

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UTILIZANDO JOGOS ELETRÔNICOS PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

ALLAN LOPES LIMA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: José Anglada Rivera

Manaus – 2021

**UTILIZANDO JOGOS ELETRÔNICOS PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON
NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Manaus – 2021

A minha família, minha mãe que acompanhou todas as dificuldades que enfrentei e ao meu falecido pai que sempre foi para mim uma fonte de inspiração.

A minha esposa Selma por ser minha companheira e amiga que soube suportar todos os momentos difíceis que passamos durante esta empreitada.

Ao meu amigo Lourival Goes, que sempre me apoiou de todas as formas possíveis.

Aos meus colegas de curso, pois juntos passamos por todas as dificuldades que uma empreitada desta nos oferece.

Aos professores do MNPEF polo 04 IFAM/UFAM, pois são parte essencial desta jornada.

Ao meu orientador José Anglada Rivera, por sua paciência e toda a orientação.

A CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

A FAPEAM pelo apoio financeiro por meio de bolsa concedida.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que essa importante etapa da minha vida fosse concluída.

RESUMO

UTILIZANDO JOGOS ELETRÔNICOS PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Nosso país apresenta grandes desafios, pois os métodos de ensino não evoluíram junto com a tecnologia que temos disponível. Tais metodologias se baseiam em métodos tradicionais, que para uma grande parte dos alunos não apresenta atrativos, pois fora da sala de aula eles estão habituados a utilizar tecnologia para as mais diversas atividades. O presente trabalho busca apresentar um método inspirado pelas ideias do pensador Behaviorista Skinner, aliado aos princípios da interação socioafetiva de Vygotsky e os conceitos de aprendizagem significativa de Ausubel, para inserir no processo de ensino aprendizagem o uso de celulares e jogos eletrônicos. Com esta visão foi desenvolvido um jogo para celular, abordando os assuntos relacionados aos conceitos e aplicações das leis de Newton. O referido trabalho foi aplicado na escola estadual Marcantonio Vilaça II, conhecida como CPM II, na cidade de Manaus, Amazonas. A aplicação do projeto consistiu em avaliar duas turmas, para comparar os seus rendimentos. Em uma das turmas, foi utilizado o jogo como parte do processo de ensino aprendizagem, na outra turma foi trabalhado as atividades utilizando o método tradicional expositivo e com resoluções de exercícios. As duas turmas inicialmente houve aulas expositivas, apresentação dos conceitos, mas ao trabalhar as atividades, em uma foi resolução de exercícios e na outra a atividade era o aluno se entreter com o jogo. Ao final da sequência didática foi aplicado uma prova para avaliar qual das turmas conseguiu absorver melhor o conteúdo. O uso de jogos foi bem aceito pelos alunos, e ao final deste trabalho mostraremos como isto contribuiu para a aprendizagem significativa.

Palavras chaves: Leis de Newton, jogos eletrônicos, Ensino Médio

ABSTRACT

USING ELECTRONIC GAMES FOR TEACHING NEWTON'S LAWS IN THE FIRST YEAR OF HIGH SCHOOL

Teaching physics in our country presents great challenges, as teaching methods have not evolved along with the technology we have available. Physics teaching is based on traditional methods, which for a large part of students are not attractive, because outside the classroom they are used to using technology for the most different tasks. The present work seeks to present a method inspired by the ideas of the Behaviorist Skinner thinker, allied to the principles of Vygotsky's socio-affective interaction, as well as the concepts of significant learning by Ausubel, to insert the use of cell phones and electronic games in the teaching-learning process. With this vision in mind, a mobile game was developed, addressing issues related to the concepts and applications of Newton's laws. This work was applied at the state school Marcantônio Vilaça II, known as CMPM II, in the city of Manaus, Amazonas. The application of the project consisted of evaluating two classes, to compare yields. In one class, the game was used as part of the teaching-learning process, in the other class the activities were worked out using the traditional expository method and with exercise resolutions. The two classes initially had expository classes, presentation of concepts, but when working on activities, in one it was solving exercises and in the other the activity was for the student to be entertained with the game. At the end of the didactic sequence, a test was applied to assess which of the classes managed to better absorb the content. The use of games was well accepted by students, and at the end of this work we will show how this contributed to meaningful learning.

Keywords: Newton's Laws, electronic games, High school

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1-Capa do livro Principia.....	12
Figura 2-Sistema Massa Mola exemplo 1	16
Figura 3 - Sistema Massa Mola exemplo 2.....	17
Figura 4 - Plano inclinado	21
Figura 5 - Movimento em arco	21
Figura 6 - Pêndulo com duas restrições	21
Figura 7 - Criação de projeto na Unity	42
Figura 8 - Ambiente de desenvolvimento Unity	43
Figura 9 - Asset Orc da asset store.....	44
Figura 10 - Asset dos cenários	44
Figura 11 - Tela do jogo	45
Figura 12 - código de movimentação do personagem.	45
Figura 13 - Exibição da pergunta.....	46
Figura 14 - Código da tela de pergunta.....	46
Figura 15 - Códigos das perguntas.....	47
Figura 16 - Código da movimentação dos inimigos	47
Figura 17 - Código do dano	48
Figura 18 - Jogo na PlayStore	49
Figura 19 - Aplicação do projeto, alunos separados em grupos.....	57
Figura 20 - Aluno utilizando o jogo durante a aplicação do projeto.....	58

Figura 21 - Pontuação obtida pelo aluno 59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

CMPM II – Colégio Militar da Polícia Militar II.

AS – Aprendizagem Significativa.

ECA – Estrutura Cognitiva do Aprendiz.

MRU – Movimento Retilíneo Uniforme.

MRUV – Movimento Retilíneo.

TIC'S – Tecnologias da Informação e Comunicação.

BNCC – Base Nacional Curricular Comum

SD – Sequência Didática

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
Objetivo Geral.....	3
Objetivos específicos	3
CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
1.1 Teorias da Aprendizagem.....	4
1.1.1 Ausubel.....	5
1.1.2 Skinner	6
1.2 Sequência didática.....	8
1.3 Jogos como ferramenta de ensino	10
CAPÍTULO 3 - AS LEIS DE NEWTON	12
3.1 Primeira Lei.....	14
3.2 Segunda Lei.....	15
3.3 Terceira Lei	19
3.4 As leis de Newton em sistemas de coordenadas generalizadas	20
3.5 Formulação Lagrangiana e sua relação com energia cinética e potencial	22
3.6 Formulação Hamiltoniana e o princípio integral	26
3.7 Comparação entre as formulações	32
3.8 O uso de tecnologia no ensino das leis de newton.....	33
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA E RELATO DE EXPERIÊNCIA EM SALA DE AULA.....	39
4.1 Tipo de Pesquisa.....	39
4.2 Local da aplicação da pesquisa	40
4.3 Uso da Unity 3D para o desenvolvimento do jogo	40
4.4 Fundamentos necessários para o desenvolvimento de um jogo.....	40
4.5 Usando a Unity para o desenvolvimento do jogo	42
4.6 Sequência didática.....	49
4.6.1 Primeira etapa	49
4.6.2 Segunda etapa	56
4.6.3 Terceira etapa	57
4.6.4 Quarta etapa	59

	10
4.7 Descrição detalhada da pesquisa.....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	65
ANEXOS	70
Anexo 1 – Sondagem do perfil do aluno.....	71
Anexo 2 – Questionário de avaliação do conhecimento dos alunos	72
Anexo 3 – Media dos alunos antes do projeto	76
Anexo 4 – Media dos alunos após a aplicação do projeto	77
Anexo 5 – Pesquisa com os professores	78
Anexo 6 – Questionário avaliativo após aplicação do projeto.....	80
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	82

INTRODUÇÃO

O ensino de física enfrenta diversos desafios devido as várias limitações que os professores encontram para implementar suas práticas educacionais. Entre as dificuldades temos a falta de material didático e um ambiente adequado ao ensino, como por exemplo a existência de laboratórios de ciências. Devido a essas situações, este trabalho vem propor a inserção dos dispositivos móveis, como smartphones e tablets no processo de ensino aprendizagem de física no primeiro ano do ensino médio.

Estas tecnologias têm promovido grandes transformações em nossa sociedade, e a escola precisa acompanhá-las para poder contribuir para a formação de nossos alunos (MELO, 2017). Entre estas podemos destacar a facilidade que hoje temos para nos comunicar com outras pessoas e poder realizar a troca de informações.

A cada dia podemos notar como estas provocam mudanças drásticas em atividades de todos os segmentos da sociedade (Caiçara, 2007). Como exemplo temos as aulas remotas, os serviços de entrega e mesmo o modo como nos locomovemos no espaço urbano, com o uso de aplicativos como UBER.

Apesar desses grandes avanços, a inserção de novas tecnologias nas salas de aula tem ocorrido de forma lenta, devido a diversas dificuldades como a burocracia que dificulta o acesso a novos equipamentos e escolas sem estrutura para receber um laboratório de informática (PEREIRA, 2000).

Ao inserirmos os smartphones como ferramenta de ensino facilitamos o acesso a tecnologia, pois a maior parte dos alunos, como podemos constatar através deste trabalho, possuem celular e o utilizam principalmente como ferramenta de entretenimento e socialização.

O uso destes dispositivos com os jogos eletrônicos é uma das formas que temos para motivar e despertar o interesse dos alunos pela física. Pois, ao motivarmos nossos alunos eles desenvolverão as competências necessárias para que possam compreender os fundamentos da física. De acordo com a base nacional curricular comum (BNCC), o educador em sua prática deve promover a inserção das tecnologias e mídias digitais, em seu texto é citado:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas. (MEC-2017)

Ao analisarmos os pontos apresentados e compreendendo a necessidade da inserção das tecnologias de comunicação no processo de ensino aprendizagem, este trabalho parte dos seguintes questionamentos:

1. Como os jogos eletrônicos podem contribuir nas práticas pedagógicas?
2. Qual a relação dos jogos eletrônicos com as teorias da educação?
3. De que forma o uso desta ferramenta pode proporcionar ao aluno uma aprendizagem significativa das leis de Newton?

Partindo destes questionamentos este trabalho mescla os métodos tradicionais de exposição do conteúdo e o uso de um jogo eletrônico como uma ferramenta de ensino.

Em termos de abordagens pedagógicas, o uso de jogos eletrônicos está inserido em uma visão behaviorista para a aquisição de competências. Esta abordagem permite a construção de competências e conhecimentos mais amplos, relevantes, sustentáveis e mobilizados nas situações problemas que os alunos irão encontrar em sua vida. Além disso, a integração das TIC no processo de ensino-aprendizagem permite desenvolver as bases da técnica e competências tecnológicas de comunicação.

Este trabalho foca na necessidade de inserção de tecnologias no processo de ensino aprendizagem, como um instrumento motivador. Além disso busca discutir o uso consciente de tecnologias como o celular e jogos eletrônicos no processo de ensino aprendizagem e o papel da escola como agente de formação.

O processo de ensino aprendizagem não se restringe a apenas repassar informações, mas tornar esta informação significativa, pois o acesso à informação é cada vez mais fácil em nossos dias, e temos o celular como principal ferramenta de acesso.

Esse tipo de ensino baseado em aulas expositivas pode, entre outras coisas não desejáveis, gerar desinteresse em aprender ciências. Uma provável consequência disso é um nível de aprendizagem baixo e uma taxa de repetência elevada. (MENDES, COSTA, 2012).

O produto educacional desenvolvido utiliza de um meio lúdico para despertar o interesse do aluno em física. As aulas expositivas deixam de ser o único meio e fim no processo de ensino aprendizagem.

Os jogos são excelentes para trabalharmos os aspectos cognitivos dos alunos de modo lúdico e prazeroso, onde o aluno através da interação e da repetição fixa os conceitos relacionados aos fundamentos da física.

Através da observação e interação entre os alunos, este trabalho busca construir uma aprendizagem que tenha significado para o aluno e deste modo desperte o interesse em ciência, além de contribuir para o estudo da inserção de jogos eletrônicos no processo de ensino aprendizagem.

Objetivo Geral

Desenvolver um jogo para dispositivos móveis destinado ao ensino das leis de Newton para os alunos do primeiro ano do ensino médio, seguindo os princípios behavioristas para promover uma aprendizagem significativa.

Objetivos específicos

1. Analisar os conhecimentos prévios dos alunos relacionados as leis de Newton através da aplicação de questionário. No mesmo questionário é realizada uma pesquisa sobre a familiaridade dos alunos com o celular.
2. Desenvolver um jogo multiplataforma com a engine Unity para criar uma experiência interativa e prazerosa, motivando o aluno e auxiliando no processo de ensino aprendizagem das leis de Newton.
3. Através de aulas expositivas apresentar aos alunos os conceitos relacionados as leis de Newton e suas aplicações através de exemplos
4. Utilizar o jogo como ferramenta para exercitar os conteúdos expostos em sala de aula com as turmas do primeiro ano do ensino da rede estadual de ensino.
5. Conhecer a opinião dos alunos sobre a aplicação de jogos no processo de educacional.
6. Aplicar uma prova para analisar o desempenho dos alunos e realizar a comparação entre as duas turmas, a que utilizou o jogo e outra que não utilizou.

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Teorias da Aprendizagem

A obra do norte-americano Burrhus Frederic Skinner, um dos expoentes do behaviorismo, propõe que o aprendizado e o comportamento humano poderiam ser estudados e moldados de acordo com determinadas crenças.

O behaviorismo estuda o comportamento (behavior, em inglês), tomado como um conjunto de reações dos organismos aos estímulos externos. Seu princípio é que só é possível teorizar e agir sobre o que é cientificamente observável. Com isso, ficam descartados conceitos e categorias centrais para outras correntes teóricas, como consciência, vontade, inteligência, emoção e memória - os estados mentais ou subjetivos.

O estudo do behaviorismo no processo de aprendizado é tido como um agente de mudança do comportamento. Onde todo o processo de ensino passa por um planejamento, com base no comportamento e carga cultural do indivíduo. Para Skinner o conceito chave é o condicionamento operante, que premia uma resposta correta, condicionando o indivíduo e o fazendo associar um evento a necessidade de realizar uma determinada. É o caso do rato faminto que, numa experiência, percebe que o acionar de uma alavanca levará ao recebimento de comida. Ele tenderá a repetir o movimento cada vez que quiser saciar sua fome.

Ao utilizar simulações computacionais estamos fornecendo estímulos através de uma ferramenta familiar ao aluno, através de um jogo que simula um fenômeno físico, ao acertar o que ocorre no experimento, ele é premiado passando para uma nova fase. Deste modo ele começa a associar determinadas ações a eventos que ocorrem no jogo que estão relacionados a uma certa resposta.

Na visão behaviorista, o professor é visto como manipulador do ambiente de aprendizagem. As aulas são planejadas passo a passo, tal que haja estímulo-resposta e reforço para atingir um objetivo. A modificação do comportamento do aluno é através do condicionamento. O ambiente de aprendizagem é estruturado rigidamente a fim de que o aluno possa ser moldado para adquirir mudanças desejáveis (aprendizagem). O aluno é um receptor de conhecimento, e o professor o transmissor. (FEYNMAN, 2008)

1.1.1 Ausubel

David Ausubel foi um psicólogo americano que se concentrava no aprendizado de estudantes universitários. Ausubel interessou-se especialmente pelo que o aluno já sabe, pois segundo ele era o fator que determina o que esse aluno irá aprender.

A aprendizagem significativa opõe-se à aprendizagem tradicional e refere-se a um método de aprendizagem onde o novo conhecimento a ser adquirido está relacionado com o conhecimento prévio (Ausubel, 2000).

A teoria de Ausubel se concentra na aprendizagem significativa. De acordo com sua teoria, para aprender de forma significativa, os indivíduos devem relacionar novos conhecimentos a conceitos relevantes que já conhecem. O novo conhecimento deve interagir com a estrutura de conhecimento do aluno. A aprendizagem significativa pode ser contrastada com a aprendizagem mecânica. Este último também pode incorporar novas informações à estrutura de conhecimento existente sem interação.

A memória mecânica é usada para lembrar sequências de objetos, como números de telefone. Porém, eles são inúteis para quem os memoriza no que se refere ao entendimento das relações entre os objetos, uma vez que conceitos aprendidos por meio da memória mecânica não podem ser relacionados a conhecimentos prévios. Em essência, não há nada na estrutura cognitiva existente da pessoa com a qual ela possa relacionar as novas informações para formar significado. Dessa forma, ele só pode ser aprendido mecanicamente.

A aprendizagem significativa adere ao conhecimento prévio e se torna a base para a aprendizagem de informações adicionais. O aprendizado mecânico por não realizar essas conexões significativas desaparece rapidamente.

O jogo desenvolvido busca criar as bases através da repetição de conceitos, onde cada resposta certa o personagem avança durante o jogo, temos assim um processo de estímulo e resposta, que se propõe a construir bases cognitivas, para Ausubel essas bases são o que ele chamou de subsunçores, que é o conhecimento internalizado pelo aluno, quando isto ocorre dizemos que houve uma aprendizagem significativa.

