



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

JOSÉ ROSENDO JÚNIOR

**O USO DE EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS INTERATIVOS NO
ENSINO DE MECÂNICA PARA ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

FORTALEZA

2018

JOSÉ ROSENDO JÚNIOR

**O USO DE EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS INTERATIVOS NO
ENSINO DE MECÂNICA PARA ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Física, da Universidade Federal do
Ceará, como requisito à obtenção do grau de
licenciado em Física

Orientador: Prof. Doutor Alexandre Rocha
Paschoal.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R725u Rosendo Júnior, José.

O uso de experimentos computacionais interativos no ensino de mecânica para alunos do 1º ano do ensino médio / José Rosendo Júnior. – 2018.

31 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Alexandre Rocha Paschoal.

1. Mecânica. 2. Ensino. 3. Cotidiano. 4. Computacional. I. Título.

CDD 530

TERMO DE APROVAÇÃO

JOSÉ ROSENDO JUNIOR

O USO DE EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS INTERATIVOS NO ENSINO DE MECÂNICA PARA ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Física da Universidade de Fortaleza, como requisito à obtenção do grau de licenciado, pela seguinte banca examinadora:

Aprovado em ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Rocha Paschoal (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof.^a Dra. Cinthia Marques Magalhães Paschoal
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof. Dr. Saulo-Davi Soares e Reis
Universidade Federal do Ceará - UFC

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os envolvidos no processo de criação deste Trabalho de Conclusão de Curso:

A Deus, por suas graças e infinita misericórdia.

Aos meus familiares, em especial minha mãe e minhas duas irmãs; vocês são o que de mais magnífico tenho em minha vida.

À minha namorada, por sua paciência, dedicação e bondade, por me ajudar e sempre estar ao meu lado.

Aos meus amigos, por todos os diálogos que contribuíram para este trabalho ser concluído.

Aos meus professores, por tudo o que me ensinaram, por seu amor e dedicação para com os alunos; sempre lembrarei de seus exemplos como professor e como pessoas integras e corretas.

Ao meu orientador, por sua ajuda de forma integral e por sua humildade de se mostrar tão compreensivo e prestativo; todo este trabalho só foi possível graças a suas orientações.

Por fim, à Universidade Federal do Ceará, por seus esforços conjuntos para me formar um excelente profissional.

Eu não teria conseguido fazer esse trabalho sem o apoio e a ajuda de todos vocês. Muito obrigado.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso aborda a mecânica clássica - que é o ramo da física que estuda o comportamento de um sistema, seu movimento, ou estado de repouso, bem como as forças que interagem nesse sistema – o seu ensino dentro das escolas, bem como seu ensino mais prático dentro das salas de aula, em especial nas turmas de 1º ano do ensino médio, e a influência dessas práticas na melhor aprendizagem dos alunos. Através de práticas experimentais computacionais, os discentes têm uma maior compreensão do assunto abordado, relacionando a teoria aprendida em sala de aula com os fenômenos vivenciados no cotidiano. Para isso, foi aplicado um roteiro de prática, no qual os estudantes realizaram medições a partir dos dados fornecidos por meio de uma simulação computacional de ensino de mecânica. Tendo ao final deste mesmo roteiro um questionário acerca do assunto, que foi respondido de forma individual pelos estudantes. Sendo observado, de acordo com as respostas ao questionário, um real aprendizado do assunto abordado, conseguindo os estudantes associar de forma correta, os fenômenos observados na simulação, com fenômenos de seu cotidiano.

Palavras-chave: Mecânica. Ensino. Experimentos. Cotidiano.

ABSTRACT

The present work of course completion for a class of classical mechanics - the branch of physics that studies the behavior of a system, its movement, or resting state, as well as the forces interacting in that system - their teaching within the schools, as well as their more practical teaching within the classrooms, especially in the first year of high school, and the influence of these practices on the better learning of the students. Through experimental computational practices, the students have a greater understanding of the subject addressed, relating the theory learned in the classroom with the phenomena experienced in the daily life. For this, a practical script was applied, in which the students made measurements from the data provided by means of a computational simulation of mechanics teaching. Having at the end of this same script a questionnaire about the subject, which was answered individually by the students. According to the answers to the questionnaire, a real learning of the subject was observed, allowing the students to correctly associate the phenomena observed in the simulation with phenomena of their daily life.

Keywords: Mechanics. Teaching. Experiments. Daily.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Captura de tela do software computacional PHET, indicando que opções deveriam ser marcadas pelos estudantes antes de iniciar a prática20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela utilizada no roteiro para a aplicação de 50 N21

Tabela 2: Tabela utilizada no roteiro para a aplicação de 100 N21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 O QUE É MECÂNICA?	13
3.1 MECÂNICA E O ENSINO MÉDIO	15
3.2 O RECONHECIMENTO DA MECÂNICA NO COTIDIANO	16
4 A IMPORTÂNCIA DE ATIVIDADES PRÁTICAS NO ENSINO DE FÍSICA	17
4.1 USO DE APLICATIVOS E SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA	18
5 APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL A ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NO ENSINO DE MECÂNICA	21
5.1 LOCAL DE APLICAÇÃO	21
5.2 METODOLOGIA DA SIMULAÇÃO	21
5.3 APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	22
5.4 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS A PARTIR DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES AO QUESTIONÁRIO PROPOSTO NO ROTEIRO	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE	30

1 INTRODUÇÃO

Todos nós vivemos em um planeta que é regido por leis físicas, porém são poucas as pessoas que conhecem estas leis, ou quando as ouvem falar, não sabem associá-las com os fenômenos que presenciam diariamente, como ocorre com os estudantes do primeiro ano do ensino médio. Estes estudantes muitas vezes estudam leis e equações matemáticas na disciplina de Física em suas escolas, mas não são capazes de unir o conhecimento teórico com o conhecimento prático do mundo que os cerca. Este fato é notório quando falamos da Mecânica, que estuda o movimento dos corpos e suas causas. A Mecânica é abordada no ensino de Física de todas as escolas estaduais do nosso país e contém assuntos facilmente observados no dia-a-dia desses estudantes. No entanto, tais estudantes muitas vezes não demonstram adequada compreensão na relação entre a teoria vista em sala de aula e os fenômenos cotidianos.

