quanto à aplicação (fase de fixação)

O professor:

a) Fez exercícios de consolidação? Sim

b) Marcou TPC? _____

B. ASPECTOS FUNCIONAIS (A AULA COMO PROCESSO)

1. Como ocupou o tempo da aula (os 45 minutos: activo/passivo)? Aula bastante activa e participativa

2. Utilizou o quadro correctamente? Sim Qualidade da caligrafia Muito boa

3. Manteve ambiente favorável (disciplina), durante a aula? Sim

4. Como foi o seu relacionamento com a turma (cordial, cooperativo, aberto, autoritário, débil, indiferente)? Sim, uma boa relação, embora em determinados momentos a turma ficou agitada e eufórica.

5. A voz do professor cobria a sala de aula? _____

6. Usou uma linguagem adequada? Sim Clara? Sim

7. Algumas qualidades demonstradas pelo professor Uso da ilustração na aula e a interatividade

Observações do professor assistente/supervisor Aula bastante interessante. O uso das TICs foi muito bem conseguido. O professor elaborou e testou um aplicativo com 145 memórias que permitiu fazer a simulação de conceitos na aula.

Observações do professor assistido. Com a aplicação do site por mim elaborado, pude observar que a utilização das TICs no ensino médio, pode contribuir significativamente para o aperfeiçoamento do processo e aprendizagem dos conteúdos de Física, concretamente "Leis de Newton".

Assinatura do assistido

Pedro Mingue.

Assinatura do prof. ssistente/Sulpervisor

Melva Tomanche



CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL "DOM BOSCO"
RUA DA AGRICULTURA, 718 Bº JARDIM – MAPUTO
Telefax: 21 475103 E-mail: centrodambosco20@gmail.com

Ficha de Assistência às aulas

Prof. Assistido <u>Pedro Faustino</u>	Data da Assistência <u>25 / 07 / 24</u>
Disciplina Leccionada <u>Física</u>	Turma <u>B2</u> Classe <u>11ª</u>
	Hora <u>13:14:30h</u>
	Professor assistente/supervisor <u>Ana Maria A. Vinte</u>
	Nº de alunas _____

A. ASPECTOS BÁSICOS DA AULA A SEREM OBSERVADOS:

1. Aspectos organizacionais (a aula como estrutura)

a) Método utilizado para registo das ausências _____

O Professor:

b) Cuidou das condições ambientais favoráveis para o início da aula? Sim

c) Fez a revisão da aula anterior? Sim Metodologia utilizada elaboração conjunta.

d) Corrigiu o trabalho de casa? _____

Metodologia utilizada elaboração conjunta.

Sumário: Leis de Newton (estática):

Objectivos da Aula: _____

Meios Didáticos: computadores, televisões usando o software para a matéria de Física

2. Quanto à motivação (Fase de materialização)

O Professor:

a) Motivou a turma para o novo conteúdo? Sim

b) Metodologia usada elaboração conjunta

c) Estabeleceu a relação entre o conteúdo novo e o anterior? Sim Metodologia usada expositivo.

3. Quanto à exposição / mediação do conteúdo novo:

a) O conteúdo apresentado correspondia ao planificado? Sim

- b) Métodos de ensino (aula expositiva, activa: aluno - professor...) trabalho conjunto
- c) O professor demonstrou o domínio e segurança na leção do conteúdo? sim
- d) A mediação foi clara? sim Ordenada? sim
- e) Deu oportunidade aos alunos para exporem as dúvidas? sim
- f) Prestou a devida atenção aos alunos com NEE (caso existam)? sim
- g) Usou material didáctico adequado? sim

4. Quanto à aplicação (fase de fixação)

O professor:

- a) Fez exercícios de consolidação? sim
- b) Marcou TPC? sim

B. ASPECTOS FUNCIONAIS (A AULA COMO PROCESSO)

1. Como ocupou o tempo da aula (os 45 minutos: activo/passivo)? sim
2. Utilizou o quadro correctamente? sim Qualidade da caligrafia boa
3. Manteve ambiente favorável (disciplina), durante a aula? sim
4. Como foi o seu relacionamento com a turma (cordial, cooperativo, aberto, autoritário, débil, indiferente)? cooperativo.
5. A voz do professor cobria a sala de aula? sim
6. Usou uma linguagem adequada? sim Clara? sim
7. Algumas qualidades demonstradas pelo professor simples, compreensível.