De acordo com a abordagem Ausubeliana, uma das condições fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa é que novas informações devem

relacionar-se, de alguma forma, com um elemento relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, as novas informações devem fazer sentido para o indivíduo. Indivíduos diferentes terão subsunçores diferentes, portanto, para que os mesmos obtenham aprendizagem significativa sobre um determinado tema, as informações a eles oferecidas devem ser diferentes (PESSANHA, 2010).

Através das memórias que serão construídas através da interação com o jogo, o aluno adquire os chamados subsunçores, o processo mecânico de memorização que o jogo propicia, deve permitir ao aluno construir as bases cognitivas necessárias para a interpretação dos problemas relacionados ao conteúdo de física. Para que a aprendizagem seja realmente significativa, deve ser trabalhado com o aluno os temas abordados no jogo em sala de aula.

Esta fase de trabalho em sala de aula é fundamental, pois se o aluno apenas memorizar o conteúdo e não for dado contexto o processo de aprendizagem não estará completo, apresentará uma lacuna, e o que fará com que o aluno apenas repita o que já tenha visto anteriormente, sem entender e sem contexto para aplicação dos conceitos.

1.1.2 Skinner

Behaviorismo é um ramo da psicologia que surgiu no final do século XIX com o trabalho do psicólogo russo Ivan Pavlov (1849-1936) e foi desenvolvido nos Estados Unidos por Edward L. Thorndike, John B. Watson e BF Skinner. Um de seus princípios mais famosos é a ideia de que todo comportamento, tanto em animais quanto em humanos, pode ser estabelecido através de uma associação neurológica entre estímulo e resposta.

Skinner notou que a relação entre estímulo e resposta em humanos era mais complexa do que uma reação direta, como no caso das respostas automáticas que Pavlov observara em cães. Skinner notou que em seus experimentos com humanos, se um comportamento é recompensado de alguma forma, então é provável que se repita, enquanto se o comportamento for punido de alguma forma, é menos provável que se repita. Os humanos e alguns animais podem aprender que existem consequências em seu comportamento e, então, modificar esse comportamento para evitar consequências negativas e obter recompensas positivas.

Skinner distinguiu entre dois tipos diferentes de reforços: os positivos e negativos. Um reforçador positivo é o que recompensa o sujeito por demonstrar o comportamento desejado, enquanto um reforçador negativo é algo desagradável que é removido quando o sujeito demonstra o comportamento desejado.

De todas as suas observações do comportamento em resposta a diferentes tipos de reforçadores, Skinner concluiu que as recompensas são uma forma muito mais eficaz de guiar o comportamento do que a punição. Eles também levam a um ambiente social mais agradável, no qual todos podem se expressar. Se essa atmosfera de antecipação de recompensas se repetir, ela se tornará, por si só, um reforço positivo adicional para aqueles que estão presentes. A punição pode impedir com sucesso os piores excessos de mau comportamento, mas não é uma forma muito eficaz de promover o bom comportamento.

A única maneira de saber se um determinado evento é ou não reforçador para um determinado organismo sob determinadas condições é fazer um teste direto (SKINNER, 1965).

Em outras palavras, a eficácia de qualquer sistema de recompensa é altamente dependente do contexto e não é possível fazer uma previsão genérica sobre o que funcionará como um reforçador para comportamentos específicos. Além disso, uma recompensa que motiva um indivíduo em uma ocasião pode não funcionar tão bem em outra ocasião.

O nome técnico que Skinner deu ao processo de estímulo/resposta aprendido é 'condicionamento operante', embora às vezes também seja conhecido como 'condicionamento instrumental'. Esses termos são usados para distinguir os comportamentos aprendidos dos comportamentos involuntários do condicionamento clássico. É importante notar que muitos aspectos do ambiente podem ser usados para atingir este propósito, incluindo sistemas de recompensa financeira para completar bem as tarefas e multas por não completar tarefas, elogios verbais, aprovação e status para certos comportamentos que são considerados desejáveis pelo grupo ou organização e crítica ou desaprovação por outros comportamentos que não são considerados aceitáveis. Em um experimento científico, é muito fácil reduzir o número de variáveis no ambiente e observar quaisquer mudanças que decorram de reforçar ou punir as ações do sujeito. É mais difícil fazer isso na sociedade humana natural, porque existem tantos aspectos do meio ambiente que podem atuar como reforço ou punição.

Ao utilizarmos um ambiente preparado, com regras definidas, onde o usuário de acordo com a ação correta recebe um estímulo a sua ação através de um reforço positivo, caso a ação seja incorreta, ele recebe outra oportunidade ao reiniciar o jogo, o que leva ao condicionamento através da repetição.

O cerne da teoria skinneriana é, portanto, o reforço como fator propulsor das mudanças de comportamento nos indivíduos. Nessa perspectiva, Skinner (1972) apresenta uma proposta de ensino-aprendizagem mediada pela tecnologia, argumentando que a educação precisava se tornar mais eficaz; e, para tal, os currículos, os livros didáticos e as técnicas de ensino deveriam ser revistos e melhorados. Com tais intencionalidades, ele cria as “máquinas de ensinar”, defendendo que, através delas, como meio de instrução programada, a aprendizagem seria alcançada (FAHEINA, 2014).

Esse tipo de condicionamento leva o aluno a construir a bases cognitivas necessárias para uma aprendizagem significativa, que segundo Ausubel, seriam os subsunçores, ganchos mentais que a pessoa internaliza e que permite uma melhor assimilação de determinado conteúdo.

A ideia central da teoria de Ausubel é a de aprendizagem significativa, Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo através do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com a estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceitos subsunçores ou simplesmente subsunçores, existente na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 1979).

Logo o papel do condicionamento é criar este tipo de informação, internalizar este tipo de conhecimento, de modo que o aluno possa a ter a aprendizagem significativa.

O uso de jogos eletrônicos potencializa a interação entre usuários, o condicionamento e permite que o aluno crie subsunçores que permitiram que este aluno tenha uma aprendizagem significativa.

1.2 Sequência didática

A sequência didática é um instrumento que permite uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes e serve como orientação para o professor em sala de aula no desenvolvimento de atividades

envolvendo os conceitos da disciplina, trabalhando por etapas, desde os conhecimentos que os alunos possuem aos que eles precisam dominar. Segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004 p.95-128), as seqüências didáticas são formadas por conjuntos de atividades ligadas entre si, que se desenvolvem nas escolas de forma organizada, o que é definido também por Zabala (1998, p.18)

É um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

Os parâmetros curriculares ainda acrescentam:

Ao organizar a seqüência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas etc., pois a seqüência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita. (BRASIL,2012, p. 21)

Através do conteúdo escolhido o professor irá sistematizar os saberes, propondo atividades diversificadas e desafiadoras com a possibilidade de progressão das habilidades a serem trabalhadas, dentro do conteúdo de física. O que concorda com o proposto por Moreira (2015, p. 23), uma ferramenta que utiliza uma sucessão de aulas que se convergem para um tema central e se articula em vários módulos de conhecimento

Sendo assim podemos definir que uma seqüência didática é composta pelas seguintes etapas:

Etapa 1: O professor apresenta as tarefas e os estudos que irão realizar.

Etapa 2: Avaliação prévia, o professor prepara a seqüência de acordo com os saberes e vivências dos estudantes, e busca a melhor prática pedagógica a adotar.

Etapa 3: Atividades que buscam desenvolver as capacidades dos alunos.

Etapa 4: Avaliação do que os estudantes obtiveram de conhecimento.

Pois como ressalta Cabral (2017, p-33): “Esse conjunto de intervenções “passo a passo” dirigido pelo professor com a finalidade de atingir objetivos de aprendizagem sugere a ideia dos elos conectados de uma corrente. Cada elo posterior está devidamente articulado aos elos anteriores e permite outras articulações com elos subseqüentes. Uma forma de rede que se estrutura a partir dessas articulações conceituais”. Desta forma estas quatro etapas sintetizam de forma geral o passo a passo sugerido por Cabral. (2017)

1.3 Jogos como ferramenta de ensino

Existem alguns pré-requisitos para uma aprendizagem significativa: contexto, motivação, liberdade para cometer erros e autonomia do aluno. Os jogos ao serem utilizados no processo de ensino e aprendizagem aproveitam o poder do contexto e da motivação, apresentando o conteúdo didático de uma forma que cria uma necessidade genuína do aluno de interagir e se comunicar. Neste processo os alunos têm mais sucesso quando estão motivados, livres para aprender com seus erros e se responsabilizam por seu próprio processo de aprendizagem.

Os videogames fornecem uma aprendizagem eficaz, pois possuem um visual envolvente, interações dentro de determinado contexto, engajamento emocional o que promove a motivação, liberdade para falhar, oportunidades para tomada de decisão independente (FEIL; SCATERGOOD, 2005). Neste contexto a ação é fator fundamental para motivar o aluno a utilizar o jogo.

Algumas pesquisas têm mostrado que alunos que utilizam jogos eletrônicos possuem um desempenho melhor nas avaliações em relação aos demais alunos, é o que constata o trabalho de Marina (2009), a autora separou os estudantes em dois grupos e realizou avaliações preliminares e comparou com uma avaliação posterior a aplicação do jogo, ele notou que os alunos e utilizaram jogos no processo de aprendizagem obtiveram melhor desempenho.

Os jogos eletrônicos agregam possibilidades de desenvolvimento e de transcendência cognitiva e relacional. Fala-se aqui de transcendência cognitiva pelo fato de esses jogos trabalharem aspectos como a rapidez de raciocínio, o manuseio de variáveis e controles, a proposição de desafios concretos e abstratos, o uso de comandos e a aplicação de estratégias de controle. (RAMOS, 2018)

Em um jogo com fins educacionais a ação deve ser dirigida para o conteúdo, cada ação requer conhecimentos relacionados ao componente didático abordado no jogo (GAGNÉ, 1974). Qualquer jogo para prender a atenção do usuário deve fornecer estímulos para a obtenção de determinadas respostas.

Isto se alinha a teoria behaviorista, que sugere que determinados comportamentos devem receber um reforço positivo, pois isto irá fazer com que o indivíduo os repita em ações futuras (WATSON, 1997). Para que este conhecimento se torne significativo é necessário que o professor direcione o conteúdo de acordo com sua prática, o jogo é apenas uma ferramenta tecnológica para complementar o trabalho que os professores de vêm realizando em sala de aula, e não uma substituição destes profissionais (BERQUO ; SANTOS, 2020).

Os jogos sejam eles digitais ou de tabuleiro, contribuem para a interação entre os alunos, favorecem a troca de conhecimentos e o desenvolvimento da imaginação.

Os jogos podem ser utilizados para esses fins didáticos, auxiliando tanto na aprendizagem, quanto na socialização, interação, formação de cidadão conscientes das suas responsabilidades e deveres, de aprender a aceitar e respeitar regras, de elevar a criatividade, de desenvolver a imaginação, de facilitar a aquisição de novos conhecimentos, de proporcionar experiências, de incentivar a comunicação e a confiança, de estabelecer valores e aprender a resolver problemas ou dificuldades e a procurar alternativas (UYEDA, 2018).

Ao inserirmos o aspecto lúdico no ensino, o aprendizado se torna mais fácil e divertido, pois o ato de brincar e se divertir possibilita a ação com significados, além do fato das brincadeiras e jogos seguirem um conjunto de regras (RAMOS; FERREIRA 1995).

CAPÍTULO 3 - AS LEIS DE NEWTON

As leis do movimento de Issac Newton são parte de um trabalho monumental. O desenvolvimento das leis de Newton marca a transição do Renascimento para a era moderna. Essa transição foi caracterizada por uma mudança revolucionária na maneira como as pessoas pensavam sobre o universo físico. Por muitos séculos, os filósofos naturais debateram a natureza do universo com base principalmente em certas regras de lógica, com grande peso dado aos pensamentos de filósofos clássicos anteriores, como Aristóteles. Entre os muitos grandes pensadores que contribuíram para essa mudança estavam Newton e Galileu.

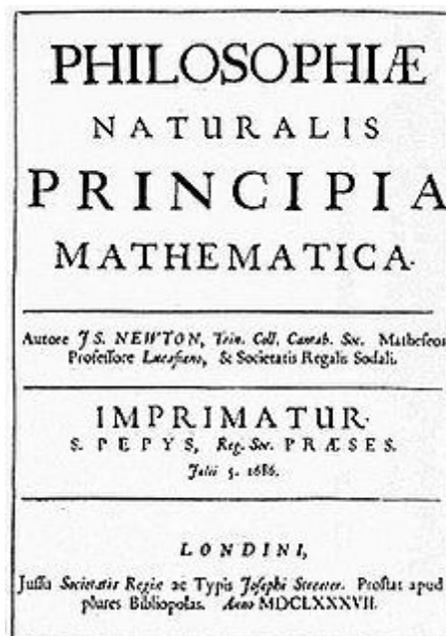


Figura 1-Capa do livro Principia

A obra monumental de Issac Newton, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, foi publicada em 1687. Ela propôs leis científicas que ainda são usadas hoje para descrever o movimento de objetos.

Galileu foi fundamental para estabelecer a observação como o meio determinante e absoluto da verdade, ao invés de um argumento “lógico”. O uso do telescópio por Galileu, serviu pra demonstrar a importância da observação dos fenômenos naturais, pois lhe permitiu descobrir luas orbitando Júpiter e fez outras observações que eram inconsistentes com certas ideias antigas e dogmas religiosos.

Galileu também contribuiu para a formação do que hoje é chamado de primeira lei do movimento de Newton. Newton aproveitou o trabalho de seus predecessores, o que lhe permitiu desenvolver leis do movimento, descobrir a lei da gravidade, inventar o cálculo e dar grandes contribuições às teorias da luz e da cor. É surpreendente que muitos desses desenvolvimentos tenham sido feitos com Newton trabalhando e desenvolvendo o conceito de força

A abordagem das leis de Newton no ensino médio, consiste na maioria das vezes em descrição de determinados fenômenos onde o aluno tem que abstrair determinado fenômeno, para então a partir de modelos matemáticos possa aplicar estes conceitos. O aluno acredita que o estudo da física se resume a pura matematização de um problema, sem muitas vezes entender os conceitos fundamentais, e isto é válido não apenas para o ensino médio, mas a graduação também.

Esse modelo de ensino tradicional, no qual predomina a matematização da Física, ministrada na maioria das vezes por meio da informação verbal e escrita, presente em quase todos os livros didáticos atuais e fortemente enraizada na formação e na cultura pedagógica da maioria dos profissionais da área, é impróprio para um efetivo aprendizado da Física. O aluno pode até “aprender” algumas habilidades na solução de determinados problemas específicos, mas de conceitos Físicos, verifica-se pouca ou quase nenhuma aprendizagem. O que se percebe em geral é o rápido crescimento da “repulsa” pelo aprendizado da Física. Entendemos que quando a disciplina está desvinculada da fenomenologia e do cotidiano do estudante perde seu maior atrativo e passa a ser “chata” e difícil de ser entendida pela maioria dos alunos (PERNOMIAN, 2013).

O que Pernomian expõe é algo que podemos observar tanto na educação básica quanto na graduação, muitos alunos aprendem um sistema, uma forma de resolver determinado problema, o que os cientistas da computação chamam de algoritmo. Com esse algoritmo o aluno tenta resolver problemas sem se preocupar com os fundamentos teóricos relacionados ao problema.

Essa abordagem sistemática causa o que Pernomian chama de repulsa, já que a física está entre as disciplinas mais odiadas pelos alunos no ensino médio.

3.1 Primeira Lei

A experiência sugere que um objeto em repouso permanecerá em repouso se for deixado sozinho, e que um objeto em movimento tende a desacelerar e parar, a menos que algum esforço seja feito para mantê-lo em movimento. Podemos pensar nessa lei como preservando o status quo do movimento. Em vez de contradizer nossa experiência, a primeira lei do movimento de Newton afirma que deve haver uma causa, que é uma força externa, para que haja qualquer mudança na velocidade.

A primeira lei de Newton é completamente geral e pode ser aplicada a qualquer coisa, desde um objeto deslizando sobre uma mesa até um satélite em órbita e sangue bombeado do coração. Os experimentos verificaram minuciosamente que qualquer mudança na velocidade deve ser causada por uma força externa. A ideia de leis geralmente aplicáveis ou universais é importante não apenas aqui - é uma característica básica de todas as leis da física. Identificar essas leis é como reconhecer padrões na natureza a partir dos quais outros padrões podem ser descobertos.

A propriedade de um corpo de permanecer em repouso ou em movimento com velocidade constante é chamada de inércia. A primeira lei de Newton costuma ser chamada de lei da inércia. Como sabemos por experiência, alguns objetos têm mais inércia do que outros.