De acordo com David Ausubel, especialista em Psicologia Educacional, o que o estudante traz de conhecimento prévio é essencial na sua aprendizagem significativa. O conhecimento de mundo que o estudante possui é importante para o que vai aprender em sala de aula. Sendo assim se faz de grande importância na aprendizagem de Mecânica, por parte do aluno, associar a teoria aprendida em sala com os fenômenos que o cercam no seu dia-a-dia.

Uma maneira de facilitar o entendimento dos estudantes em assuntos como este, da Mecânica, é tornando a abordagem mais interativa e atraente. Isso é facilmente alcançado através da demonstração prática do assunto, como o uso de aulas experimentais em laboratórios ou aulas que proporcionem ao estudante a possibilidade de, através de uma prática, observar o funcionamento dos conceitos teóricos até então estudados apenas na teoria.

Um problema comum quando falamos de aulas experimentais no ensino da Mecânica é a falta de laboratórios capacitados para tais aulas nas escolas públicas do Ensino Médio. Isso é facilmente resolvido quando utilizamos, para estas práticas, materiais tecnológicos que possibilitam a interação entre os assuntos e os estudantes.

A mecânica é um dos assuntos de mais fácil demonstração prática existente no ensino da Física. Uma maneira de substituir o uso de laboratórios qualificados, com materiais experimentais, é através do uso de experimentos computacionais. Estes podem

ser aplicados em laboratórios de informática, que estão presentes em boa parte das escolas hoje em dia, ou até mesmo aplicativos e jogos de celulares que têm como característica a interação e aprendizagem desses alunos.

Os estudantes estão cada vez mais próximos e familiarizados com a tecnologia, muitas vezes até mais que os professores, e usar isso a favor do ensino de Física é uma maneira mais interativa e eficaz de obter êxito no aprendizado dos alunos. Almeida (2000, p. 108) ressalta que:

Os alunos, por crescerem em uma sociedade permeada de recursos tecnológicos, são hábeis manipuladores da tecnologia e a dominam com maior rapidez e desenvoltura que seus professores. Mesmo os alunos pertencentes a camadas menos favorecidas têm contato com recursos tecnológicos na rua, na televisão, etc., e sua percepção sobre tais recursos é diferente da percepção de uma pessoa que cresceu numa época em que o convívio com a tecnologia era muito restrito. (ALMEIDA, 2000, p. 108)

Este trabalho tem como objetivo discorrer a respeito do ensino da mecânica em sala de aula como um ensino mais prático, buscando uma maior compreensão dos estudantes a respeito dos assuntos que lhes são apresentados.

Busca-se isso por meio da aplicação de uma aula prática computacional no ensino da Mecânica, direcionada através de um roteiro de prática com o intuito de possibilitar aos estudantes uma maior compreensão dos assuntos estudados em sala de aula. Tal abordagem permitirá, através da união entre o teórico e o prático, uma maior compreensão científica do funcionamento físico dos fenômenos presenciados e vivenciados pelos estudantes em seus cotidianos.

Estando o presente trabalho organizado em seis capítulos, de acordo com a descrição a seguir. No capítulo 2 estão os objetivos deste trabalho, em seguida no capítulo 3 é apresentado a mecânica, bem como o seu estudo em sala de aula, assim como a sua correlação com fenômenos comuns do dia a dia. Posteriormente no capítulo 4 discutimos a importância do uso de experimentos computacionais no ensino da Física. Já no capítulo 5 temos a descrição da aplicação de um experimento no ensino da mecânica a alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Por fim, serão apresentadas as considerações finais e referências bibliográficas do trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar a importância da aplicação de experimentos computacionais interativos no ensino da mecânica, para uma melhor aprendizagem do aluno.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Aprender o que é Mecânica.
- 2) Unir o conteúdo teórico ao prático, através de experimentos virtuais.
- 3) Saber identificar os conceitos físicos sobre a Mecânica no cotidiano.

3 O QUE É MECÂNICA?

A Física é uma ciência ramificada em diversas áreas de estudos, como a mecânica ou ainda a eletricidade e magnetismo. Muitas vezes, essas áreas de estudos se interligam, por exemplo, na ótica, que não é um ramo isolado e pode ser estudada tendo como base os princípios do eletromagnetismo. A Mecânica, ramo da Física que estuda o movimento dos corpos, compõe uma das áreas de estudos mais fundamentais da Física e serve como base para diversas outras áreas. Ela é dividida em três partes:

- a) A primeira é a *cinemática* que estuda o movimento dos corpos no decorrer do tempo, sem necessariamente se preocupar com o que produz ou causa esse movimento. É constituída basicamente pelo movimento retilíneo uniforme (MRU), o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) e o movimento circular.
- b) A segunda é denominada de *dinâmica* e é a parte que estuda os movimentos dos corpos, partindo das causas desses movimentos ou os fenômenos que os impulsionam. A base para o seu estudo está nas três leis de Newton, que são a lei da inércia, a lei da força resultante e a lei da ação e reação.
- c) Por último, o terceiro ponto que a mecânica estuda é a estática, área de estudo relacionada a posição de equilíbrio dos corpos ou de um sistema sobre a ação de diversas forças.