Observações do professor assistente/supervisor A aula foi muito interessante, envolveu a participação de todos os alunos.

Observações do professor assistido. Com a aplicação do site, pode observar que a utilização das TICs no ensino médio, pode contribuir significativamente para o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Física, concretamente "Leis de Newton".

Assinatura do assistido
Pedro Mingue

Assinatura do prof. ssistente/Sulpervisor
Ana Marta A. Vinte

Anexo 3: Sequência Didática

Roteiro para realização da Simulação Computacional

Alunos: _____ Turma: _____ Sala: _____

Primeira Lei de Newton – Princípio da Inércia

Roteiro de Actividade 1 (Duração: 12 minutos)

Ambiente 1 – Força Líquida

1. Coloque um boneco de qualquer uma das equipes, próximo ao carrinho, clique em “Ir” e observe. O que acontece com o carrinho? Por quê?

2. Clique em “Reiniciar tudo” e coloque um boneco pequeno azul à esquerda e dois bonecos vermelhos à direita. Clique em “Ir” e observe. Quem vence o cabo de guerra? O que acontece com o carrinho que se encontra no meio da tela?

3. Clique em “Reiniciar tudo” e coloque o maior e o menor boneco azul e dois bonecos pequenos de cor vermelha e acione o botão “Ir”. O que acontece? Justifique.

4. Ative a opção “Soma das Forças” e observe as setas indicativas “Força para a Esquerda” e “Força para a Direita”. Existe diferença de tamanho entre elas? Por que será?

5. Agora ative a opção “Valores”. O que você concluiu em relação as setas se confirmou?

6. Clique em “Voltar”. Que time vencerá se colocar agora dois bonecos pequenos da equipe azul e apenas um boneco grande da equipe vermelha? Ative a opção “Valores”, observe os valores contidos nas setas e responda.

7. Clique no botão “Reiniciar tudo” e ative as opções “Soma das Forças” e “Valores”. Agora, coloque um boneco médio e um pequeno da equipe azul e um boneco grande e um médio na equipe vermelha. Antes de iniciar observe os valores das forças para direita e esquerda, a soma das forças e preveja que equipe vencerá o nosso jogo. Justifique.

8. Clique em “Ir”. O que você esperava se confirmou? O que a seta “Soma das Forças” indica?

9. Qual a relação entre as forças exercidas pelos bonecos e o valor encontrado na “Soma das Forças”?

NB: A Soma das Forças é conhecida como Força Resultante. Esta força é uma força única, capaz de produzir o mesmo efeito que as demais forças atuantes no sistema. Quando duas ou mais forças atuam sobre um corpo, muitas vezes temos a necessidade de substituí-las por uma força única, capaz de

produzir o mesmo efeito que elas, em conjunto, produzem. Esta força única é denominada Força Resultante.

10. Clique em “Reiniciar tudo”, marque a opção “Valores” e coloque de cada lado do carrinho os dois maiores bonecos da equipe. Aperte “Ir”. O que aconteceu com o carrinho? E como as setas “Força para Esquerda” e “Força para Direita” se apresentaram? O que isso significa?

11. Qual será o valor da força resultante?

NB: Quando as forças se anulam, o objecto entra em equilíbrio tendo força resultante zero.

12. Ative novamente a opção “Soma das forças” e confira sua resposta.

13. O que se pode concluir, sobre a Força resultante e o movimento do objecto, quando colocamos de cada lado uma mesma força?

14. O que é necessário para o carrinho adquirir movimento?

NB: Você acabou de observar um exemplo da primeira Lei de Newton que diz assim: Na ausência de forças, ou quando a resultante das forças que actuam sobre um corpo é nula, um corpo em repouso permanece em repouso.