A primeira lei de Newton é a base para a construção dos demais enunciados, e ainda assim é um dos conceitos que muitas vezes nos foge a nossa intuição, pois ela trata de corpos que se mantêm em movimento a velocidades constantes e que não sofrem a ação de forças externas. Devido a este fato muitos alunos associam a primeira lei ao estado de repouso de um corpo, e logo, associa a inércia a repouso. Então é necessário desenvolver antes com os alunos os conceitos relacionados a referenciais, principalmente o conceito de referencial inercial, pois para a validade desta lei devemos tratar de referenciais que não sofram aceleração.

Como definido por NUSSENZVEIG em seu livro texto, ele comenta que:

Isto indica outro ponto importante na compreensão da primeira lei: ela não pode ser válida em qualquer referencial. Os referenciais em que é válida chamam-se referenciais inerciais. A Terra não é um referencial inercial. Entretanto, o movimento de rotação da Terra em torno do eixo afeta muito pouco os movimentos usuais, na escala de laboratório, e na prática empregamos o laboratório como

referencial inercial, com boa aproximação. Por outro lado, um referencial ligado as estrelas fixas e, com excelente aproximação, um referencial inercial e é a este tipo de referencial que nos referiremos, em princípio, daqui por diante (NUSSENZVEIG, 2002).

Sobre a necessidade da definição da primeira lei temos:

A primeira lei de Newton pode parecer perda de tempo, uma vez que esse enunciado pode ser deduzido da Segunda Lei: $\Sigma F = m \cdot a$. Se $F=0$, existem duas opções: ou a massa do corpo é zero ou a sua aceleração. Obviamente como o corpo existe, ele tem massa, logo sua aceleração é que é zero, e conseqüentemente, sua velocidade é constante. No entanto, o verdadeiro potencial da primeira lei aparece no quando se envolve o problema dos referenciais. (PERNOMIAN,2013)

A primeira lei apesar de ser chamada de primeira lei de Newton, teve a colaboração de Galileu e Descartes em sua elaboração, apesar de nenhum dos dois cientistas terem enunciado ela de forma tão elegante. Newton soube entender o conceito de inércia e sua importância para explicar as alterações de movimento sofrida por um corpo.

Galileu fez um grande avanço em entender o movimento quando ele descobriu o princípio da inércia: se um objeto é deixado sozinho e não é perturbado, ele continua a se mover com uma velocidade constante em uma linha reta se originalmente ele estava se movendo assim, ou continua parado se ele estava parado. Obviamente, este nunca parece ser o caso na natureza, pois se deslizamos um bloco através de uma mesa ele para, mas isso acontece porque ele não foi deixado sozinho – ele está se atritando com a mesa. É necessária uma certa imaginação para achar a regra certa, e essa imaginação foi fornecida por Galileu (FEYNMAN, 2008)..

3.2 Segunda Lei

Moysés Nussenzveig menciona em seu livro texto:

Sabemos todos por experiência que o movimento é afetado pela ação do que costumamos chamar de “forças. Nossa ideia intuitiva de forças está relacionada com o esforço muscular, e sabemos que, exercendo “forças” deste tipo, somos capazes de colocar objetos em movimento ou, mais geralmente, alterar seu estado de movimento (NUSSENZVEIG, 2002).

A segunda lei do movimento de Newton está intimamente relacionada à primeira lei do movimento de Newton. Ele afirma matematicamente a relação de causa e efeito entre a força e as mudanças no movimento. A segunda lei do movimento de Newton é mais quantitativa e amplamente utilizada para calcular o que acontece em situações que envolvem uma força. Antes de podermos escrever a segunda lei de Newton como uma equação simples que dá a relação exata de força, massa e aceleração, precisamos aprimorar algumas ideias que já foram mencionadas.

Para enunciarmos a segunda lei vamos partir do seguinte experimento mental, temos um sistema massa mola. Onde temos uma massa m_1 , quando esticada e solta o sistema sofrerá uma aceleração a_1 .

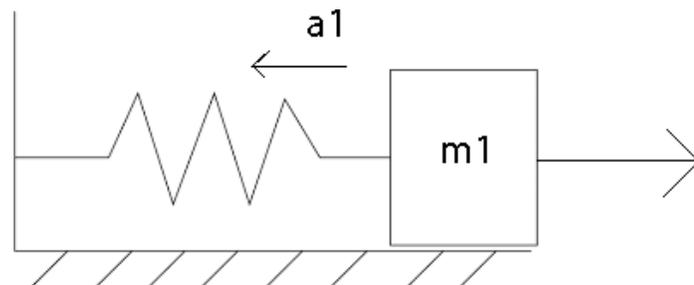


Figura 2-Sistema Massa Mola exemplo 1

Agora neste mesmo sistema vamos supor que a massa seja substituída por outra cujo valor é m_2 , onde m_1 é diferente de m_2 , com isto ao ser esticada a mola o sistema sofrerá uma aceleração. Que é representado na figura a seguir.

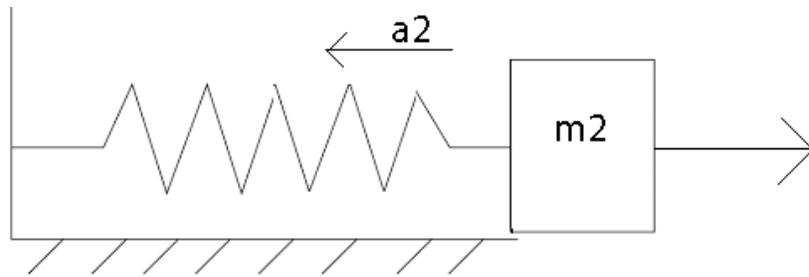


Figura 3 - Sistema Massa Mola exemplo 2

Como os dois sistemas partilham da mesma mola, note foi substituído apenas a massa, então obtemos a seguinte expressão (NUSSENZVEIG - 2002):

$$F = m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2$$

Então através deste experimento chegamos à definição de força. Podemos então descrevê-la como o produto da massa pela aceleração, mas isto é válido para casos em que a massa se mantém constante.

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$$

Ao analisar casos em que a massa varia não devemos proceder deste modo, note que podemos escrever a aceleração como a taxa de variação da velocidade como o tempo. O que nos dá a seguinte expressão:

$$F = m \frac{dv}{dt}$$

Note que a massa está fora por ser considerada constante, inserindo dentro do operador diferencial, obtemos a expressão:

$$F = \frac{d(mv)}{dt}$$

Onde o termo dentro do operador corresponde ao momento linear da partícula. Logo podemos escrever:

$$F = \frac{dp}{dt}$$

Deste modo temos que a força que atua sobre uma partícula de massa m é definida como a taxa de variação do momento.

A força é a taxa de variação temporal do momento. Embora esta formulação da segunda lei pareça inteiramente equivalente a anterior, veremos que ela tem vantagens. (...) que esta permanece válida na mecânica relativística (NUSSENVEIG, 2002).

O que é reforçado pela definição de Feynman.

Então existem algumas implicações em relação à força. Como uma aproximação grosseira pensamos como um tipo de empurrão ou puxão que fazemos com nossos músculos, mas podemos defini-la com maior precisão agora que temos essa lei de movimento. A coisa mais importante a se perceber é que a relação não envolve somente mudanças na magnitude do momento ou da velocidade, mas também nas suas direções. (FEYNMAN, 2008)

Se consideramos que a massa do corpo se mantém constante ao longo do evento analisado, podemos escrever a equação como a seguir:

$$\sum_{i=1}^n F_i = ma$$

A segunda lei estabelece as condições para alterarmos o estado de inércia de um corpo, onde a somatória das forças é a força resultante sobre um corpo

Ou seja, o segundo princípio consiste em que todo corpo em repouso precisa de uma força para se movimentar e todo corpo em movimento precisa de uma força para parar. O corpo adquire a velocidade e sentido de acordo com a força aplicada. Portanto, quanto mais intensa for a força resultante, maior será a aceleração adquirida pelo corpo (PERNOMIAN, 2013)..

3.3 Terceira Lei

Essa lei representa uma certa simetria na natureza: as forças sempre ocorrem aos pares, e um corpo não pode exercer uma força sobre outro sem experimentar a própria força. Às vezes nos referimos a essa lei vagamente como “ação-reação”, onde a força exercida é a ação e a força experimentada como consequência é a reação. A terceira lei de Newton tem usos práticos na análise da origem das forças e no entendimento de quais forças são externas a um sistema.

A terceira lei de Newton também conhecida como lei da ação e reação, procura descrever as força como resultado da interação entre dois corpos. Ou como cita.

As forças são exercidas sempre aos pares, não existe ação sem reação. Essa é a ideia fundamental da terceira Lei de Newton. (PERNOMIAN, 2013)

Onde Feynman expõe de forma brilhante este conceito:

Em nossa discussão das leis de Newton foi explicado que essas leis são uma espécie de programa que diz “Preste atenção nas forças”, e que Newton nos disse apenas duas coisas a respeito da natureza das forças. No caso da gravitação ele nos deu a lei completa da força. No caso das forças muito complicadas entre os átomos ele não estava ciente das leis certas das forças; entretanto, ele descobriu uma regra, uma propriedade geral das forças, que é expressa na sua Terceira Lei, e esse é todo o conhecimento que Newton tinha a respeito da natureza das forças – a lei da gravitação e esse princípio, mas sem mais detalhes. (FEYNAMAN)

Estes conceitos ao serem expostos de um ponto de vista puramente matemático perde sua beleza, devemos tratar os conceitos com nossos alunos, para que sejam cidadãos que conheçam o mundo que os rodeia, e possam compreender as relações dos fenômenos que eles observam no seu cotidiano com o que estudaram em sala de aula. Nem todos serão matemáticos ou físicos, mas deve-se despertar nestes alunos a curiosidade científica.

No ensino das Ciências Naturais, é evidente a dificuldade apresentada pelos alunos em relacionar a teoria apresentada em sala de aula com a realidade a sua volta. Considerando que a teoria é feita de conceitos que são abstrações da realidade,

considera que aquele aluno que não reconhece o conhecimento científico em situações do seu cotidiano, não foi capaz de compreender a teoria (SILVA, 2016).

3.4 As leis de Newton em sistemas de coordenadas generalizadas

As leis do movimento de Newton são a base sobre a qual toda a mecânica clássica é construída. Tudo, desde a mecânica celeste até o movimento rotacional e a lei dos gases ideais, pode ser explicado pelos poderosos princípios que Newton escreveu. A principal dificuldade na aplicação do algoritmo newtoniano está na identificação de todas as forças entre os objetos, o que requer algum trabalho.

Tudo isso decorre do fato de que as leis de Newton são escritas em termos de quantidades vetoriais que são mais fáceis de usar em coordenadas cartesianas. É claro que se pode reescrever um vetor em qualquer sistema de coordenadas, mas não é a operação mais simples de se realizar. Também precisamos de uma escolha criteriosa para sistema de coordenadas a se adotar, de modo simplificar todos os nossos cálculos. Além disso, escolher um referencial inadequado pode gerar resultados desastrosos.

A situação ideal é que nossas grandezas físicas possam ser descritas e resolvidas utilizando o sistema de coordenadas mais conveniente para a resolução do problema. O que buscamos é uma forma de descrever nossos sistemas em termos de escalares, ao invés de vetores. Ou seja, para anotar números como massa, energia ou momento ao quadrado, que são grandezas física que não irão sofrer mudanças com a alteração do sistema de coordenada. Esse é o objetivo da formulação Lagrangiana da mecânica.

Considere uma massa em forma de bloco que desliza sobre uma cunha. Tanto o bloco quanto a cunha podem se mover livremente sem atrito sob a ação força da gravidade. Configurar esse problema é difícil por dois motivos. A primeira é que a massa M se move ao longo da superfície enquanto m move-se sobre uma superfície inclinada, o que cria problema na escolha do sistema de coordenadas, pois adotaríamos planos cartesiano tanto para a massa M em relação ao solo, quanto um plano cartesiano para a massa m em relação a superfície. A segunda é que a força normal entre M e m depende do movimento de M e m .

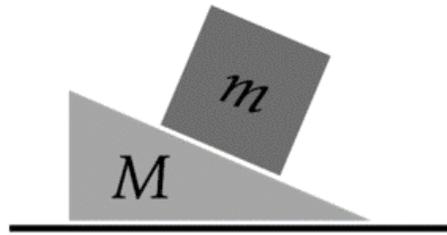


Figura 4 - Plano inclinado

Também podemos considerar um corpo puntiforme que pode deslizar livremente em um aro giratório. Esta situação apresenta uma descrição vetorial difícil, porque a gravidade nos orienta a utilizar coordenadas cartesianas, enquanto a restrição ao movimento do arco nos pede que usemos coordenadas polares. Encontrar uma representação que seja ao mesmo tempo fácil de pensar e simples de calcular não é uma tarefa fácil.

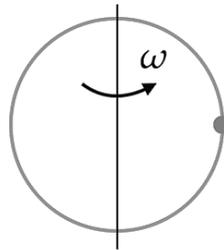


Figura 5 - Movimento em arco

Como um exemplo final, considere o pêndulo acoplado, onde um pêndulo está pendurado na extremidade de outro. Este cenário torna difícil a escolha dos sistemas de coordenadas convenientes, o acoplamento dos dois pêndulos e a restrição que impede que os dois pêndulos se separem.

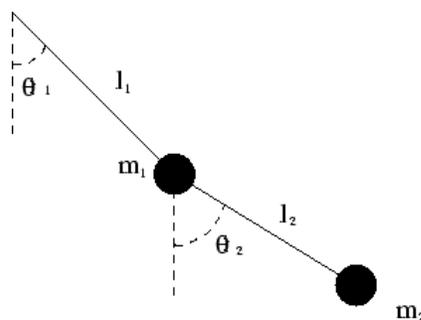


Figura 6 - Pêndulo com duas restrições

Cada um desses problemas seria extremamente difícil de resolver pela abordagem usual de identificação de forças, anotação de restrições, transformação em um sistema conveniente de coordenadas e, possivelmente, desacoplamento de equações por substituições adequadas.

Sendo assim os problemas apresentados apresentam as seguintes dificuldades:

Representação vetorial: representar um sistema usando vetores dificulta nosso trabalho quando precisamos mudar os sistemas de coordenadas

Identificação de forças: ao usar as leis de Newton, devemos levar em conta todas as forças, bem como suas reações. Em sistemas com mais de uma partícula, isso pode se tornar um trabalho impossível, conforme o conjunto de forças de contato entre as partículas aumente e se torne um pesadelo combinatório.

Restrições: Na mecânica newtoniana, devemos definir explicitamente as restrições nas equações de movimento. Nossa tarefa seria muito mais fácil se as restrições pudessem ser impostas implicitamente, por exemplo, em nossa escolha de coordenadas

3.5 Formulação Lagrangiana e sua relação com energia cinética e potencial

Foi exposto no texto, que a segunda lei de Newton afirma que a aceleração de qualquer partícula é dada pela força resultante sobre a partícula, onde a aceleração e a força resultante são ambos vetores em uma, duas ou três dimensões:

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

Sabendo que o trabalho realizado pela força resultante (isto é, as forças não restritivas) em uma partícula é igual ao aumento da energia cinética da partícula. Não é mencionado as forças de restrição porque elas sempre agem perpendicularmente à direção do movimento e, portanto, não realizam trabalho nos sistemas.

Considere um deslocamento infinitesimal $\delta\vec{r}$ da posição de nossa partícula sob a força resultante. Nós podemos $\vec{F} \cdot \delta\vec{r} = m\vec{a} \cdot \delta\vec{r}$. Se integramos ao longo de um deslocamento finito, descobrimos que

$$W = \int \vec{F} \cdot \delta\vec{r}$$

e, portanto,

$$\int (\vec{F} - m\vec{a}) \cdot \delta\vec{r} = 0$$

Essa expressão é conhecida como princípio de d'Alembert e é a partir dela que iremos prosseguir com uma reformulação da mecânica newtoniana que elimina os problemas listados anteriormente.

Primeiro será trocado as forças vetoriais por energias escalares. Lembramos que forças conservativas são aquelas que podem ser escritas como a derivada parcial de uma função potencial, ou seja

$$F_i = \frac{\partial V(r_1, \dots, r_n)}{\partial r_i}$$

Ao abordamos as interações entre partículas a nível microscópico, todas as forças são conservativas, mas em perspectivas macroscópicas, as forças conservativas entre as partículas são frequentemente aproximadas por forças dissipativas como atrito ou viscosidade. Vamos prosseguir análise com as forças conservativas sem nos preocuparmos com as forças dissipativas. Nosso primeiro passo é reescrever a segunda lei de Newton $\vec{F} = m \cdot \ddot{\vec{r}}$, da seguinte forma:

$$m \cdot \ddot{\vec{r}} \cdot \delta\vec{r} = \frac{\partial V(\vec{r})}{\partial \vec{r}} \cdot \delta\vec{r} = -[\nabla_r V(\vec{r})] \cdot \delta\vec{r}$$

Assim, dispensamos as forças relacionando as derivadas parciais da energia potencial ao vetor de aceleração. No entanto, ainda estamos lidando com vetores. Nosso próximo objetivo é eliminar a dependência do uso de quantidades vetoriais para representar posições e velocidades. Concretamente, será eliminado quaisquer termos que sejam derivados de vetores de posição e substituídos por derivados de quantidades escalares como energia.