Sempre que aplicarmos força sobre um corpo ou usarmos as forças que agem em nosso meio sobre a matéria, estaremos fazendo uso das leis da mecânica, mesmo que intuitivamente. Algumas civilizações antigas, por exemplo, não tinham conhecimento de nenhuma lei física da mecânica, como posteriormente foram formuladas por Newton, mas, mesmo assim, foram capazes de grandes feitos que envolvem a mecânica, como a construção das pirâmides a partir de blocos imensos colocados um acima do outro. Embora as leis que governam a Mecânica estejam sempre ao nosso redor, mesmo que não percebamos, não se sabe ao certo quando começaram os pensamentos mais sistemáticos a respeito das explicações desses fenômenos. Algumas das primeiras evidências de um pensamento que buscou explicar estes fenômenos através da razão vieram da Grécia antiga, de Aristóteles, que investigou como as alavancas podem deslocar grandes pesos

mesmo sendo aplicadas pequenas forças, sua resposta a isso, como descreve Rooney (2013, p. 75) foi:

Impulsionada pela mesma força, a parte do raio de um círculo que está mais distante do centro move-se mais rapidamente que o raio menor que está próximo do centro. (ROONEY, 2013, p. 75)

Logo em seguida, temos diversos registros de pensamentos que buscavam explicar de forma racional os fenômenos comuns do dia-a-dia. Com o passar do tempo, esses pensamentos foram ficando cada vez mais aperfeiçoados até se tornarem o que conhecemos hoje, um conjunto de leis que descreve os fenômenos naturais ligados ao movimento dos corpos.

Vale ressaltar um fato importante na construção desse pensamento racional a respeito dos fenômenos da natureza, a associação de que as leis que definem o movimento dos corpos aqui na terra são as mesmas que definem os movimentos dos corpos no espaço, os chamados corpos celestes. Essa associação ganhou força a partir de descobertas feitas por cientistas e astrônomos, como Copérnico, Kepler, Galileu, Newton, entre outros. Sendo Newton um cientista muito importante na área da mecânica, pois ele, além de descrever através de uma lei a força que regia o movimento dos astros e que as massas de diferentes corpos interagem entre si através desta mesma força, chamada de força gravitacional, ele também foi o criador das três leis que regem a dinâmica: a lei da inércia, a lei da força resultante e a lei da ação e reação. Como Feynman (2008) mesmo retrata:

A descoberta da lei da dinâmica, ou lei de movimento, foi um momento dramático na história da ciência. Antes do tempo de Newton, o movimento das coisas como os planetas era um mistério, mas depois de Newton existiu um entendimento completo (FEYNMAN, 2008)

3.1 MECÂNICA E O ENSINO MÉDIO

Entende-se como a primeira série do ensino médio o momento de aproximação do estudante com o conhecimento da Física mais concretamente. Então, faz-se necessária uma abordagem de conteúdo a ser ensinado mais comum e não longe dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito da natureza. Essa percepção de ensino visa aproximar conceitos físicos a práticas vivenciadas, conforme Tanaka (2009, p. 5-6) afirma:

É importante que o processo pedagógico inicie através do conhecimento prévio dos estudantes, suas concepções espontâneas, aquilo que ele conhece do seu dia-a-dia, da sua interação com os diversos objetos presentes no seu espaço de convivência e as traz para a escola, iniciando assim, o seu processo de aprendizagem. (TANAKA, 2009, p. 5-6)

Desta forma, o estudo da mecânica para os alunos do Ensino Médio se dá no primeiro ano, onde percebem que para estudar os movimentos se faz necessário identificar, classificar e aprender formas de descrever os movimentos comuns no cotidiano, como uma bola sendo chutada ou um carro percorrendo uma rua. Mas, também, requer a associação desses movimentos com as causas que lhes dão origem, as interações entre os corpos que, muitas vezes, originam tais movimentos. Então, é comum fazer uso de exemplos do nosso cotidiano, o que é bom, pois aproxima o estudo teórico da sala de aula para o cotidiano do estudante, fazendo-o perceber que a Física está presente em sua vida a cada instante. Por isso, se faz necessário começar o estudo da Física a partir da Mecânica, como diz Muniz e Silveira (2009, p. 30):

Iniciar o estudo da Física pela investigação do movimento é um bom começo, pois ele está presente em todos os fenômenos da natureza, desde a frenética agitação das moléculas de um gás até o incessante recuo das distantes galáxias de nosso universo em expansão. (MUNIZ e SILVEIRA, 2009, p. 30)

3.2 O RECONHECIMENTO DA MECÂNICA NO COTIDIANO

A Física sempre esteve presente ao nosso redor, só nos demorou reconhecê-la e organizá-la de forma sistemática e científica. Com a Mecânica não é diferente, pois diversos conceitos estudados na mecânica em sala de aula pelos estudantes se fazem presente ao nosso redor constantemente. Conforme diz Nussenzweig (2013, p. 16):

A experiência tem demonstrado que o trabalho de pesquisa básica, motivado exclusivamente pela curiosidade, leva com frequência a aplicações inesperadas de grande importância prática. (NUSSENZWEIG, 2013, p. 16)

Muitas vezes o estudante estuda tais conceitos, mas não consegue associá-los com os fenômenos naturais que lhes cercam. Reconhecem os movimentos, veem as forças da natureza em ação, mas não conseguem associá-los às teorias aprendidas em sala de aula, fazendo, assim, do estudo da Física um estudo abstrato e indiferente à sua vida. Segundo Valadares (1998, p. 121-135):

O ensino de ciências praticado no Brasil, na grande maioria das escolas de nível médio e fundamental e, em grande extensão, também nas universidades, tem se mostrado pouco eficaz. Com isso, percebe-se que pode estar contribuindo para o estudante se afastar da disciplina de Física é por considerá-la desinteressante e difícil de ser entendida, o que é diretamente relacionado com a maneira de ensinar. (VALADARES, 1998, p. 121-135)

Porém, isso pode ser mudado se aplicarmos ao ensino da Física, demonstrações ou práticas experimentais que exemplifiquem o funcionamento desses conceitos em nosso cotidiano; experimentos simples onde os estudantes possam ver de forma clara o funcionamento das leis e conceitos que estudam na Mecânica. A importância de tais atividades experimentais é benéfica no aprendizado.