Roteiro de Actividade 2 (Duração: 12 minutos)

Ambiente 2 - Movimento

1. Coloque um caixote em cima do skate e observe. O que aconteceu? Por quê?

2. Ative as opções “Força, Valores, Massa e Velocidade”. Arraste a criança para cima do skate. Aplique uma força de 10N sobre ela. O que acontece com seu estado de movimento? Observe a velocidade durante certo tempo do percurso.

3. A velocidade se altera, ou seja, aumenta ou diminui durante o movimento do objeto? Sua alteração acontece de forma rápida ou lenta?

4. Clique em “Reiniciar tudo”, ative novamente todas as opções descritas na atividade 1. Arraste a criança e aplique uma força de 200N sobre ela. Observe, tudo que ocorre e descreva.

NB: Você acabou de observar um exemplo da primeira Lei de Newton que diz assim: “Na ausência de forças, um corpo em repouso continua em repouso, e corpo em movimento continua em movimento em linha reta e com velocidade constante”.

5. O skate pára em algum momento durante o tempo em que você observou?

6. Existe alguma diferença no movimento quando altero minha força de 10N para 200N?

Segunda Lei de Newton ou princípio fundamental da Dinâmica

Roteiro de Actividade 3 (Duração: 12 minutos)

Ambiente 4 – Aceleração

1. Marque todas as opções existentes no lado superior direito da tela. Arraste um caixote de 50kg para frente do boneco, aplique uma força de aproximadamente 400N sobre ele e observe a velocidade e anote o valor da aceleração (nenhum atrito).

2. Clique em “Reiniciar tudo” e marque todas as opções existentes no lado superior direito da tela. Arraste o boneco de 80kg e coloque-o sobre o caixote, aplique uma força de aproximadamente 400N sobre ele e observe o que acontece com o marcador de velocidade e anote o valor da aceleração enquanto o boneco empurra (nenhum atrito). Descreva.

3. Clique em “Reiniciar tudo” e marque todas as opções existentes no lado superior direito da tela. Arraste a geladeira de 200kg para frente do boneco, aplique uma força de aproximadamente 400N sobre ele e observe o que acontece com o marcador de velocidade e anote o valor da aceleração enquanto o boneco empurra (nenhum atrito). Descreva.

4. Clique em “Reiniciar tudo” e marque todas as opções existentes no lado superior direito da tela. Arraste a geladeira de 200kg e coloque sobre ela o balde de 100kg, aplique uma força de

aproximadamente 400N sobre ele e observe o que acontece com o marcador de velocidade e anote o valor da aceleração enquanto o boneco empurra (nenhum atrito). Descreva.

5. Ao variar as massas aplicadas houve diferença na aceleração? Por quê?

NB: Quando a massa aumenta a aceleração diminui, quando a massa diminui a aceleração aumenta. Concluindo assim que a aceleração adquirida por um corpo é diretamente proporcional sim à intensidade da resultante das forças que actuam sobre o corpo.

$$F = m \cdot a \qquad a = \frac{F}{m}$$

6. Clique em “Reiniciar tudo”, active todas as opções no canto superior da tela. Empurre a geladeira com uma força de 500N (com atrito). Há velocidade e aceleração no movimento? Por quê?

7. O que precisamos fazer para que haja movimento?

8. Clique em “pause” e retire todo o “Atrito” colocando na opção nenhum. Clique em “play” e observe todo o movimento até que o ponteiro indicador da velocidade fique parado. A partir daí o que acontece com a aceleração?*

9. A força necessária para haver movimento se altera quando deixada em outra opção do Atrito? Justifique.

10. O que você pode concluir sobre a força de atrito?

Terceira Lei de Newton – Princípio da acção e reacção

Roteiro de Actividade 4 (Duração: 12 minutos)

Ambiente 3 – Fricção

1. Arraste um caixote e coloque em frente ao boneco. Aplique uma força de 100N sobre ela. Ela se move? Por que isso acontece?