Partimos então do princípio de d'Alembert

$$F_{net} \cdot \delta\vec{r} = m \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \cdot \delta\vec{r}$$

Onde $\delta\vec{r}$ é algum movimento infinitesimal da partícula. Podemos reescrever imediatamente o lado direito como:

$$m \left[\frac{d}{dt} \left(\frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \delta\vec{r} \right) - \frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \frac{d\delta\vec{r}}{dt} \right]$$

Onde nós aplicamos a seguinte identidade $(xy)' = x'y + y'x$

Conforme escrito, temos uma equação para o vetor \vec{r} que não faz referência a um sistema de coordenada em particular. Agora expandimos em uma base de coordenadas r_1, \dots, r_n

$$\begin{aligned} &= m \sum_k \left[\frac{d}{dt} \left(\frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \frac{\partial \vec{r}}{\partial r_k} \delta r_k \right) - \frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \frac{\partial \dot{\vec{r}}}{\partial r_k} \delta r_k \right] \\ &= m \sum_k \left[\frac{d}{dt} \left(\dot{\vec{r}} \cdot \frac{\partial \vec{r}}{\partial r_k} \right) - \dot{\vec{r}} \cdot \frac{\partial \dot{\vec{r}}}{\partial r_k} \right] \delta r_k \end{aligned}$$

Aplicando a seguinte relação

$$\frac{\partial \vec{r}}{\partial r_k} = \frac{\partial \dot{\vec{r}}}{\partial \dot{r}_k}$$

Obtemos:

$$= m \sum_k \left[\frac{d}{dt} \left(\dot{\vec{r}} \cdot \frac{\partial \dot{\vec{r}}}{\partial \dot{r}_k} \right) - \dot{\vec{r}} \cdot \frac{\partial \dot{\vec{r}}}{\partial \dot{r}_k} \right] \delta r_k$$

Sabendo que $\dot{\vec{r}} = \vec{v}$, podemos reescrever a expressão como:

$$= m \sum_k \left[\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\partial v^2}{\partial \dot{r}_k} \right) - \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial v^2}{\partial r_k} \right] \delta r_k$$

Sabendo que $T = \frac{1}{2}mv^2$, obtemos que:

$$= \sum_k \left[\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial r_k} \right] \delta r_k$$

Desse modo nós temos finalmente que:

$$-\sum_k \frac{\partial V(\vec{r})}{\partial \vec{r}_k} \delta r_k = \sum_k \left[\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial r_k} \right] \delta r_k$$

$$0 = \sum_k \left[\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial r_k} + \frac{\partial V(\vec{r})}{\partial r_k} \right] \delta r_k$$

Lembrando que o pequeno deslocamento $\delta \vec{r}$ foi arbitrário. Em três dimensões, poderíamos $\delta \vec{r} = \langle \delta_x, 0, \delta_z \rangle$ ou $\langle 0, 0, \delta_z \rangle$, mas a equação deve ser verdadeira independente do deslocamento, ou seja, cada termo na soma é igual a zero independente dos deslocamentos das coordenadas δr_k , portanto, nós temos para cada k:

$$0 = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}_k} \right) + \frac{\partial (V - T)}{\partial r_k}$$

Agora, para as forças conservativas, V é uma função das variáveis de posição para que $\partial V(r^{\rightarrow}) / (\partial r_k) = 0$. Podemos, portanto, nos mover V na derivada e escreva:

$$\frac{\partial (T - V)}{\partial r_k} = \frac{d}{dt} \frac{\partial (T - V)}{\partial \dot{r}_k}$$

Assim, eliminamos completamente o uso de vetores de posição e velocidade da mecânica clássica. Se concordarmos em chamar a diferença entre a energia cinética e a energia potencial $L = T - V$, podemos encurtar nossa equação para

$$\frac{\partial L}{\partial r_k} = \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{r}_k}$$

A quantidade $T - V$ é chamado de Lagrangiano do sistema, e a equação para L é chamada de equação de Euler. Em qualquer problema de interesse, obtemos as equações do movimento de maneira direta avaliando a equação de Euler para cada variável.

Dessa forma nós podemos definir que o Lagrangiana de um sistema é a diferença da energia cinética T e a energia potencial V:

$$L(r, \dot{r}) = T(r, \dot{r}) - V(r)$$

3.6 Formulação Hamiltoniana e o princípio integral

As leis do movimento de Newton são frequentemente consideradas postulados fundamentais para descrever o movimento de partículas em um campo gravitacional, a partir de nossas experiências do dia a dia. No entanto, ao generalizarmos, percebemos que não é bem assim. As leis de podem ser derivadas de um princípio mais geral, o princípio de Hamilton. As leis do movimento de Newton são apenas um exemplo de equações que podem ser deduzidas do princípio de Hamilton; as equações do movimento para galáxias em um Universo em expansão são outro.

O princípio de Hamilton é um “princípio integral”, o que significa que considera todo o movimento de um sistema entre o tempo t_1 e t_2 .

A configuração instantânea do sistema é descrita pelos valores de n coordenadas generalizadas q_1, \dots, q_n e corresponde a um ponto particular em um hiperespaço cartesiano onde os q -s formam os n eixos de coordenadas. Este n espaço dimensional é conhecido como espaço de configuração. Conforme o tempo evolui, o ponto do sistema se move neste espaço de configuração, traçando uma curva. Esta curva descreve o caminho do movimento do sistema. O espaço de configuração pode ser muito diferente do espaço tridimensional físico, onde apenas três coordenadas são necessárias para descrever uma posição em um determinado momento. Por exemplo, um sistema que está sendo descrito pelas coordenadas espaciais e pelas velocidades teria um espaço de configuração de seis dimensões em qualquer ponto do tempo.

O princípio de Hamilton é uma versão do princípio integral que considera o movimento de um sistema mecânico, descrito por um potencial escalar que pode ser função das coordenadas, velocidades e tempo. A integral, muitas vezes também referida como a ação, é, em uma forma unidimensional essencial de t_1 a t_2 , dada por

$$A = \int_{t_1}^{t_2} L(x, \dot{x}, t) dt$$

Onde L é o Lagrangiano, dado por $L = T - V$, T e V sendo respectivamente a energia cinética e potencial. O ponto indica a derivada em relação ao tempo. A dependência de x em t não é fixa; ou seja, $x(t)$ é desconhecido. Isso significa que, embora a integral seja de t_1 para t_2 , o caminho exato de integração não é conhecido. O caminho correto de movimento do sistema é tal que a ação tem um valor estacionário;

isto é, a integral ao longo do caminho dado tem o mesmo valor para os infinitesimais de primeira ordem que ao longo de todos os caminhos vizinhos. A diferença entre dois caminhos para um determinado t é chamada de a variação de x . O termo δx é convencionalmente descrito pela introdução de uma nova função $\eta(t)$ para definir a deformação arbitrária do caminho e um fator de escala α para dar a magnitude da variação. A função $\eta(t)$ é arbitrária, exceto por duas restrições: em primeiro lugar, deve satisfazer os valores limite $\eta(t_1) = \eta(t_2) = 0$; em segundo lugar, deve ser duas vezes diferenciável. Os caminhos podem ser descritos como

$$x(t, \alpha) = x(t, 0) + \delta x = x(t, 0) + \alpha \eta(t)$$

Temos um valor estacionário da ação quando a derivada de A em relação ao fator de escala α é zero:

$$\left(\frac{\partial A}{\partial \alpha}\right)_{\alpha=0} = 0$$

A α dependência da integral está contida em $x(t, \alpha)$ e $\dot{x}(t, \alpha)$, portanto

$$\left(\frac{\partial A}{\partial \alpha}\right)_{\alpha=0} = \int_{t_1}^{t_2} \left[\frac{\partial L}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial \alpha} + \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \frac{\partial \dot{x}}{\partial \alpha} \right] dt$$

Ao combinarmos e integrar o segundo termo por partes, obtemos

$$\frac{\partial A}{\partial \alpha} = \int_{t_1}^{t_2} \eta(t) \left[\frac{\partial L}{\partial x} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right] dt + \left[\eta(t) \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right]_{t_1}^{t_2}$$

A parte integrada desaparece devido aos pontos finais fixos (valores de limite). A condição para valores estacionários, é, portanto, igual à seguinte relação:

$$\int_{t_1}^{t_2} \eta(t) \left[\frac{\partial L}{\partial x} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right] dt = 0$$

Para chegar à equação do movimento, o teorema fundamental do cálculo variacional é necessário. Afirma que se a integral desaparecer para cada $\eta(t)$ continuamente diferenciável no (t_1, t_2) , então o

conteúdo dos colchetes na equação deve desaparecer identicamente no mesmo intervalo; isto é, para $t_1 \leq t \leq t_2$. Portanto, segue-se que A pode ter valores estacionários apenas se

$$\frac{\partial L}{\partial x} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} = 0$$

que é a conhecida equação diferencial de Euler-Lagrange. Ao inserir o Lagrangiano, pode-se então deduzir a equação do movimento para o sistema mecânico.

O que torna o princípio de Hamilton tão poderoso é que envolve quantidades escalares, a ação S e o Lagrangiano L, em vez das quantidades vetoriais, forças e momentos, que aparecem na segunda lei de Newton. Isso torna muito mais fácil derivar as equações corretas de movimento em diferentes sistemas de coordenadas, pois é mais simples reescrever o Lagrangiano em um sistema de coordenadas generalizado (q, \dot{q}, t) como $L(q, \dot{q}, t)$ do que transformar diretamente a segunda lei do movimento de Newton, em sua forma vetorial, em um sistema de coordenadas diferente. A equação de Euler-Lagrange permanece a mesma e, portanto, em um sistema de coordenadas generalizado, as equações de Lagrange.

Observe que já obtemos a expressão acima na seção de mecânica Lagrangiana.

$$\frac{\partial L}{\partial r_k} = \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{r}_k}$$

Generalizando a expressão podemos escrever como segue:

$$\frac{\partial L}{\partial q} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} = 0$$

Como a segunda lei de Newton relaciona a derivada temporal do momento à força, no formalismo de Lagrange faz sentido associar um momento generalizado p com coordenadas generalizadas q como

$$p = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}}$$

porque a equação de Euler-Lagrange torna-se:

$$\dot{p} = \frac{\partial L}{\partial q}$$

Esta forma é um resquício da segunda lei de Newton. O que esta forma da equação de Euler-Lagrange torna particularmente claro é que se um componente de coordenada generalizada q_j que não aparecem no Lagrangiano, e que a sua componente impulso é conservada. Isso significa que uma inspeção do Lagrangiano em um quadro de coordenadas bem escolhido pode revelar as quantidades conservadas de um sistema. Essa afirmação está intimamente relacionada ao teorema de Noether, que afirma que se um sistema tem uma propriedade de simetria contínua, então existem quantidades correspondentes cujos valores são conservados no tempo.

Observe que as unidades do momento generalizado não são necessariamente as mesmas que as do momento linear $p = mv$. No contexto da mecânica hamiltoniana, o momento generalizado também é conhecido como o momento canônico.

Na estrutura Lagrangiana, a coordenada q tem primazia: o Lagrangiano $L(q, \dot{q}, t)$ e as equações de Lagrange servem para fornecer uma equação de movimento de segunda ordem para q , enquanto os derivados \dot{q} só aparece como uma abreviatura conveniente para a derivada de tempo de q , mas sem ter muito significado por si só. O formalismo Lagrangiano torna simples derivar as equações de movimento em um conjunto de coordenadas transformadas, $q = G(x)$, onde $G(x)$ é uma função invertível com valor vetorial. No entanto, muito se pode ganhar no entendimento da estrutura da teoria da mecânica clássica, considerando conjuntos mais amplos de transformações.

Como o Lagrangiano é uma função de q e \dot{q} , executamos uma transformação de Legendre do Lagrangiano. Uma transformação de Legendre de uma função diferenciável $f(x, y)$ de duas variáveis onde $u = \partial f / \partial x$ e $v = \partial f / \partial y$ é uma transformação da forma:

$$g = f - ux$$

Em termos de (x, y) o diferencial de f é:

$$df = udx + vdy$$

O diferencial da transformação de Legendre g é:

$$dg = df - udx - xdu = -xdu + vdy$$

Assim, a função g é especificado em termos de (u, y) e nós temos isso:

$$x = -\frac{\partial g}{\partial u}$$

$$v = -\frac{\partial g}{\partial y}$$

Em seguida, obtemos o hamiltoniano como a seguinte transformação de Legendre, lembrando que $p = \partial L / \partial \dot{q}$.

$$H(q, p, t) = \dot{q}p - L(q, \dot{q}, t)$$

O hamiltoniano é uma quantidade útil pois leva a um novo e mais simples conjunto de equações de movimento. A derivada total dH do hamiltoniano pode ser escrita de duas formas: simplesmente usando suas próprias variáveis:

$$dH = \frac{\partial H}{\partial q} dq + \frac{\partial H}{\partial p} dp + \frac{\partial H}{\partial t} dt$$

E usando sua definição em termos da Lagrangiana:

$$dH = pd\dot{q} + \dot{q}dp - \frac{\partial L}{\partial q} dq - \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} d\dot{q} - \frac{\partial L}{\partial t} dt$$

$$dH = -\frac{\partial L}{\partial q} dq + \dot{q}dp - \frac{\partial L}{\partial t} dt$$

Igualando os coeficientes de cada um dos diferenciais nas Equações e usando as equações de Lagrange obtemos então o seguinte sistema de equações:

$$\dot{q} = \frac{\partial H}{\partial p}$$

$$\dot{p} = -\frac{\partial H}{\partial q}$$

Que é conhecido como equações de Hamilton, assim como:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = -\frac{\partial L}{\partial t}$$

A equação de Hamilton é um conjunto de equações de movimento que é equivalente às equações de Lagrange, mas é claro que este conjunto de equações trata de coordenadas q e momentum \dot{p} na mesma base. Em vez de ter um conjunto de equações diferenciais de segunda ordem para \ddot{q} , agora temos um conjunto duas vezes maior de equações diferenciais de primeira ordem para (\dot{q}, \dot{p}) .

Como exemplo de aplicação destes conceitos temos o caso de um pêndulo com um fio de comprimento Λ e massa desprezível e um pêndulo de massa m . Adotamos θ como o ângulo formado pela corda e pelo pêndulo. A energia cinética e potencial são respectivamente

$$T = \frac{1}{2}m(\Lambda\dot{\theta})^2$$

$$U = mg\Lambda(1 - \cos \theta)$$

Portanto, o Lagrangiano é:

$$L(\theta, \dot{\theta}) = \frac{1}{2}m(\Lambda\dot{\theta})^2 - mg\Lambda(1 - \cos \theta)$$

Pelo princípio de Hamilton, a equação do movimento é:

$$\frac{\partial L}{\partial \theta} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} = 0$$

Que se reduz a:

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{\Lambda} \sin \theta = 0$$

Neste exemplo, a coordenada generalizada é θ , a velocidade generalizada $\dot{\theta}$, o momento generalizado:

$$p = \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} = m\Lambda^2\dot{\theta}$$

e a força generalizada:

$$\frac{\partial L}{\partial \theta} = -mg\Lambda$$

Consideramos θ como adimensional. Observe que a velocidade generalizada, o momento e a força não têm as dimensões de suas contrapartes padrão. Como o Lagrangiano no exemplo não depende explicitamente do tempo, o Hamiltoniano é dado por:

$$H = -L + \theta \dot{L}_\theta$$

$$H = \frac{1}{2}m(L\dot{\theta})^2 + mgL(1 - \cos \theta)$$

$$H = T + U$$

É uma primeira integral. Assim, a energia total $T + U$ é constante, ou seja, a energia é conservada.

3.7 Comparação entre as formulações

Podemos observar que as duas formas, tanto a mecânica Lagrangiana quanto a Hamiltoniana são formas de descrever as leis de Newton. A principal diferença entre as duas abordagens é que a Lagrangiana é descrita através da diferença entre as energias cinética e potencial, enquanto a Hamiltoniana é descrita como a soma destas energias. De modo geral podemos notar que tanto a mecânica de Lagrange quanto a de Hamilton fazem uso do conceito de energia, enquanto a mecânica Newtoniana trabalha o conceito de força e sistema de restrições.

A mecânica Newtoniana funciona perfeitamente para caso em que conhecemos as forças envolvidas no problema e adotamos um sistema de coordenadas adequado para a resolução dos problemas. É claro que você pode resolver um determinado problema mesmo para um sistema de coordenadas que não se adequa ao problema e mesmo para caso de forças que não são conhecidas, mas a mecânica é mais prática quando conhecemos as forças envolvidas.