4 A IMPORTÂNCIA DE ATIVIDADES PRÁTICAS NO ENSINO DE FÍSICA

A Física tem sido apresentada muitas vezes ao estudante como algo teórico e longe de sua realidade. Esse problema é descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN) (1999, p. 84) ao dizer:

O ensino de Física tem-se realizado, freqüentemente, mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. (PCN, 1999, p. 84)

O ensino de Física necessita unir o conceito à prática, mas, muitas vezes, em diversas escolas públicas do nosso país, isso não acontece por vários motivos, dentre eles estão os laboratórios mal estruturados, a falta de matérias experimentais e, até mesmo, a falta de tempo do professor para preparar uma aula nesse modelo. Mas, um erro comum é confundir atividade prática com a necessidade de laboratórios ou equipamentos para tal coisa, quando se pode usar materiais tecnológicos para tais procedimentos. Essa confusão se dá muitas vezes porque as pessoas não compreendem a Física como uma ciência comum em nosso cotidiano, em especial o ramo da Mecânica.

Essas aulas práticas são muito importantes para o aprendizado e interação dos estudantes. Como nos diz Marques (1998, p. 40):

Salienta que os aprendizados enriquecem a teoria e a prática, e as realimentam, ambas, uma da outra, fazendo com que a prática não seja apenas descrita e narrada, mas compreendida e explicada. A aprendizagem aconteceu nos contextos de interação, pelo desenvolvimento das competências de relacionar mediante uma reestruturação mais compreensiva e aberta às complexidades das articulações entre as ideias, os dados, as percepções e os conceitos. (MARQUES, 1998, p. 40)

Porém, o professor deve ter o cuidado para que essas práticas não se tornem uma atividade programada de caráter operacional e mecânico, como uma receita a ser realizada, mas devem ser dotadas de atributos que levem o estudante a pensar, a questionar e a aprender a partir das descobertas feitas. Conforme descreve Maldaner (2003):

A idéia de que a experimentação, quando não se compreende a sua função no desenvolvimento científico, acaba tornando-se um item do programa de ensino e não princípio orientador da aprendizagem. Para tanto, é possível perceber a relevância atribuída às atividades experimentais e, ao serem realizadas, com determinado rigor científico, as mesmas possam contribuir para com o processo ensino-aprendizagem. (MALDANER, 2003)

4.1 USO DE APLICATIVOS E SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Com o grande aumento de tecnologias computacionais e a crescente utilização dessas tecnologias por parte dos estudantes de hoje, torna-se difícil separarmos essa tecnologia do convívio do aluno. Essas tecnologias muitas vezes se tornam benéficas no ensino da Física se utilizadas de forma correta e com os seus devidos fins. Um exemplo disso é o crescente número de aplicativos e simuladores que são criados para ensinar um conceito específico ou uma teoria completa da Física.

O conhecimento está cada vez mais difundido e facilmente acessível graças ao crescente compartilhamento de informações no meio virtual, então, de certa forma, o conhecimento está mais fácil de ser adquirido. Segundo relata Lévy (1998, p. 179):

(...)o saber não é mais uma pirâmide estática, ele incha e viaja em uma vasta rede móvel de laboratórios, de centros de pesquisa, de bibliotecas, de bancos de dados, de homens, de procedimentos técnicos, de mídias, de dispositivos de gravação e de medida, rede que se estende continuamente no mesmo movimento entre humanos e não-humanos, associando moléculas e grupos sociais, elétrons e instituições. (LÉVY, 1998, p. 179)

A tecnologia utilizada em sala de aula tem como papel dar suporte ao ensino. Esse novo modelo pedagógico tem transformado o ensino e a forma como lidamos com ele, facilitando a aprendizagem dos alunos. Isso se dá devido ao seu caráter interativo e de fácil acesso.

Porém deve-se lembrar que quando falamos da inserção de tecnologias no ensino se faz mais que necessária a figura do professor como orientador e mediador do conhecimento, como ressalta Tedesco (2004):

Entre outros mediadores, temos as novas tecnologias digitais que se apresentam como uma ferramenta que tem formas especiais de permitir a observação, simbolizar e atuar sobre o mundo, podendo permitir níveis de apresentação simbólica ainda não oferecida por outros instrumentos no concernente a habilidade de simular problemas e circunstâncias (realidade virtual na educação – interação com outros recursos como a robótica). Sendo assim, as novas tecnologias digitais como ferramenta podem ser utilizadas como recurso que vai facilitar o processo ensino-aprendizagem, contudo, continua necessitando da presença do professor. (TEDESCO, 2004)

Essas ferramentas tecnológicas devem, também, estar interligadas a um plano pedagógico bem estruturado, de modo a contribuir no aprendizado dos estudantes e facilitar sua compreensão concreta de conceitos da Física.