2. Marque as opções “Soma das Forças” e “Valores”. Qual o valor dado na Força resultante?

3. Clique em pause e altere o Atrito para “Nenhuma” e depois clique em “play”. A caixa se moveu? Por quê?

4. Clique em “pause”. Quais são as forças atuantes no caixote sem o atrito? E quando existe atrito?

5. Clique em “Reiniciar tudo”. Ative as opções “Soma das Forças” e “Valores”, coloque o caixote em frente ao boneco e experimente valores diferentes para a força aplicada até que o caixote se mova. Qual o valor mínimo que preciso colocar na força aplicada para que ocorra o movimento? Por quê?

Aplicado à primeira questão do exercício: em relação as forças, ambas possuem o mesmo valor, a força de ação e reação são sempre aplicados em corpos distintos, no caso o boneco e o bloco. Mostrando através de formulação:

$$F_{boneco} = F_{bloco}$$

Para toda ação (força) sobre um determinado objeto, em resposta a uma interação com outro objeto, irá existir uma reação (força) de mesmo valor e direção, mas de sentido contrário.

6. Qual o valor que preciso encontrar na “Soma das Forças” para que haja deslocamento do objecto?

7. Ao mover a caixa, a seta que indica a força aplicada é do mesmo tamanho da seta que indica a força de atrito? Justifique.

8. Coloque mais um caixote. Utilize a mesma força necessária para mover apenas um caixote, clique em “play” e observe. Moveu?

9. Encontre a força necessária para mover os dois caixotes.

10. Trocando o objeto para um mais pesado, a geladeira, por exemplo, e deixando o Atrito em “Nenhuma” qual será a força necessária para ter movimento? Esta força se altera quando deixada em outra opção do Atrito? Justifique.

11. Clique em “Reiniciar tudo”. Ative todas as opções no lado superior direito da tela, coloque o caixote em frente ao boneco e aplique uma força de aproximadamente de 90N sobre o caixote. Observe o sistema.

12. Clique em “pause” e aplique esta mesma força no sentido oposto, da direita para a esquerda. As forças aplicadas permaneceram nas mesmas posições anteriores? O que você pode concluir sobre a força de atrito?

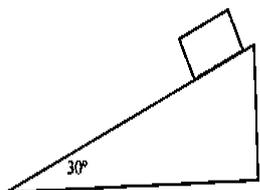
Anexo 4: Aula Prática

CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DOM BOSCO

LEIS DE NEWTON

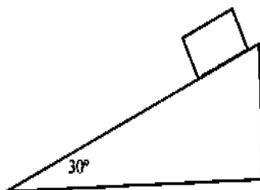
EXERCÍCIOS DE CONSOLIDAÇÃO

1. Sobre um ponto material de massa 10 kg atuam duas forças perpendiculares, de intensidades $F_1 = 3\text{N}$ e $F_2 = 4\text{N}$. Qual é, em unidades do SI, o valor da aceleração adquirida pelo ponto material?
2. Um bloco de 50N, está em repouso sobre um plano inclinado rugoso. Qual é o valor do coeficiente de atrito entre o plano e o corpo? ($g = 10\text{ m/s}^2$)



- A 0,21 B 0,35 C 0,58 D 0,62

3. A figura representa um bloco de 50N, em repouso sobre um plano inclinado. Qual é, em Newton, o valor da reação normal exercida pelo plano sobre o corpo?



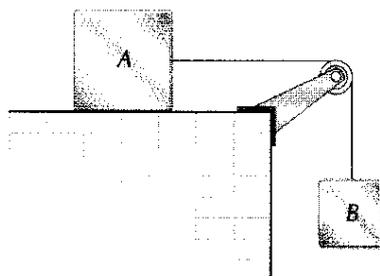
- A 20 B 25 C $20\sqrt{3}$ D $25\sqrt{3}$

4. Qual é em unidades do SI, a força de tensão no fio, necessária para manter a esfera de peso $P = 15\text{N}$ em equilíbrio num plano inclinado de 30° representado na figura?