Já a mecânica Lagrangiana não requer um sistema de coordenadas convencional, como por exemplo o sistema cartesiano. Caso você tenha um corpo se movendo ao longo de um fio, você pode adotar como sistema de coordenadas o comprimento do fio. Além disso, como o Lagrangiano depende da energia cinética e potencial, ele simplifica o trabalho com as forças de restrição.

Para um sistema com n coordenadas generalizadas independentes, a abordagem hamiltoniana determina $2n$ equações diferenciais de primeira ordem. Em contraste com mecânica Lagrangiana, onde o Lagrangiano é uma função das coordenadas e suas velocidades, o Hamiltoniano usa as variáveis q e p , em vez de velocidade, isto amplia o campo de transformações possíveis. Comparado com Mecânica Lagrangiana, a mecânica Hamiltoniana tem um arsenal significativamente mais amplo de técnicas que podem ser exploradas para obter uma solução analítica das integrais do movimento para sistemas complexos. No entanto, a abordagem hamiltoniana assume que o sistema é conservativo, colocando-o em desvantagem em relação à abordagem Lagrangiana.

O formalismo hamiltoniano se destaca na mecânica quântica, uma vez que existem regras bem estabelecidas para transformar as coordenadas clássicas e os momentos em operadores lineares usados na mecânica quântica. Similarmente, Mecânica hamiltoniana é a abordagem variacional mais proeminente usada na mecânica estatística.

3.8 O uso de tecnologia no ensino das leis de newton

Existem diversos projetos 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.

Acreditamos 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 familiaridade e o interesse desta geração atual de estudantes com aplicativos e atividades computacionais que geralmente fazem parte do cotidiano de muitos (Souza, 2015).

O uso de tecnologia como destaca Souza, é fator que vem a agregar no processo de ensino aprendizagem, justamente pelo fato de grande parcela dos alunos terem familiaridade com aplicativos e jogos para celulares. Os jogos eletrônicos estão presentes no cotidiano dos nossos alunos a mais de 30

anos, seja através dos consoles, principalmente nos anos oitenta e noventa, ou na forma de jogos para celular a partir dos anos 2000, quando o uso de celular começou a se disseminar pelo Brasil.

Este trabalho constatou, que mais de 90% dos alunos possuem celular, se compararmos os celulares de hoje com os computadores e consoles de vídeo games dos anos 80 e 90, constatamos que o poder computacional de qualquer smartphone de entrada é muito maior que o dos computadores e consoles dessa época.

Algo que foi observado durante a aplicação deste trabalho, é que os alunos em sua maioria possuem celular, o que falta a maioria, principalmente nas escolas da periferia, é acesso à internet. Essa dificuldade é algo que dificulta em muitos aspectos o acesso a algumas tecnologias, como por exemplo o sistema PHET.

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 atrativo o ensino.

Para Veit, a simulação com o MODELLUS, permite que o usuário visualize gráficos através de parâmetros fornecidos pelo usuário, deste modo o aluno pode ver como a alteração de determinados parâmetros altera o comportamento de um corpo. Como exemplo ele utiliza a aplicação ao ensino da segunda lei de Newton.

A segunda Lei de Newton é, e entendemos que não deva deixar de ser, um dos focos centrais de qualquer curso introdutório de Mecânica; porém, se insistirmos em explorá-la somente de modo analítico, limitar-nos-emos à Física de centenas de anos atrás. Aliás, talvez nem mesmo cheguemos a tanto, pois como os estudantes do ensino médio ou ingressantes no ensino universitário geralmente não têm conhecimentos para resolver uma equação diferencial, os problemas abordados costumam se limitar aos mais simples. Mesmo nestes casos, muitas vezes, é investido um longo tempo na solução matemática do problema, sem que seja dada a devida ênfase à situação física, relegada a um segundo plano (VEIT, 2002).

É conhecido o fato de nossos alunos terem aversão a física, e muito disso se deve a uma exploração puramente matemática dos temas abordados, a matemática é importante, mas se o aluno não

compreender os conceitos fundamentais, ele apenas irá memorizar vários procedimentos, vários algoritmos que para ele não irão apresentar nenhum contexto com sua realidade. Percebe-se na fala de Veit a preocupação em não utilizar apenas de métodos expositivos, onde o foco é a resolução de problemas matemáticos. Ele justifica o uso de MODELLUS.

Modellus reside no fato de que este aplicativo dispensa o uso de qualquer linguagem ou metáfora computacional e, adicionalmente, o simbolismo matemático utilizado é idêntico ao de um manuscrito, inclusive quando se formula um problema com equações diferenciais. Assim, caso o aprendiz ainda não tenha maior familiaridade com Matemática, pode vir a adquiri-la na medida em que estuda física com esta ferramenta (VEIT, 2002).

Um dos aspectos importantes a se notar no trabalho de Veit é que este ressalta a importância da compreensão dos conceitos matemáticos, pois o software MODELLUS permite ao aluno compreender por exemplo o comportamento gráfico de uma determinada função. Através da interpretação das equações e da interatividade proposta pelo aplicativo o usuário consegue ter uma compreensão ampla das ferramentas matemáticas, saindo da repetição dos algoritmos e trabalhando com a interpretação dos dados.

Outro aspecto fundamental ao pensarmos o ensino é aspecto lúdico, devido a toda a matemática envolvida, principalmente quando tratamos das aplicações relacionadas as leis de Newton, percebemos que os alunos se sentem desmotivados. Essa falta de motivação leva o aluno a perder o interesse. Daí a importância de inserirmos ferramentas que os alunos vejam como algo voltado para a diversão, pois o professor pode neste ponto atrair o interesse do aluno para a física

Em um escopo puramente lúdico, poder-se-ia dizer que o indivíduo estaria se divertindo, mas para fazê-lo, deverá considerar a gravidade, a velocidade, a aceleração ou a força. É importante notar que o indivíduo não precisa conhecer previamente essas formalizações, mas do ponto de vista do Ensino de Física, tais conceitos poderiam ser apontados e analisados. Apenas a noção de que se pular o personagem vai cair, pode ser uma importante oportunidade de levar o jogador a interagir com o que chamamos de gravidade, um conceito formal (COSTA e RAMOS, 2015).

Como os autores abordam, o aspecto lúdico é importante pois o aluno ao mesmo tempo que aprende ele se diverte com jogos desenvolvidos para fins didáticos.

Pode-se discutir essas situações acerca da física nelas presentes, tanto as que apresentam uma simulação mais fiel às leis da ciência ou não. Procuramos nessas situações elementos que possam ser usados para tratar o conhecimento formal de Física, de forma que se possa usar um console de videogame para ensinar essa matéria. Essa estratégia pode ser eficaz por usar o lúdico para melhorar o ensino dessa matéria, como uma forma alternativa ao método tradicional. Ao mesmo tempo sua discussão apresenta também aos docentes um desafio pedagógico de como lidar com o conhecimento cultural e incluí-lo nas atividades escolares para a melhoria do Ensino de Física (COSTA e RAMOS, 2015).

O jogo pode apresentar problemas físicos de forma direta, que façam parte do próprio game design. Como Costa e Ramos apresentam em seu artigo, a implementação dessas ferramentas requer por parte dos docentes uma formação que lhes permita inserir este tipo de conhecimento cultural em suas aulas. O projeto aqui apresentado é disponibilizado no github, de modo que qualquer docente possa alterá-lo e utilizar em suas aulas, mas para isto requer o aprendizado da ferramenta adotada para o desenvolvimento do aplicativo.

Com o mundo real desses jovens conectado cada vez mais com o mundo virtual, é fundamental que os métodos de ensino passem por uma reformulação e sejam adaptados para o estilo de vida da geração atual e se tornem ambientes motivacionais (EVERS, 2019).

Mesmo que seja desenvolvido para o projeto desta dissertação um jogo, é possível utilizar jogos já existentes, como apresentado pelo trabalho de EVERS e COSTA. Cabe ao professor, baseado nas teorias da aprendizagem adotar a estratégia que melhor se adeque ao seu caso.

Os trabalhos de EVERS e COSTA, partem de jogos conhecidos, e buscam analisar a física presente nos jogos. Esta é uma estratégia válida, pois o aluno pode comparar o que ele observa no virtual e comparar com o real, construindo através da orientação professor os conceitos para uma aprendizagem significativa.

A inserção de qualquer tipo de tecnologia no processo de ensino aprendizagem requer uma atitude proposital do professor, moldando esta atitude conforme as necessidades observadas ao longo do processo. Também o aluno deve ter uma postura ativa, questionando e buscando junto ao professor tirar todas as dúvidas referente ao assunto abordado, deste modo o aluno através de ferramentas tecnológicas, como um computador, celular, tablet ou qualquer outro tipo de dispositivo busque uma alfabetização científica e letramento digital.

Com a atitude proposital do professor e a participação ativa dos alunos utilizando as aulas digitais, navegando no mundo virtual, dois processos foram considerados: a possibilidade da alfabetização científica perpassando o letramento digital. Define-se aqui, para fins de esclarecimentos, como alfabetização científica a apropriação de conceitos científicos que leve o aluno a refletir sobre sua realidade para tomada de postura, além de manusear tecnicamente o computador, desenvolvendo capacidades que o ajudem a interagir e comunicar-se eficientemente em ambientes digitais, produzindo e publicando conteúdos na rede (GOMES, 2013).

Ao abordarmos especificamente o ensino de das leis de Newton, nos deparamos com diversas situações que podem induzir o aluno a erros de interpretação, cabendo novamente ao professor ser o agente que irá direcionar o aluno pelos caminhos que lhe permitirá buscar o melhor entendimento do conteúdo.

Por esse motivo este trabalho busca unir o ensino tradicional com a adoção dos jogos eletrônicos, pois somente a inserção de um jogo no processo de ensino não irá tornar o aluno apto a compreender os conceitos relacionados as leis de Newton, cabe aqui ao professor apresentar os contextos de aplicações, e identificar os pontos que possam ter levado o aluno a uma compreensão equivocada dos conceitos relacionados as três leis de Newton.

Neste trabalho o jogo não parte da interação com o cenário ou a análise da física do mundo do personagem, mas da resposta a questões apresentadas durante a execução do jogo. Parte do princípio apresentado por Skinner, onde temos uma máquina que através do processo estímulo-resposta, temos como resultado a possibilidade de o jogador avançar pelas plataformas. Seguindo os moldes do antigo jogo do Milhão, que inclusive fez parte dos jogos que acompanhavam os vídeos games desenvolvido pela Tec Toy nos anos 90.

As questões apresentadas nos jogos são relacionadas aos conceitos das leis de Newton, através da repetição o aluno adquire os conceitos formais. Dependendo do tipo de conhecimento prévio do aluno cabe ao professor fazer a conexão com os fenômenos observáveis.

Podemos notar que os autores mencionados aqui, todos eles de alguma forma colocam a importância do professor como o mediador do conhecimento, a tecnologia é a ferramenta, mas o artesão é o professor, que através da técnica e as ferramentas adequadas auxilia o aluno no processo de aprendizagem. A tecnologia é importante, mas o material humano é indispensável.

CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA E RELATO DE EXPERIÊNCIA EM SALA DE AULA

4.1 Tipo de Pesquisa

O trabalho foi desenvolvido utilizando os princípios da pesquisa qualitativa, pois busca analisar como o aluno irá agir e se relacionar com o tema abordado, no caso as leis de Newton. Será utilizado especificamente a pesquisa qualitativa etnográfica na educação, pois a partir de uma análise com base na percepção, atribuição e opinião dos atores envolvidos no processo, busca-se compreender como o uso de tecnologias como o celular pode ajudar no processo ensino-aprendizagem.

A partir da análise de dados veremos como o uso de um videogame pode influenciar na educação de nossos alunos. Tomando como base as teorias da aprendizagem expostas anteriormente neste trabalho, busca-se construir conceitos que poderão ser aplicados mesmo se utilizarmos instrumentos ou conteúdos diferentes em física.

Tradicionalmente caracterizada pela realização de observação participante e pesquisas intensivas, a etnografia é um enfoque ou perspectiva de pesquisa aberta a outras estratégias e procedimentos de coleta de dados e não deve ser considerada enquanto um conjunto de procedimentos de pesquisa, o que significaria reduzir uma rica abordagem teórica a um mero protocolo. É preciso compreender que fazer etnografia não dependesse única e exclusivamente dos tipos de instrumentos utilizados para coletar dados, mas sim da abordagem teórica que definirá a forma como estes dados são vistos, interpretados e relacionados. (...) A pesquisa etnografia permite que se compreenda ‘de dentro’ os processos educacionais, ao buscar explicar a realidade com base na percepção, atribuição de significado e opinião dos atores sociais envolvidos. Assim, a etnografia na pesquisa em educação contribui para a descoberta da complexidade dos fenômenos educacionais e possibilita um conhecimento real e profundo dos mesmos, à partir do qual podem ser pensadas possibilidades de intervenção, inovações, mudanças curriculares e novas possibilidades de dialogar com os saberes discentes e docentes (JARDIM, 2013).

4.2 Local da aplicação da pesquisa

A aplicação do projeto ocorreu na escola estadual Marcantônio Vilaça II, também conhecida como CPM 2, com 81 alunos do primeiro ano do ensino médio, sendo as turmas 8 e 9, alvos da pesquisa. A aplicação ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2019. A idade dos alunos da pesquisa varia entre 15 e 16 anos. O Anexo 3, apresenta um quadro com a descrição dos alunos e suas medias nos três primeiros bimestres. Ao analisar a tabela notamos que a média da turma 8 é 6,9 e da turma 9 é 7,05. Notamos que as médias estão próximas.

Para a aplicação da pesquisa foi tomada duas turmas que apresentavam medias similares em bimestres anteriores. Esta divisão foi realizada de modo a comparar o desempenho nas avaliações dos alunos que utilizaram o aplicativo nas atividades em sala de aula e os que não utilizaram. A turma 8 foi a escolhida para a utilização do aplicativo.

Além dos alunos foi feito uma pesquisa com os professores, para determinar a aceitação do tipo de atividade a ser realizada. Essa pesquisa busca conhecer como os professores veem o uso de da tecnologia no processo de ensino aprendizagem.

4.3 Uso da Unity 3D para o desenvolvimento do jogo

O projeto parte do desenvolvimento de um jogo para aplicativos móveis utilizando a plataforma Unity 3D. Essa game engine é utilizada para o desenvolvimento de diversos tipos de jogos, pois apresenta um sistema simples e fácil de utilizar. Assim, tanto iniciantes quanto profissionais conseguem aproveitar todos os recursos oferecidos para o desenvolvimento de seus jogos. Com esta ferramenta é possível desenvolver jogos em 2D ou 3D com diversos estilos de gráficos e mecânicas para várias plataformas.

Um dos motivos que torna a plataforma uma das mais utilizadas pela comunidade de desenvolvedores é a possibilidade de criarmos jogos multiplataformas, além da disponibilidade de uma versão gratuita.

4.4 Fundamentos necessários para o desenvolvimento de um jogo

Ao desenvolvermos um jogo, um dos primeiros passos é criar o conceito, a ideia inicial para o jogo. Após esta etapa é necessário definir a mecânica do jogo, entenda-se por mecânica toda a interação do usuário com o jogo. Outro aspecto importante no desenvolvimento de um jogo é definirmos as regras

do jogo, descrevendo como ocorre as vitórias e derrotas em um jogo, pois todo jogo deve possuir limites espaciais e temporais, ter regras, e objetivos (HUIZINGA, 1999).

Um programa educacional, que tem como modelo de ambiente o jogo, caracteriza-se normalmente por conter telas visualmente atrativas, eventualmente com música e animação; ser de fácil interação do usuário com o sistema; possibilitar variações de ambiente e de níveis de dificuldade e atividades; ser executado em tempo real e fornecer respostas imediatas; desafiar a curiosidade e o interesse crescentes para a exploração do jogo (MORATORI, 2003).

O jogo utiliza como conceito o sistema de perguntas e respostas que liberam a passagem do personagem, a partir deste conceito é construído todo o nível do jogo. O jogo parte de uma abordagem behaviorista, onde o aprendizado parte da ação do indivíduo (SKINNER, 1972). Skinner propôs uma máquina de ensinar, que segundo sua visão deveria facilitar o aprendizado.

A proposta de um jogo baseado em perguntas e respostas vem substituir os exercícios de fixação dos conteúdos abordados nas aulas expositivas, deste modo o jogo funciona como uma ferramenta de avaliação do conhecimento adquirido ao longo do processo de ensino, além de contribuir para a fixação do conteúdo. Neste contexto o professor ao longo do processo passa a ser um mediador do conhecimento, estimulando o aluno a investigar e buscar as respostas para as questões (MORAN, 2000).

Para aumentar o desafio, o jogo é baseado no sistema de plataformas 2D, onde o personagem comandado pelo usuário vai de um ponto a outro, sendo necessário que passe por obstáculos e responda as perguntas.