As novas tecnologias beneficiam bastante o ensino da Física, isso se dá devido aos seus diversificados modos de utilização. Podendo ser através de simulações computacionais, vídeos demonstrativos, acesso a internet ou até mesmo a construção de experimentos. Se mostrando uma ferramenta benéfica, facilitando o ensino de uma disciplina, que por muitas vezes, mostra-se desinteressante para os alunos, como nos diz Silva (2011, p.1508):

O ensino de física é uma das áreas de estudo que mais pode se beneficiar com o uso destas novas tecnologias computacionais, pois a física ao abordar temas tão amplos do nosso cotidiano e que por vezes tenta explicar situações que não podem ser demonstradas facilmente, leva os alunos a terem a sensação de que são incapazes de aprendê-la. (SILVA, 2011, p. 1508)

Muitas vezes os estudantes enxergam a Física como algo distante e abstrato. Isso é gerado devido a falta da praticidade de tal assunto. Porém nem todos os estudantes tem acesso a laboratórios experimentais, onde possam realizar tais observações e práticas. Uma maneira simples e eficaz de vencer tal problemática é a utilização de simuladores

computacionais no ensino da Física. Tais simuladores possibilitam ao estudante interagir com os fenômenos físicos e assim compreender suas aplicações no cotidiano. Se mostrando uma excelente ferramenta na aprendizagem prática da Física Teórica. Como descreve Jonassen (1996, p.70-88):

Os simuladores são meios ambientes de aprendizagem exploratória que apresentam a simulação de algum fenômeno real que os alunos podem manipular explorar e experimentar. (JONASSEN, 1996, p. 70-88)

Diante de tudo o que foi falado até o momento, vimos a importância da utilização de aulas práticas no ensino de física, e como meios tecnológicos podem facilitar tais práticas, como por exemplo o uso de simuladores computacionais. Além de dispor de atributos atrativos, as tecnologias trazem facilidade de acesso a informações, por parte dos estudantes, criando um ambiente de aprendizagem prazeroso e eficaz.

A seguir veremos a aplicação de uma aula com a utilização de simulações computacionais no ensino de mecânica para os alunos do 1º ano do ensino médio. A fim de favorecer a compreensão real, dos estudantes, para os fenômenos físicos presentes em seu cotidiano.

5 APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL A ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NO ENSINO DE MECÂNICA

5.1 LOCAL DE APLICAÇÃO

A simulação foi aplicado a 9 alunos do primeiro ano do Ensino Médio da escola em tempo integral Maria Thomásia, localizada na rua Polônia, número 369, bairro da Maraponga.

A escolha dos alunos para participar da aula computacional foi feita de forma voluntária, partindo do interesse dos mesmos, sendo necessário apenas escolher um número de 09 alunos devido à quantidade de computadores disponíveis para a prática. Os experimentos computacionais ocorreram no laboratório de informática da escola, utilizando os computadores ali disponíveis. As práticas computacionais aqui desenvolvidas foram realizados durante o segundo semestre deste ano de 2018, após confirmação com o professor responsável pela turma de que os assuntos de cinemática e dinâmica de partículas já haviam sido abordados em sala de aula.

O intuito da aplicação do experimento não foi a melhoria das notas dos alunos, mas a oportunidade de vivenciar uma aula computacional de Física, algo que até então nunca haviam vivenciado em seu ano letivo de 2018, e desenvolver nesses estudantes um maior interesse no estudo da Física, através das simulações observadas no computador. Isso contribui para um maior estímulo em seus estudos e, por consequência, uma possível melhoria nas suas notas.

O objetivo desta aula simulação era verificar o movimento dos corpos diante da aplicação de uma força e determinar a aceleração destes corpos com o simulador. E, para ser possível esta prática, só lhes era necessário como material, um computador com acesso à internet e um cronômetro digital.

5.2 METODOLOGIA DA SIMULAÇÃO

Os estudantes foram convidados a participar de uma aula de 100 min, que ocorreu no turno da tarde no laboratório de informática, no horário de 13:10 às 14:50 horas do dia

19 de novembro de 2018. Essa aula teve, ao seu início, uma explicação por parte do professor sobre a importância de uma aula prática de Física para um maior entendimento e compreensão dos assuntos abordados conceitualmente nas aulas que tiveram anteriormente, e lhes foram descritos alguns fenômenos físicos do cotidiano que, muitas vezes, não são diretamente relacionados com as teorias desenvolvidas em sala de aula.

Em seguida, foi dado a cada estudante o roteiro da prática, que consta no apêndice, e eles foram direcionados cada um a seu computador, e com o cronômetro, que foi utilizado o de seus próprios celulares, de modo a realizar a prática de forma individual, dando início à simulação nos computadores. O professor permaneceu na sala toda a aula para tirar dúvidas e ajudar os estudantes, caso fosse necessário.

A prática foi feita em um site online chamado *PHET interactive simulations*. Onde, através da exploração e simulação de eventos, os estudantes podem aprender e fazer o estudo dos fenômenos físicos.

Para esta prática do estudo do movimento dos corpos, foi usado a simulação do PHET, cujo nome é: Forças e movimento - Noções básicas/Movimento,