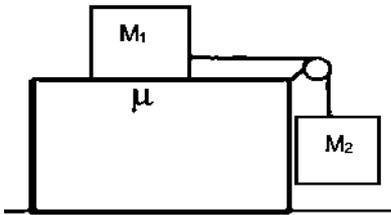


- A 5 B 7,5 C 10 D 12,5

5. Os corpos A e B da figura têm massas respectivamente iguais a $m_A = 6\text{ kg}$ e $m_B = 2\text{ kg}$. O plano de apoio é perfeitamente liso e o fio é inextensível e de peso desprezível. Não há atrito entre o fio e a polia, considerada sem inércia. Adote $g = 10\text{ m/s}^2$. Determine a aceleração do conjunto e a tração do fio.

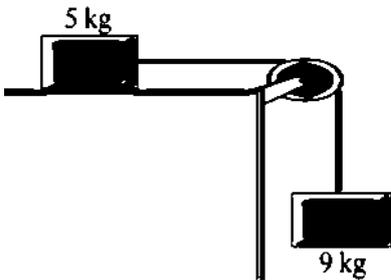


6. Na figura $M_1 = 10\text{kg}$ e $M_2 = 5\text{kg}$. Admitindo que o sistema esteja em equilíbrio estático, qual é o valor do coeficiente de atrito entre a superfície e o bloco? ($g = 10\text{ m/s}^2$)



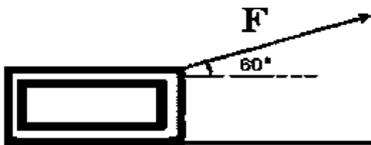
- A 0,18 B 0,27 C 0,50 D 0,6

7. O coeficiente de atrito entre o bloco apoiado e a superfície horizontal é de 0,20. Qual é, em unidades SI, a aceleração do sistema? ($g = 10\text{ m/s}^2$).



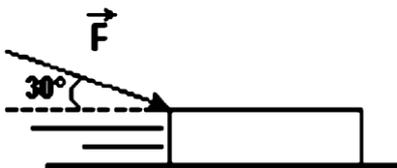
- A $\frac{40}{7}$ B $\frac{5}{7}$ C $\frac{6}{7}$ D $\frac{4}{7}$

8. Um corpo de massa $m = 2\text{kg}$ é puxado por uma força $F = 10\text{N}$ que forma um ângulo de 60° com a horizontal. Desprezando o atrito, qual é, em unidades S.I, a aceleração produzida pela força F ?



- A 5,0 B 2,5 C 1,5 D 0,5

9. Um bloco de peso 12N é empurrado sobre uma superfície horizontal, através da aplicação de uma força F , de módulo 10N conforme indicado na figura. Qual é, em Newtons, o módulo da força normal exercida pela superfície sobre o bloco?



- A 7 B 10 C 12 D 17

Anexo 5: Questionário de pré-teste aplicado nas duas turmas.

CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DOM BOSCO

Nome: _____ N°: _____ Turma: _____

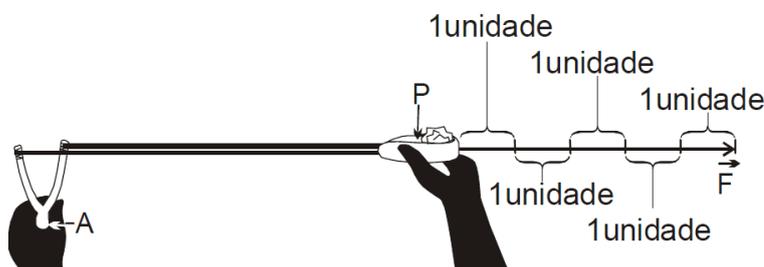
Pré - Teste

11ª Classe / 2024 - II Trimestre

Duração: 45 minutos

Lê atentamente as questões que se seguem e responde de forma clara, evitando rasuras.