Para a criação do jogo é utilizado assets, que são ferramentas que auxiliam no desenvolvimento do jogo, eles estão disponíveis na própria loja da Unity. Entre os que são utilizados no jogo temos os elementos do cenário, o personagem e os elementos em que há interação como as moedas e os pássaros.

Os elementos utilizados no jogo são fornecidos gratuitamente na loja da Unity. Através da união destes elementos conseguimos criar um visual simples e ainda assim atrativo para os alunos. Devemos ter em mente ao elaborarmos qualquer jogo ou programa educacional, que além das regras e todo o game design é fundamental o refinamento visual, pois devemos apresentar o jogo para o usuário de forma atraente, com um visual que seja dinâmico que desperte o interesse do usuário. Devido a estas

características adotamos cores sóbrias e um personagem atrativo ao usuário. O que está ilustrado na imagem a seguir.

Após definirmos todo o aspecto é necessário inserirmos a lógica por trás do jogo, utilizando uma linguagem de programação adequada para cada sistema. No caso da Unity a linguagem utilizada é o C#, leia-se C Sharp. É uma linguagem bastante popular entre a comunidade de programadores para os mais diversos fins, entre os quais o desenvolvimento de jogos. A linguagem foi desenvolvida pela Microsoft, empresa criadora do sistema operacional Windows.

O jogo desenvolvido segue o estilo plataforma, onde o jogador se move com rolagem lateral da tela, para ocorrer o progresso pela fase é necessário responder a uma pergunta relacionada ao conteúdo abordado em aula expositiva sobre as leis de Newton, estando correta a resposta é liberada a passagem do jogador, caso contrário o jogo reinicia.

Como o assunto abordado neste trabalho envolve apenas as leis de Newton, o jogo se restringe a apenas uma fase. O fato de ele estar disponível on-line, permite que outro professor faça modificações em seu código para a inserção de novas fases relacionadas a atividade a ser desenvolvida.

4.5 Usando a Unity para o desenvolvimento do jogo

Para criarmos o jogo criamos um novo projeto utilizando o modelo fornecido pela engine, basta clicar sobre a opção 2d, dar um nome ao projeto e escolher o local onde será salvo o projeto em seu computador.

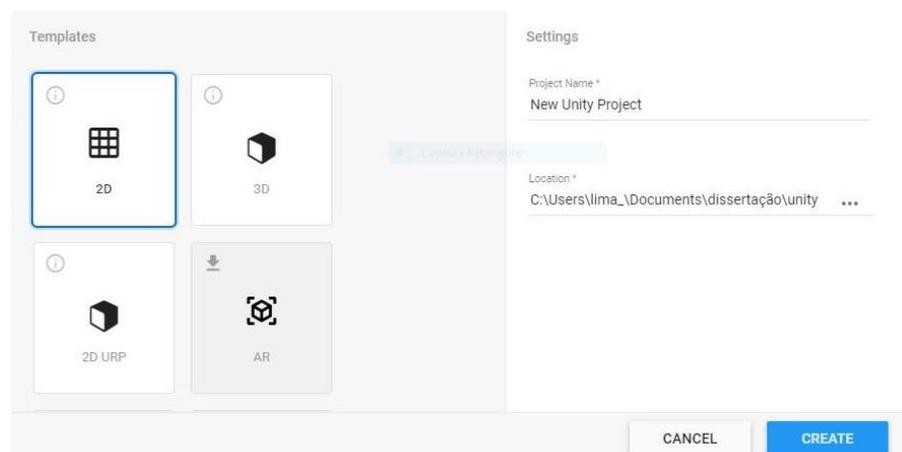


Figura 7 - Criação de projeto na Unity

Ao iniciar um novo projeto será apresentado ao usuário a seguinte tela:

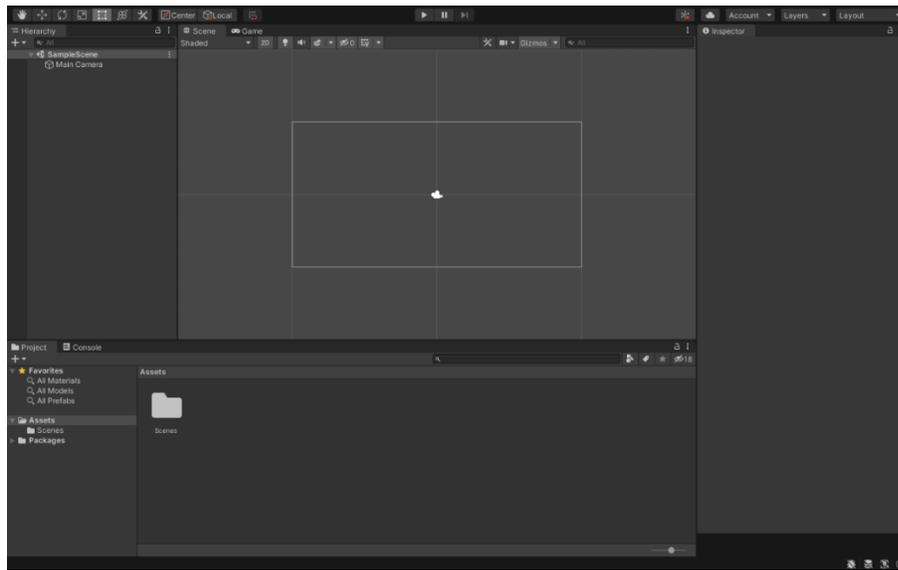


Figura 8 - Ambiente de desenvolvimento Unity

Este é o ambiente de desenvolvimento da Unity, temos uma região a esquerda onde visualizamos os itens adicionados ao jogo, na parte inferior temos as pastas e assets adicionados ao jogo, a direita temos a aba inspector onde visualizamos as propriedades dos elementos adicionados ao jogo.

Para o cenário e os personagens vamos adicionar os seguintes assets, que estão disponíveis na asset store, que pode ser acessada clicando em window depois na opção asset store.

O primeiro asset a ser adicionado é o do nosso personagem, pesquise a opção Orc Warrior Cartoon Character, observe que este um produto gratuito, existem outras opções pagas. Clique em Open in Unity e em seguida clique na opção download que aparecerá na package manage da Unity.

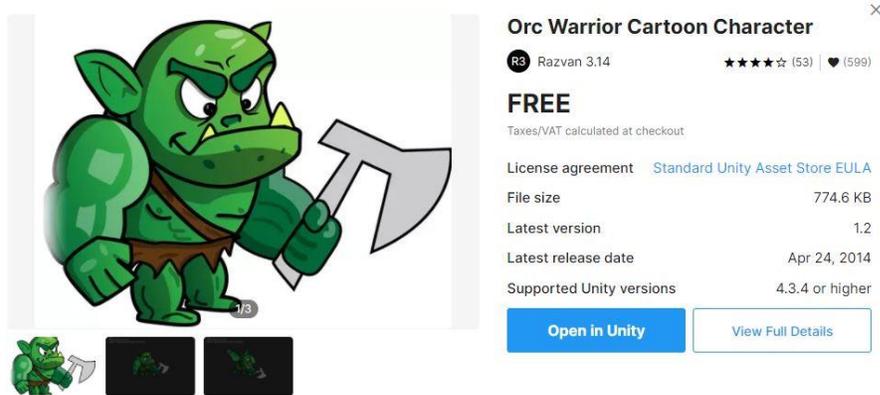


Figura 9 - Asset Orc da asset store

O próximo item a ser instalado é o 2d sprites pack, este pacote nos fornece todo os elementos necessários para a montagem do jogo.

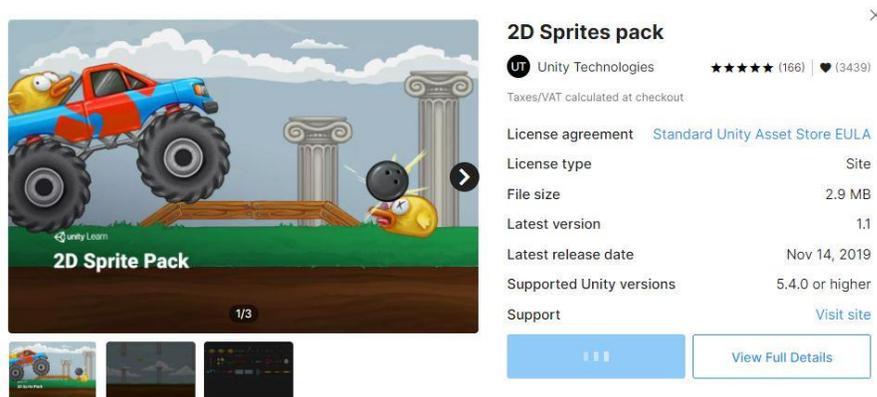


Figura 10 - Asset dos cenários

Com estes elementos inseridos no jogo basta montar o cenário com as ferramentas fornecidas pela engine o resultado deve ser algo semelhante a figura 11.

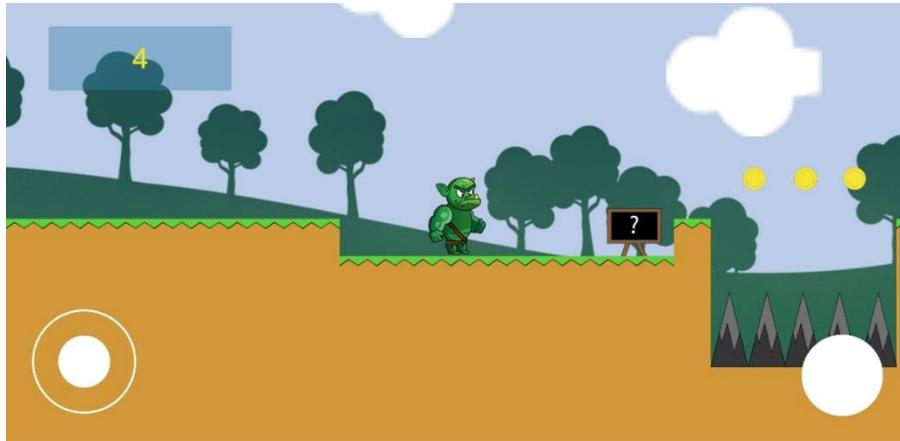


Figura 11 - Tela do jogo

Para a movimentação do personagem é necessário a inserção do seguinte código:

```
private void mover()
{
    float moverHorizontal = Input.GetAxis("Horizontal") * velocidade;
    float moverJoystick = joystick.Horizontal * velocidade;
    rb.velocity = new Vector2(moverJoystick * velocidade + moverHorizontal * velocidade, rb.velocity.y);
    if ((moverJoystick < 0 && !frente) || (moverJoystick > 0 && frente)
        || (moverHorizontal < 0 && !frente) || (moverHorizontal > 0 && frente))
    {
        andar = true;
        flip();
    }
    if (moverJoystick == 0)
    {
        andar = false;
    }
}
```

Figura 12 - código de movimentação do personagem.

Quando o personagem interage com os quadros com interrogação ele precisa responder a uma pergunta, esta interação chama uma tela representado pela figura 13.



Figura 13 - Exibição da pergunta

Para exibir este quadro é inserido o seguinte código:

```
public void painel(string pergunta, string opt1, string opt2)
{
    questionTxt.text = pergunta;
    questionOption1.text = opt1;
    questionOption2.text = opt2;
}

public void ocultarPainelPergunta()
{
    diretor.continuarJogo();
    painelPergunta.SetActive(false);
}

public void exibirPainelPergunta()
{
    painelPergunta.SetActive(true);
}
```

Figura 14 - Código da tela de pergunta

Para cada pergunta temos um código que é inserido em um arquivo separado dentro da engine, que podem ser visualizados dentro da pasta script>perguntas como na figura 15.

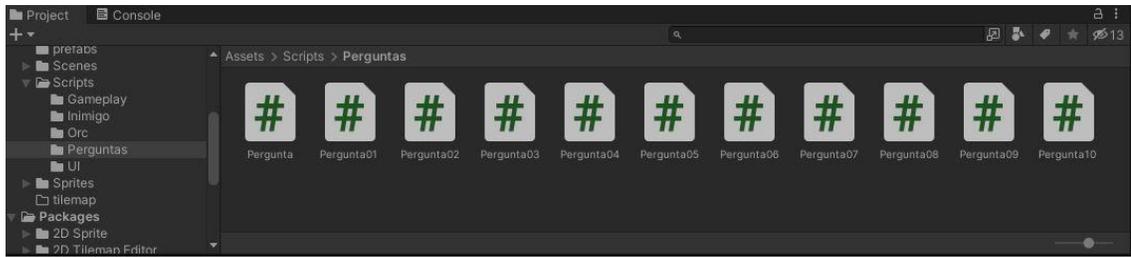


Figura 15 - Códigos das perguntas

Após a isso para criar um desafio inserimos os inimigos que são pequenos pássaros que ao tocarem em nosso personagem causam a sua derrota. Toda a movimentação do personagem é controlada pelo código a seguir:

```

void Update()
{
    if (moveDireita)
    {
        rb.transform.Translate(2 * Time.deltaTime * velocidade, 0, 0);
    }
    else
    {
        rb.transform.Translate(-2 * Time.deltaTime * velocidade, 0, 0);
    }
}

private void OnCollisionEnter2D(Collision2D collision)
{
    if (moveDireita)
    {
        moveDireita = false;
        sprite.flipX = false;
    }
    else
    {
        moveDireita = true;
        sprite.flipX = true;
    }
}

```

Figura 16 - Código da movimentação dos inimigos

Este código define apenas como irá ocorrer a movimentação do personagem dentro do jogo, os danos são definidos pelo seguinte código:

```
private void OnTriggerEnter2D(Collider2D collision)
{
    if (collision.gameObject.CompareTag("dano"))
    {
        this.morto = true;
        diretor.gameOver();
    }

    if (collision.gameObject.CompareTag("fim"))
    {
        diretor.painelFimDejogo.SetActive(true);
    }
}
```

Figura 17 - Código do dano

O projeto desenvolvido neste projeto estará disponível no seguinte endereço <https://github.com/allanllima/OrcFisica>, para consulta do código e para mudanças de acordo com a necessidade de cada professor.

Ao finalizarmos o jogo é gerado um executável para sistema Android, que está disponível na loja de aplicativos da Google, a PlayStore, pode ser encontrado com o nome Orc e a Física. A partir da loja de aplicativos do sistema Android presente em seus aparelhos celulares, os alunos poderão baixar e testar o jogo.



Figura 18 - Jogo na PlayStore

4.6 Sequência didática.

Para aplicação do projeto foi elaborado uma sequência didática aplicada na escola estadual Marcantônio Vilaça II a aplicação foi realizada no mês de novembro de 2019. Para a aplicação foi selecionada duas turmas do primeiro ano, o 1º 8 e 1º 9, para a turma 8 foi realizada uma sequência didática adotando o jogo, já para a turma 9 foi adotada a metodologia expositiva tradicional.