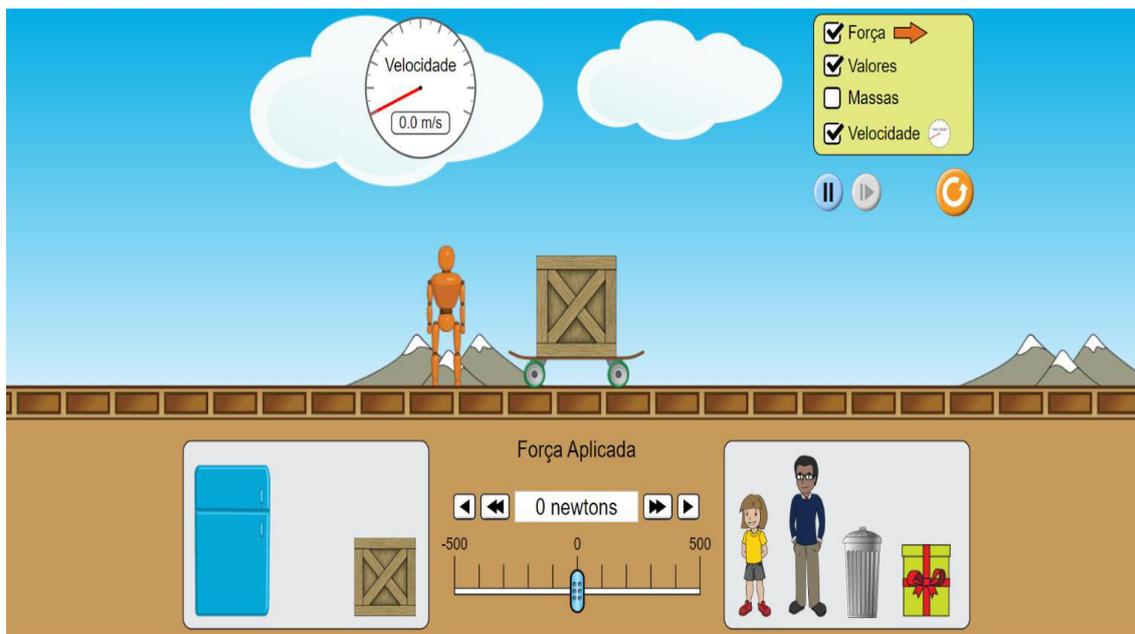
5.3 APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

A simulação utilizada consiste em um skate que é empurrado por um boneco podendo escolher quais corpos colocar em cima do skate, podendo ser caixas de madeira, geladeiras e até pessoas, dentre outras opções. Pode-se decidir também o valor do módulo da força com que esse boneco empurra este skate com os corpos em cima dele. No simulador, é possível escolher os dados se deseja controlar, como a variação da velocidade, a massa que os corpos possuem e a direção e o módulo da força aplicada pelo boneco.

A prática computacional consistia de dois experimentos em que os estudantes deveriam preencher duas tabelas e determinar um cálculo de massa de acordo com um procedimento dado no roteiro. Inicialmente, os estudantes deveriam marcar no simulador, com o mouse, as opções forças, valores e velocidade, todas presentes do lado direito da tela do computador. Marcando a opção forças, é mostrado na tela do computador a direção em que a força é aplicada, já marcando a opção valores, temos o valor do módulo com que essa força é aplicada e a variação da velocidade no velocímetro digital, e a opção

velocidade nos mostra o velocímetro que calcula a variação da velocidade ao ser aplicado uma força sobre o objeto. Dessa forma, os valores destas opções eram editáveis pelos estudantes no momento da simulação, como mostrado na Figura 1.

Figura 1: Captura de tela do software computacional PHET, indicando que opções deveriam ser marcadas pelos estudantes antes de iniciar a prática.



Fonte: Captura de tela do realizada pelo autor.

Em seguida, com uma caixa de madeira em cima do skate, os estudantes deveriam cronometrar o tempo necessário para o skate ir de uma velocidade até outra, para diversas variações de velocidades, com uma aplicação de 50 N de força, por parte do boneco, sobre a caixa de madeira que está em cima do skate. Por exemplo, a variação do tempo necessário para o skate e o bloco variarem sua velocidade de 0 m/s até 10 m/s ao serem empurrados por uma força de módulo de 50 N. Após essa medição, eles preenchem a Tabela 1, presente no roteiro que lhes foi dado no início da aula, de modo a calcular a aceleração que o corpo adquiriria ao ser empurrado por uma força de 50 N. A aceleração calculada é dada através da razão entre a variação da velocidade e do tempo necessário para esta variação, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Tabela utilizada no roteiro para a aplicação de 50 N

Δv	Δt	$a = \Delta v / \Delta t$
0m/s à 10m/s		
0m/s à 20m/s		
0m/s à 30m/s		
0m/s à 40m/s		

Fonte: Autor (2018)

Logo em seguida, os estudantes repetiam o mesmo procedimento, só que agora utilizando a aplicação de 100 N de força do boneco sobre o skate, com a caixa de madeira em cima deste. Ao final, os alunos preenchem a Tabela 2 e calculavam a aceleração deste corpo baseado também na razão entre a variação da velocidade e do tempo observados.

Tabela : Tabela utilizada no roteiro para a aplicação de 1000 N

Δv	Δt	$a = \Delta v / \Delta t$
0m/s à 10m/s		
0m/s à 20m/s		
0m/s à 30m/s		
0m/s à 40m/s		

Fonte: Autor (2018)

Em um terceiro momento desta prática, foi feita a verificação da massa da caixa de madeira usada no simulador através da segunda Lei de Newton, que calcula a massa de um corpo como sendo igual à força aplicada sobre este corpo dividido pela aceleração que este corpo adquire com a aplicação da força. Apesar do assunto de dinâmica já ter sido estudado pelos alunos em sala de aula, o roteiro da prática fornecia tal fórmula, caso eles não se lembrassem. Feito o cálculo da massa deste corpo, eles deveriam determinar se o cálculo desta massa dependia da força aplicada sobre ela a partir da seguinte orientação contida no roteiro: Com os valores das duas tabelas calcule a massa da caixa

e determine se essa massa varia de acordo com a mudança do módulo das forças aplicadas. (Use a fórmula da força resultante $F = m \cdot a$)

Ao final da aula, já tendo feito todos os procedimentos e medições necessárias, estava presente um questionário que os estudantes responderam baseados no conhecimento obtido com a simulação. Esse questionário tinha como objetivo uma verificação da aprendizagem dos alunos e sua percepção da Física presente em seu cotidiano. O intuito do questionário era buscar respostas de caráter qualitativo, verificando o real entendimento do assunto por parte dos estudantes através de suas respostas. Todas as questões, exceto uma que estava presente na forma de V ou F, eram questões abertas e se fazia necessário algum tipo de cálculo ou explicação conceitual e prática por parte dos alunos.