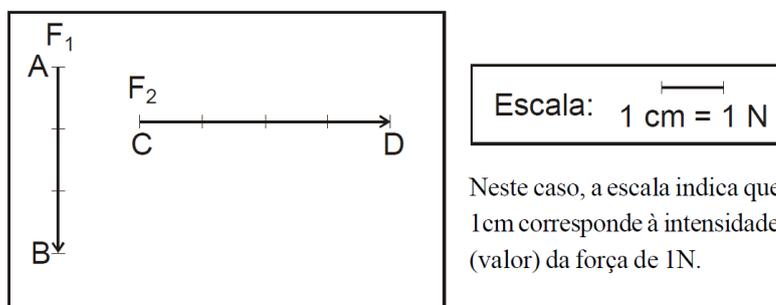
1. As afirmações que se seguem estão relacionadas com os efeitos das forças sobre os corpos. **Assinale com (V) aquelas que acha verdadeiras e com (F) as que acha falsas.** (2.5)
 - a) Uma força não pode mudar o estado de repouso ou de movimento de um corpo. _____
 - b) Uma força pode pôr um corpo em movimento. _____
 - c) Uma força pode causar deformações num corpo. _____
 - d) Uma força não pode parar um corpo. _____
 - e) Uma força pode mudar o estado de repouso ou de movimento de um corpo. _____
2. A figura abaixo representa uma força aplicada ao elástico de uma fisga que por vezes se utiliza para caçar pássaros.



- Assinale com um X todas as afirmações correctas em relação aos elementos de uma força.** (1.0)
- a) O ponto de aplicação da força é o ponto P e não o A. _____
 - b) A direcção da força é vertical e não horizontal. _____
 - c) O sentido da força é da esquerda para a direita. _____
 - d) O módulo da força é de 4 unidades e não 5 unidades. _____
3. Das grandezas físicas abaixo, **indique as grandezas vectoriais e escalares.** (4.5)
 - a) Massa: _____
 - b) Volume: _____
 - c) Velocidade: _____
 - d) Temperatura: _____
 - e) Aceleração: _____

- f) Tempo: _____
 g) Espaço: _____
 h) Força: _____
 i) Comprimento: _____

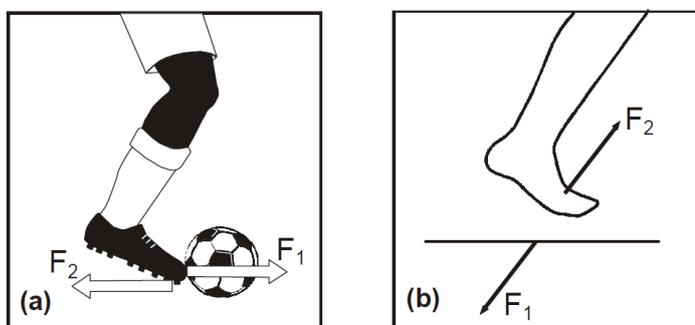
4. Na figura estão representadas duas forças F_1 e F_2 :



Com a ajuda da escala dada, complete as seguintes frases: (2.0)

- a) O ponto de aplicação da força F_1 é **a)** _____, a sua direcção é **b)** _____ e tem uma intensidade (Módulo) de **c)** _____.
- b) O ponto de aplicação da força F_2 é **a)** _____, a sua direcção é **b)** _____, o sentido é para **c)** _____ e tem uma intensidade (Módulo) de **d)** _____

5. Observe atentamente cada um dos casos representados na figura que se segue:



Assinale com um X as afirmações que melhor explicam os fenómenos observados: (1.0)

- a) Na fig. (a), ao chutar uma bola, o pé aplica na bola uma força F_1 e consequentemente a bola reage sobre o pé da pessoa e aplica no pé da pessoa a força F_2 . _____
- b) Na fig. (a), ao chutar uma bola, o pé reage sobre a bola e aplica no pé da pessoa a força F_2 . _____
- c) Quando caminhamos, aplicamos no chão uma força F_1 para trás. Em consequência dessa força, o chão reage e aplica no pé a força F_2 para a frente, o que permite o movimento, fig. (b). _____

d) Na fig. (b), mesmo que o par de forças F_1 e F_2 não actuasse, seria possível caminharmos, ou seja, seria possível o movimento. _____