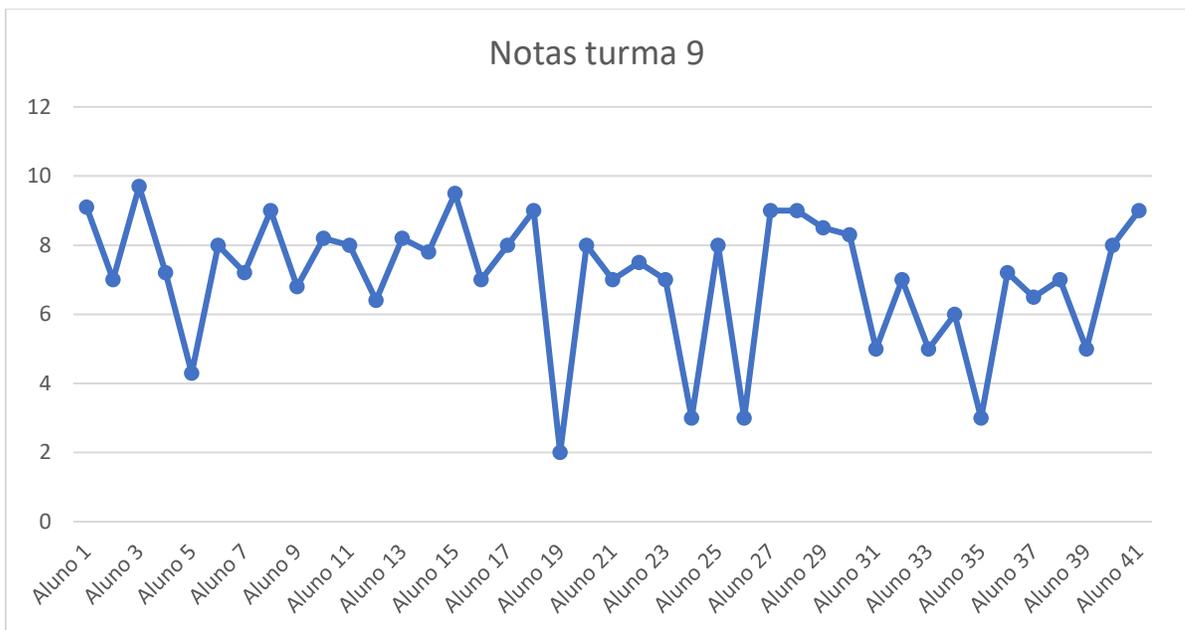
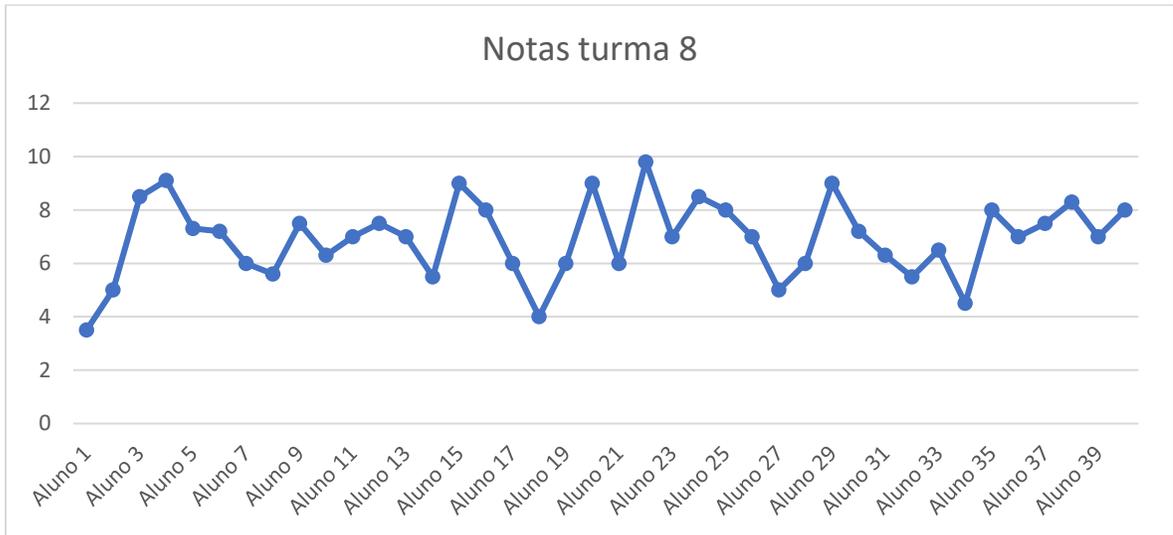
Foi realizado 4 encontros para cada turma, no primeiro encontro foi aplicado um teste de sondagem, no segundo uma revisão da teoria, no terceiro a aplicação do jogo e no quarto uma avaliação pós teste.

4.6.1 Primeira etapa

Na primeira etapa foi realizada uma avaliação após a realização de uma revisão do conteúdo abordado no primeiro bimestre. Esta avaliação visa analisar o que os alunos tinham retido de

conhecimento das leis de Newton, isto se fez necessário pois a aplicação do projeto foi feita quatro meses após a aplicação do assunto em sala de aula. Para a aplicação do questionário foi necessária uma aula com cada turma, com duração de 50 minutos.

Segue abaixo gráfico com as notas obtidas pelos alunos:



Nesta primeira etapa essa revisão é necessária para analisarmos o conhecimento prévio dos alunos. Com base no conhecimento e nas dúvidas dos alunos foi elaborada uma aula de revisão, permitindo que ocorra assimilação do conteúdo por parte dos alunos.

Nesta etapa também aplicamos um questionário para conhecermos os alunos e a receptividade ao uso do celular como instrumentos de ensino. Os professores também participaram desta primeira sondagem para medirmos a receptividade dos professores ao uso do celular em sala de aula.

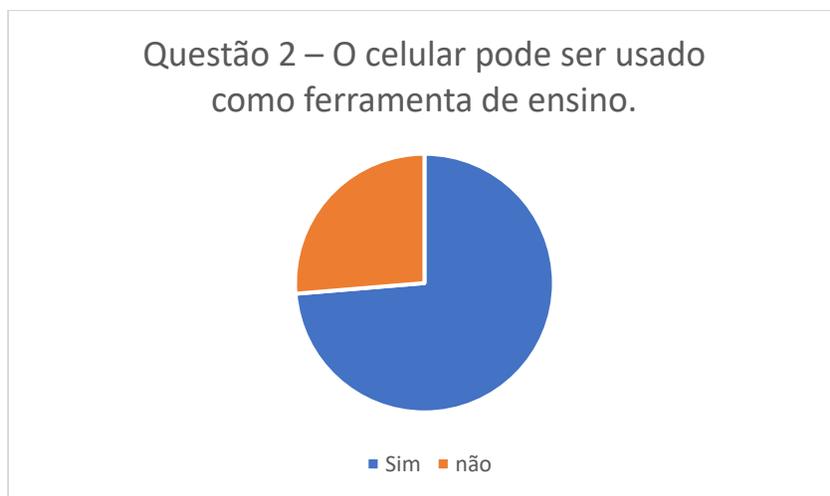
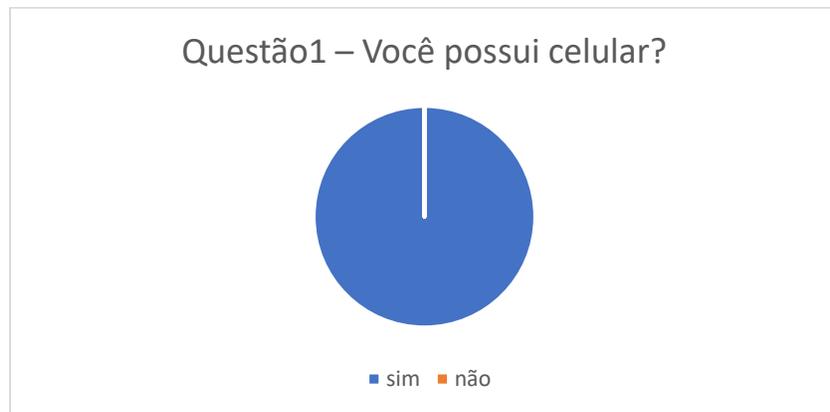
Os questionários têm como objetivo conhecer o público-alvo da pesquisa, tanto os discentes quanto os docentes, pois é necessário traçar um cenário do local de aplicação do projeto. Este questionário busca construir um ambiente que atenda os anseios das duas partes, mas principalmente que atenda às necessidades dos alunos. Esse reconhecimento é necessário, pois o meio com o qual o aluno interage é fator fundamental no processo de aprendizagem (VYGOTSKY, 1978).

O questionário dos alunos busca estabelecer sua familiaridade com a tecnologia, desde o uso de celulares e computadores, até seu interesse por jogos. É necessário analisar este perfil, pois alunos que não tenham acesso a celular ou o hábito de jogar, terão dificuldades com a ferramenta.

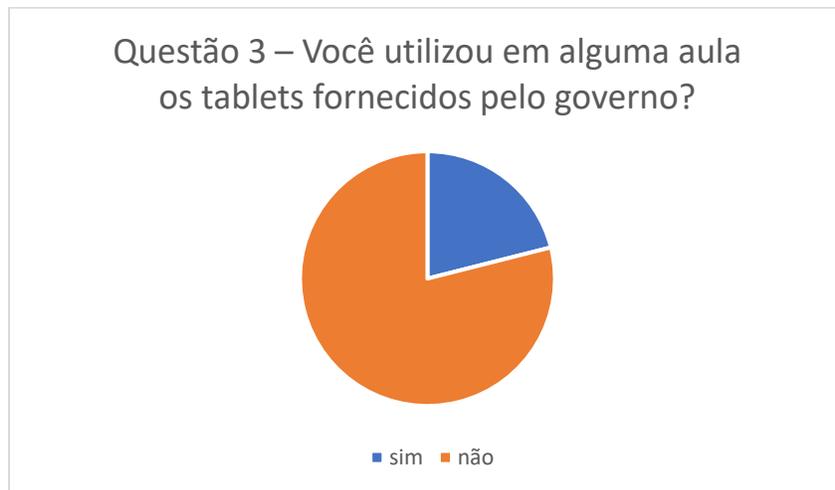
Ao aplicarmos o questionário com os professores podemos observar alguns aspectos. O principal é que apesar de termos nos últimos anos aumentado o uso de ferramentas relacionadas as TICs, ainda há por parte de alguns docentes a resistência quanto a inserção de tecnologias no processo ensino aprendizagem.

Apesar de tudo, podemos notar que há muitos professores utilizando tecnologias em suas aulas, como pode ser observado pelos gráficos a seguir.

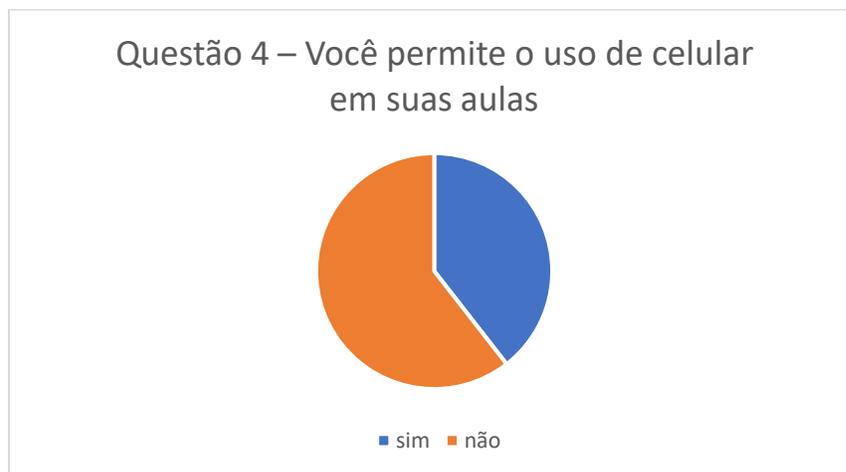
Quanto ao fato de possuir celular podemos notar que todos os docentes pesquisados na escola possuem acesso a celular, assim como podemos notar que quase três quartos dos professores veem o celular como uma ferramenta de ensino.



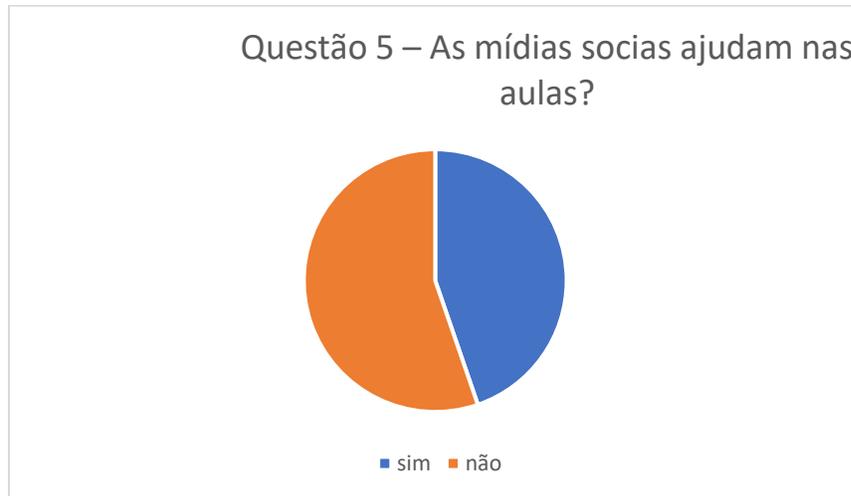
Outro fato a ser observado é que apesar do governo ter ofertado aos docentes e discentes ferramentas para o uso em sala de aula, é possível observar que poucos utilizaram estes recursos em suas aulas. Quando questionado a maior parte dos professores o porquê de não utilizar as ferramentas, todos alegam a burocracia por parte dos gestores e pedagogos. Isto fica claro ao observamos que menos de um quarto dos professores utilizaram em suas aulas os tablets ofertados pelo governo.



A pesquisa mostra que os professores também veem o celular como uma ferramenta e o utilizam como parte do processo de ensino aprendizagem, como podemos observar pelo gráfico a seguir.

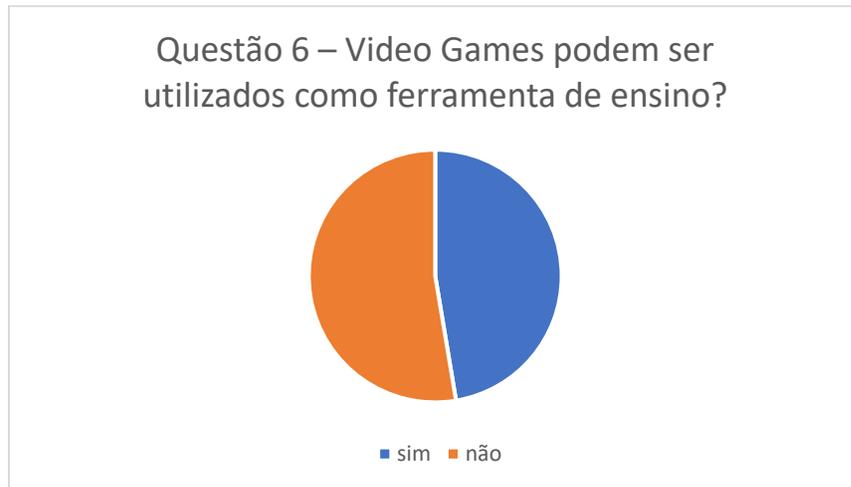


O número ainda é baixo, não chega a metade dos professores, mas por ser uma escola de ensino militar os números são significativos, pois existem diversas restrições por parte da própria escola quanto ao uso de celular durante as aulas.

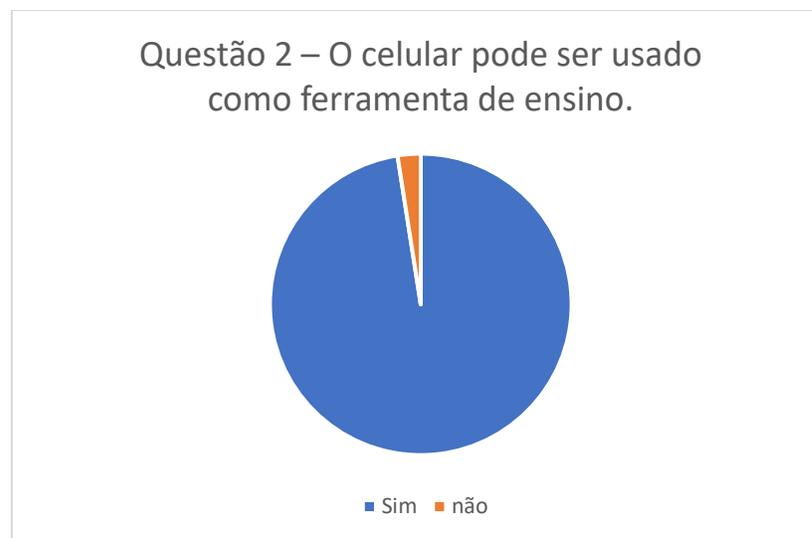
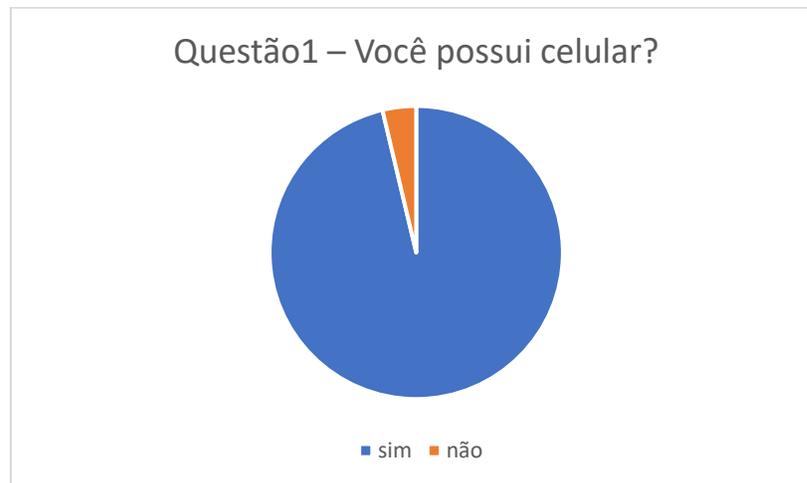


Mesmo que uma parte não utilize o celular em sala de aula, ainda assim alguns professores utilizam as mídias sociais para auxiliar no processo ensino aprendizagem.