5.4 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS A PARTIR DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES AO QUESTIONÁRIO PROPOSTO NO ROTEIRO.

Os estudantes responderam o questionário presente no roteiro da simulação de forma individual, as questões eram abertas, necessitando cálculos e explicações, exceto uma que era de caráter classificatório do tipo verdadeiro ou falso. Todos os estudantes demonstraram tranquilidade na resolução do questionário, não necessitando de ajuda ou de orientação do professor, demonstrando, assim, autonomia e bom aprendizado. A seguir, será realizada uma discussão sobre cada pergunta do questionário e sobre os desempenhos dos alunos em suas respostas.

A primeira questão era a seguinte: Qual relação você consegue observar da aceleração dos corpos e a força aplicada? Para essa questão, surgiram respostas de sentido comum, por exemplo: “Quando o valor da força resultante dobra a aceleração também dobra”, ou “Quando duplica a força, a aceleração duplica também”. Surgiram também respostas simples como esta: “A aceleração é proporcional a força”. Todas as respostas demonstraram estarem certas.

Já na segunda questão lhes era pedido: Usando esse simulador calcule a massa da geladeira da menina e do homem que estão no programa de simulação. Para responder esta pergunta, eles tiveram que realizar novos experimentos. Neste momento, os estudantes não questionaram de que forma iriam calcular essas massas, já sabiam que

deveriam utilizar a segunda lei de Newton, que demonstra a correlação entre força, massa e aceleração. Esse dado não estava presente no enunciado da segunda questão, só lhes foi fornecido tal dado mais adiante, na quarta parte do procedimento do roteiro. Quando questionados sobre como sabiam qual fórmula usar, disseram que usaram o mesmo raciocínio empregado no procedimento para calcular a massa da caixa de madeira durante a realização da prática (procedimento 4, seção 5.3). Partindo desse conhecimento, os alunos colocaram cada um dos corpos no skate e, aplicando um certo módulo de força, eles calcularam a variação do tempo e da velocidade, e, a partir dessas duas grandezas, calcularam a aceleração que aquele corpo adquiriria quando aplicada uma determinada força sobre ele. Tendo essas duas variáveis, força e aceleração, eles tinham o necessário para calcular a massa dos corpos. Todas as massas foram calculadas com boa aproximação, sendo a massa da geladeira calculada, variando de 200 a 204 kg, nas respostas dos estudantes, tendo uma variação percentual de no máximo 2% do valor real que é de 200 kg. Já para a menina, cuja massa prevista tinha o valor de 40 kg, as respostas dos estudantes variaram entre 40 a 45,45 kg, sendo a variação percentual de no máximo 13,63%. Por último, a massa do homem, que tem como valor previsto de 80 kg, os cálculos dos estudantes variaram entre 80 e 83,3 kg, com uma variação percentual máxima de 4,13%. Essa variação entre as respostas se dá devido a imprecisão na medição do tempo de variação da velocidade que é feito no cronômetro do celular dos estudantes. Os estudantes se questionaram sobre as variações nos cálculos e argumentaram com o professor aplicador da prática, no que lhes foi explicado que isso é comum nos cálculos experimentais, devido à imprecisão nas medições. Esse é um fato muito importante levantado pelos estudantes abordando erros experimentais.

Na terceira questão os estudantes deveriam responder verdadeiro ou falso aos itens descritos, sendo colocada a questão da seguinte forma: Responda verdadeiro ou falso. No primeiro item, havia a seguinte colocação: Quanto maior a massa do corpo, menor o tempo necessário para ir de 0 m/s a 40 m/s. Todos, exceto um estudante, responderam a esse item como sendo falso, totalizando aproximadamente 88,9% de respostas corretas. Já no segundo item, havia a seguinte frase: Uma força de 50 N sobre um corpo de 50 kg gera a mesma aceleração que uma força de 100 N, sendo aplicada sobre um corpo de 100 kg. Neste item todos os estudantes descreveram como sendo um item verdadeiro, totalizando 100% de acerto por parte dos estudantes. Já no terceiro item é descrito: Ao aplicarmos uma força de 50 N sobre um corpo de 50 kg, no instante em que pararmos de aplicar essa força, esse corpo para seu movimento instantaneamente. Para este último

item todos os estudantes descreveram como sendo uma situação falsa, repetindo os 100% de alunos que acertaram ao item.

Na quarta e última questão os estudantes eram levados a descrever em que poderiam associar as simulações vistas no computador com os movimentos que ocorrem no dia-a-dia deles. A quarta questão era a seguinte: Descreva em que você poderia associar essas simulações de computador com os movimentos que ocorrem no seu dia-a-dia. Nesta parte, as respostas foram diversas, mas todas demonstravam o entendimento e compreensão daqueles fenômenos com seu cotidiano. Surgiram respostas como: “Máquinas usadas para transportar mercadorias em mercados, aeroportos e lojas. Velocímetro e veículos.” Ou, até mesmo: “Ao trocar os móveis de lugar, ao arrastar uma cadeira para sentar-me, e quando estamos dentro de um ônibus, o automóvel pode parar, mas nosso corpo permanece em movimento.”. Entre outros exemplos de seus cotidianos, em que eles viram fenômenos semelhantes com os observados nas simulações.