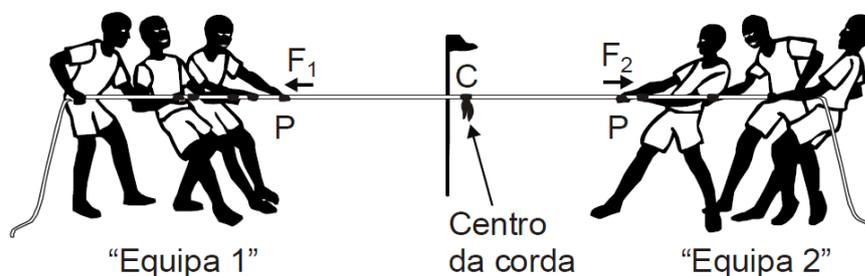
6. Supondo que o pescador 1 aplica uma força F_1 que é igual a 2N ($F_1 = 2N$) e que o pescador 2 aplica uma força F_2 que é igual a 3N ($F_2 = 3N$). **Calcule a força resultante F_R das forças que os dois pescadores aplicam para arrastar o barco.** (2.0)



6.1. Baseando-se na figura, assinale com X a direcção e o sentido da força resultante: (0.5)

- a) Direcção vertical com sentido para a esquerda. _____
- b) Direcção vertical com sentido para a direita. _____
- c) Direcção horizontal com sentido para a esquerda. _____
- d) Direcção horizontal com sentido para a direita. _____

7. Suponhamos que no jogo da figura abaixo a equipa 1 aplica uma força $F_1 = 2N$ e a equipa 2 aplica uma força $F_2 = 3N$. **Calcule a força resultante F_R das forças aplicadas pelas duas equipas.** (2.0)



7.1. Baseando-se na figura, assinale com X a direcção e o sentido da força resultante: (0.5)

- a) Direcção vertical com sentido para a esquerda. _____
- b) Direcção vertical com sentido para a direita. _____
- c) Direcção horizontal com sentido para a esquerda. _____
- d) Direcção horizontal com sentido para a direita. _____

8. Um cavalo arrasta um saco com uma massa de 10 Kg com uma força tal que adquire uma aceleração de 5 m/s^2 . **Qual seria o valor da força que o cavalo aplica ao saco?** (2.0)

9. Sobre um corpo de 8kg actua uma força de 40N. **Calcule a aceleração do corpo.** (2.0)

BOM TRABALHO!

Anexo 6: Questionário de pós-teste aplicado nas duas turmas.

CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DOM BOSCO

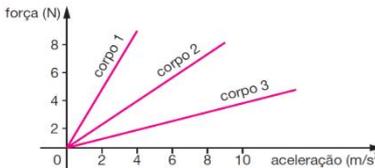
Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____

Pós-Teste

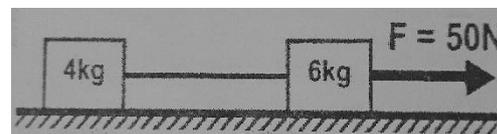
11ª Classe / 2024 - II Trimestre

Duração: 45 minutos

Lê atentamente as questões que se seguem e responde de forma clara, evitando rasuras. O teste contém dez (10) perguntas de múltipla escolha e duas (2) abertas. Para as perguntas 1 – 7 é ponderado 1.0 valor cada e 8-10 é ponderado 2.0 valores cada.

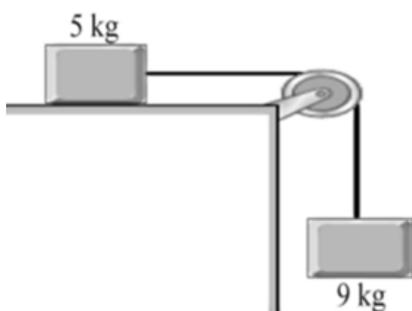
1	<p>Qual das afirmações seguintes é a correcta?</p> <p>A. A primeira lei de Newton é também chamada princípio fundamental da dinâmica. B. A primeira lei de Newton é também chamada princípio da acção e reacção. C. A segunda lei de Newton é também chamada princípio fundamental da dinâmica D. A terceira lei de Newton é também chamada lei da inércia</p>
2	<p>A 1ª lei de Newton afirma que, se a soma de todas as forças actuando sobre um corpo é zero, o mesmo...</p> <p>A. Apresentará velocidade constante. B. Apresentará um movimento circular uniforme. C. Terá um deslocamento igual a zero. D. Terá um movimento uniformemente variado.</p>
3	<p>A força que se opõe ao movimento de um corpo chama-se...</p> <p>A. Força de reacção normal B. Força de atrito C. Força de gravidade D. Força elástica</p>
4	<p>Um corpo mantém-se em repouso ou em movimento rectilíneo uniforme se a resultante das forças que actuam sobre ele for...</p> <p>A. Nula B. Uma função crescente com o tempo C. Constante D. Uma função decrescente com o tempo</p>
5	<p>A lei fundamental da dinâmica diz que a aceleração adquirida por um corpo é...</p> <p>A. Directamente proporcional à força aplicada pelo corpo B. Directamente proporcional à força aplicada sobre o corpo C. Inversamente proporcional à força aplicada pelo corpo D. Inversamente proporcional à força aplicada sobre o corpo</p>
6	<p>Se você empurrar um objecto sobre um plano horizontal polido, sem atrito, no momento em que você solta-o ele...</p> <p>A. Diminui a velocidade até parar B. Continua em movimento mantendo constante a sua velocidade C. Pára após uma repentina diminuição da sua velocidade D. Pára imediatamente</p>
7	<p>A figura mostra a força em função da aceleração para três diferentes corpos 1, 2 e 3. Sobre esses corpos é correto afirmar:</p> <p>A. 1 tem menor massa (inércia) B. 2 tem menor massa (inércia) C. 1 tem maior massa (inércia) D. 3 tem a maior massa (inércia)</p> <div style="text-align: right;">  </div>
8	<p>Um bloco de massa 4 kg é puxado a partir do repouso por uma força constante horizontal de 20N, sobre uma superfície plana horizontal e rugosa, adquirindo uma aceleração constante de 3 m/s². Qual é, em N, o valor da força de atrito devido à rugosidade?</p>

	A. 5	B. 8	C. 12	D. 16
9	Um bloco de 5kg que desliza sobre um plano horizontal está sujeito às $F=15N$, horizontal para a direita e $F_a = 5N$. Qual é, em unidades SI, a aceleração do corpo?			
	A. 2	B. 3	C. 5	D. 10
10	Dois corpos de massas 4kg e 6kg, presos através de um fio inextensível e de massa desprezível, são arrastados por uma força de 50N ao longo de uma superfície livre de atrito como mostra a figura. Qual é, em Newton, a tensão no fio que une os dois blocos?			
	A. 10	B. 20	C. 30	D. 40



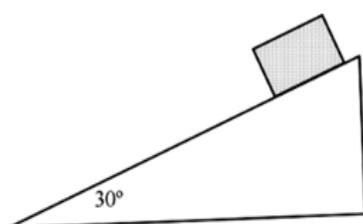
Perguntas Abertas

1. O coeficiente de atrito entre o bloco apoiado e a superfície horizontal é de 0,20. **Qual é, em unidades SI, a aceleração do sistema?** ($g = 10m/s^2$). (3.0)



- 1.1. Se a superfície fosse lisa e sem atrito, o que acontecia com a aceleração? (1.0)

2. A figura representa um bloco de 80kg sobre um plano inclinado que forma um ângulo de 30° com o plano horizontal. **De acordo com os dados da figura, calcule o valor da força que puxa o bloco para baixo no plano inclinado.** (3.0)



BOM TRABALHO!