Analisando essas respostas, podemos concluir que quase todos os estudantes responderam de forma correta ao questionário e conseguiram reconhecer movimentos semelhantes aos do simulador no seu cotidiano. Os estudantes compreenderam a descrição física desses movimentos e suas características, demonstrando, assim, uma aproximação na percepção da física em seus cotidianos. Então, há uma demonstração da eficácia no uso de simulações computacional, como este experimento computacional, no ensino de Física para os estudantes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou a importância do emprego de aulas práticas computacionais no ensino de Mecânica para estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. As atividades aqui descritas evidenciam que os estudantes podem ter contato com simulações computacionais na aprendizagem de Física, porém eficientes, a custo praticamente nulo.

Além disso, possibilitou um estudo a respeito do uso de práticas computacionais no ensino de Mecânica, e o quanto são benéficas na aprendizagem dos estudantes por demonstrar conceitos e possibilitar aos alunos a observação prática dos fenômenos estudados. Correlacionando tais observações com eventos de seu cotidiano, os estudantes são impulsionados a perceber que a Física está presente de forma clara em suas vidas.

As perguntas do questionário pós-experimento foram elaboradas com a finalidade de verificação da aprendizagem obtida com a simulação. Uma vez que as respostas ao questionário proposto ao final do roteiro foram corretas, isso demonstra um bom entendimento do assunto apresentado. Logo, os alunos de fato conseguiram aprender os conceitos da Mecânica através da aplicação computacional da teoria já estudada, associando de forma correta os conceitos teóricos aos fenômenos observados em seus cotidianos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. B. **ProInfo: Informática e Formação de Professores**. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000. v. 1. p. 108
- ROONEY, Anne. **A História da Física**. São Paulo: M. Books, 2012. p. 75
- FEYNMAN, Richard P. **Lições de Física I**. Tradução de Adriana Válio Roque da Silva. Porto Alegre : Bookman, 2008.
- TANAKA, Maria Ilda. **Aplicações da Termodinâmica na cozinha**. Maringá: PDE – Universidade Estadual de Maringá –, 2009. p. 5-6
- MUNIZ, Celio Rodrigues. E SILVEIRA, Lazára Castilho. **Introdução a Física**. Fortaleza: RDS, 2009. p. 30
- NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física básica, 1 : Mecânica**. São Paulo: Blucher, 2013. p. 16.
- VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. **Ensinando Física Moderna para o segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**. Caderno Catarinense de Ensino de física, v. 15, n. 2, p. 121 – 135. 1998.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. In: **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, página 84, 1999.
- MARQUES, Mario Osorio. **Escrever é preciso: o princípio da pesquisa**. 2.ed. Ijuí: UNIJUÍ, 1998. p. 40.
- MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003. (Coleção Educação em Química).
- LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Loyola, 1998. p. 179
- TEDESCO, Juan Carlos. **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?**. São Paulo: Ed. Cortez, 2004.
- SILVA, J. R. **SimQuest: Ferramenta de Modelagem Computacional para o Ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 1508, mar. 2011.
- JONASSEN, D. **O uso das Novas Tecnologias na Educação a Distância e Aprendizagem Construtivista**. Em Aberto, v. 16, n. 70, p. 70-88. 1996
- PHET. **Simulações**. Disponível em:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics Acesso em: 19/11/2018

APÊNDICE

PRÁTICA: MOVIMENTO DOS CORPOS EM UM COMPUTADOR

OBJETIVOS

- Verificar os o movimento dos corpos diante da aplicação de uma força.
- Determinar a aceleração dos corpos que foram movidos no simulador.

MATERIAL

- Computador com acesso a internet.
- Celular com cronometro ou relógio digital.

PROCEDIMENTO

- 1- Do lado esquerdo da tela marque as opções: forças, valores e velocidade.
- 2- Com uma caixa em cima do skate cronometre o tempo necessário, aplicando uma força de 50 N, para o skate ir da velocidade de 0m/s para 10m/s, depois de 0m/s para 20m/s, depois de 0m/s para 30m/s e por último de 0m/s para 40m/s. Preenchendo os valores na tabela abaixo calculando a aceleração em cada um dos casos.

Δv	Δt	$a = \Delta v / \Delta t$
0m/s à 10m/s		
0m/s à 20m/s		
0m/s à 30m/s		
0m/s à 40m/s		

- 3- Repita o mesmo procedimento do item dois só que agora aplicando uma força de 100 N, em seguida preencha os valores na tabela abaixo.

Δv	Δt	$a = \Delta v / \Delta t$
0m/s à 10m/s		
0m/s à 20m/s		
0m/s à 30m/s		
0m/s à 40m/s		

- 4- Com os valores das duas tabelas calcule a massa da caixa e determine se essa massa varia de acordo com a mudança do módulo das forças aplicadas. (Use a fórmula da força resultante $F = m \cdot a$)

QUESTIONÁRIO

- 1- Qual relação você consegue observar da aceleração dos corpos e a força aplicada sobre eles?
- 2- Usando esse simulador calcule a massa da geladeira da menina e do homem que estão no programa de simulação.
- 3- Responda verdadeiro ou falso.
- a) Quanto maior a massa do corpo, menor o tempo necessário para ir de 0m/s para 40m/s
 - b) Uma força de 50 N sobre um corpo de 50 kg gera a mesma aceleração que uma força de 100 N sendo aplicada sobre um corpo de 100 kg.
 - c) Ao aplicarmos uma força de 50 N sobre um corpo de 50 kg, no instante em que pararmos de aplicar essa força esse corpo para seu movimento instantaneamente.
- 4- Descreva em que você poderia associar essas simulações de computador com os movimentos que ocorrem no seu dia-a-dia.