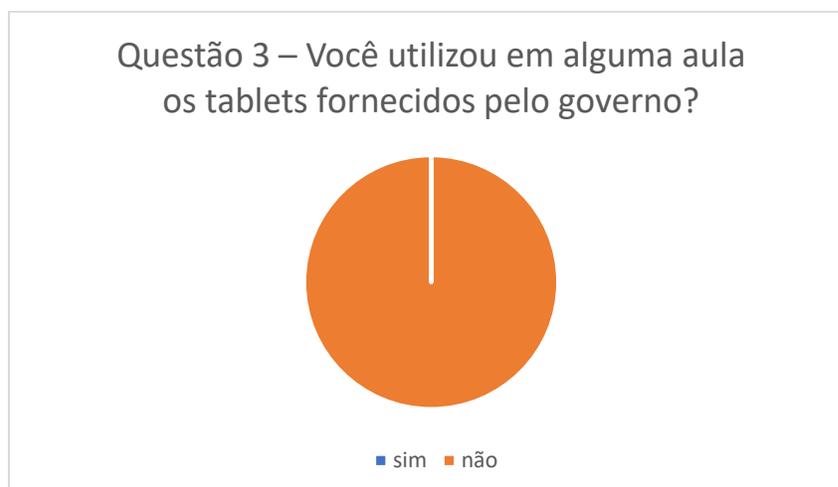
Podemos observar também que quase metade dos professores são receptivos ao uso de vídeo games no processo de ensino aprendizagem. O que podemos ver através do gráfico.



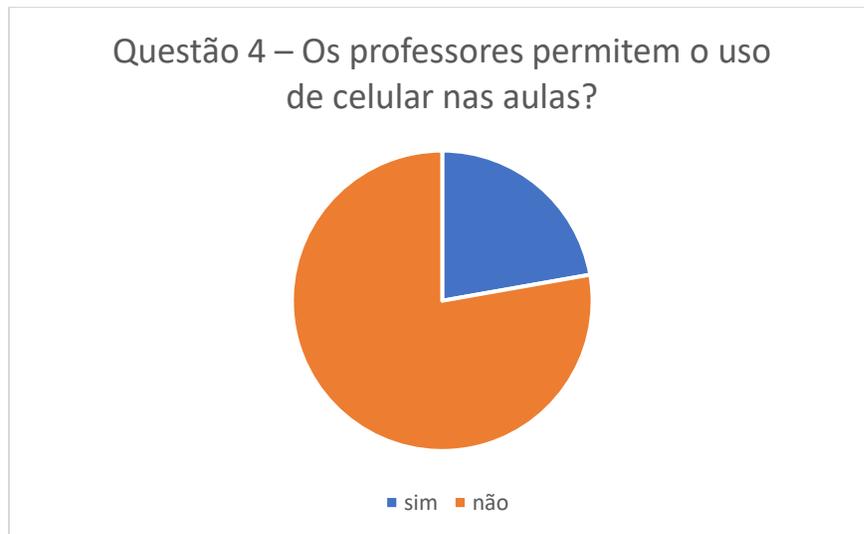
Por parte do aluno podemos notar que a maioria dos alunos possuem celular e que na visão deles o celular pode ajudar nas aulas.



Interessante notar que todos os alunos da pesquisa relataram nunca ter utilizado os tablets durante as aulas, alguns chegaram a relatar que desconheciam a existência de tablets fornecidos pelo governo.



Assim como observamos o relato de que poucos professores permitem o uso de celular durante as aulas.



Já quanto ao uso de mídias sociais e o uso de vídeo games nas aulas, podemos observar que apesar de pequena diferença entre as opiniões podemos notar que tanto alunos quanto professores estão divididos quanto ao uso destas tecnologias.

Vale ressaltar que este estudo ocorreu antes da pandemia que se instalou no país em 2020. Então o cenário mudou em relação à época desta pesquisa.

4.6.2 Segunda etapa

Na segunda etapa, após constatar as dificuldades dos alunos em determinados pontos foi aplicada aula expositiva, revisando os principais pontos de dúvida de alunos. Também estes pontos foram utilizados para a elaboração dos exercícios em sala de aula e das perguntas que seriam aplicadas no jogo. Nesta etapa foram necessárias três aulas, para cada turma.

Anexo a este trabalho está o plano de aula para esta atividade.

As aulas seguiram os moldes tradicionais, utilizando como ferramentas notebook, Datashow e slides. A exposição do conteúdo em cada aula teve duração de 25 a 30 minutos e o tempo restante foi aberto aos alunos para levantarem questionamentos. Em algumas aulas os alunos mostraram resistência

em participar, foi necessário a intervenção por parte do professor, através de perguntas que estimulassem a participação dos alunos.

A aula expositiva busca através do mediador, o professor, apresentar ao aluno conceitos, para que este possa adquirir conhecimentos que se integram à sua estrutura cognitiva, formando o que Ausubel chama de subsunçores. Esta aula procura criar dúvidas e questionamentos que o aluno poderá responder na parte prática.

Esta aula se faz necessária pois o assunto leis de Newton foi apresentado aos alunos no início do ano letivo, e alguns apresentam dúvidas em relação ao conteúdo abordado.

Neste momento, muitos alunos apresentavam suas dúvidas e através da socialização do conhecimento e das dúvidas íamos buscando sanar as dúvidas dos alunos.

4.6.3 Terceira etapa

Na terceira etapa, os alunos da turma oito, instalaram o jogo em seus celulares a partir da loja de aplicativos do sistema Android, foram dedicadas duas aulas para os alunos utilizarem o jogo. Alguns alunos não possuíam celular com sistema Android, foi então formado grupos, onde eles compartilhavam do celular.



Figura 19 - Aplicação do projeto, alunos separados em grupos

A aula com o uso de celular, onde o aluno irá utilizar um jogo que apresenta conceitos relacionados ao apresentado na aula expositiva, busca reforçar o que foi exposto em sala de aula, no jogo o aluno poderá através do modelo estímulo e recompensa desenvolver uma aprendizagem significativa. Neste ponto vale ressaltar a importância do trabalho de Skinner, onde temos um jogo, que seria para ele sua máquina de ensinar, que auxilia no processo educacional criando os subsunçores de Ausubel.



Figura 20 - Aluno utilizando o jogo durante a aplicação do projeto

A formação dos grupos não visava apenas suprir a falta de celular por parte dos alunos, mas também socializar com o conhecimento, onde um aluno que soubesse a resposta a uma questão do jogo auxiliava o colega, para que este conseguisse passar para uma nova fase.

Isto só foi possível pois o jogo só permite o avanço para uma próxima após o jogador responder a uma pergunta. Foi permitido aos alunos que consultassem seu material didático durante as aulas.

Como o jogo para permitir o avanço para uma próxima etapa era necessário responder algumas perguntas foi permitido o uso de material de pesquisa para a resolução das questões.

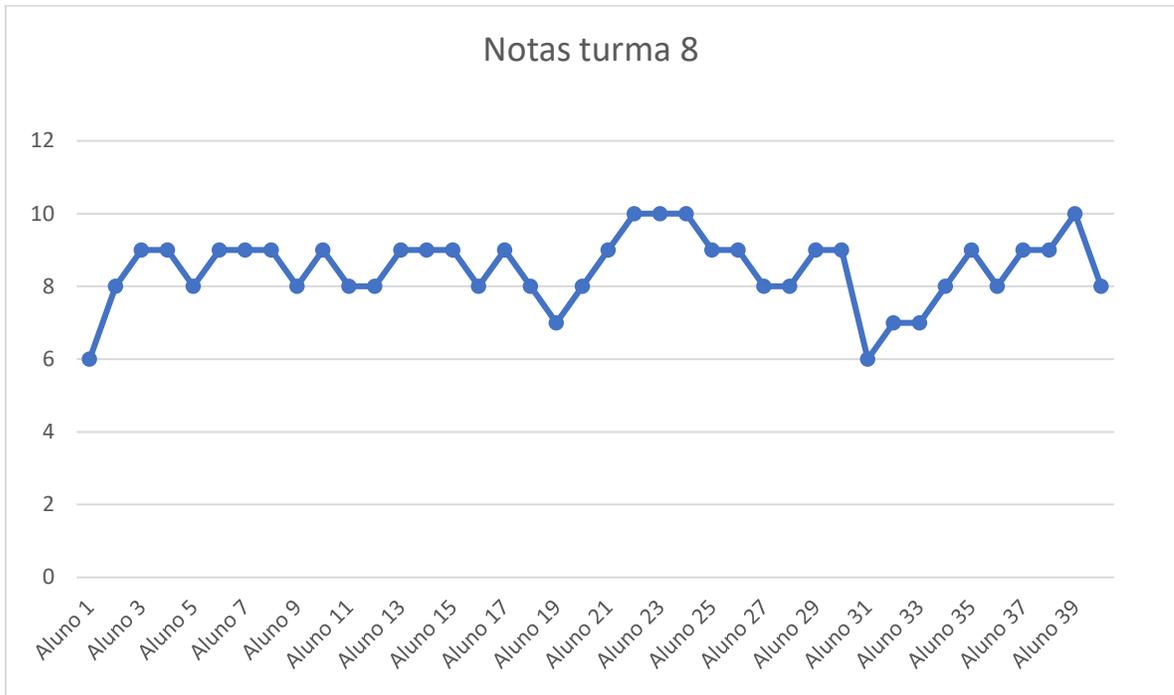


Figura 21 - Pontuação obtida pelo aluno

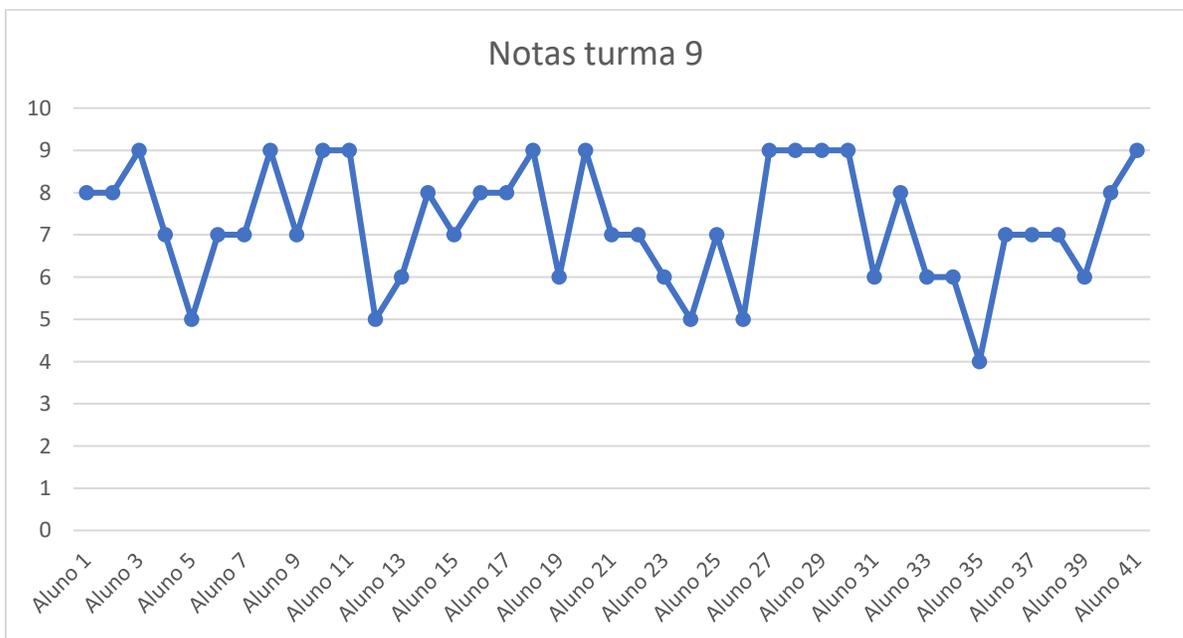
Ainda na terceira etapa, para a turma nove foram dedicadas duas aulas para resolução de problemas e exercícios em sala de aula.

4.6.4 Quarta etapa

Os alunos de ambas as turmas foram submetidos a uma avaliação composta por dez questões. A partir do resultado destas avaliações discutimos a eficácia do uso de jogos para o ensino de física. A avaliação busca analisar se houve uma aprendizagem realmente significativa, se o que foi proposto no trabalho foi realmente alcançado.



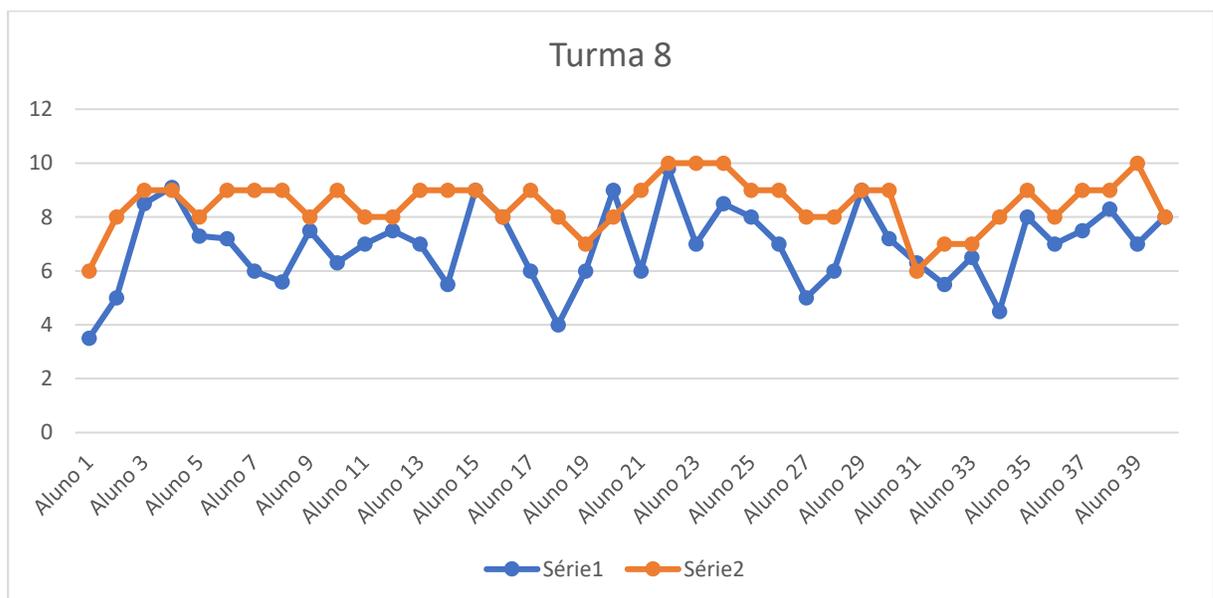
Os gráficos demonstram uma melhora no desempenho dos alunos após as aulas, mas discutiremos os resultados com detalhes na próxima seção.



4.7 Descrição detalhada da pesquisa

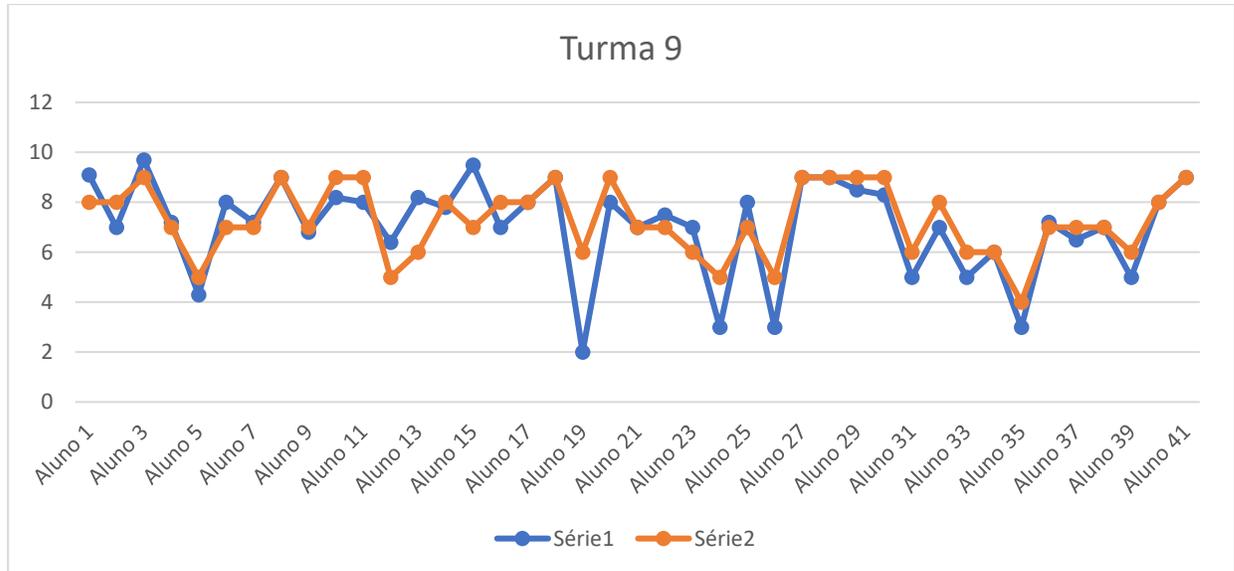
Podemos observar com o resultado das avaliações, que em ambos os casos houve melhora no desempenho dos alunos. Mas podemos notar que o desempenho da turma 8 em relação a turma 9 foi melhor.

O gráfico abaixo mostra o desempenho da turma 8, onde foi utilizado o jogo como instrumento pedagógico. Notamos que a maioria dos alunos obtiveram melhor desempenho na segunda avaliação.



Poucos alunos tiveram um desempenho inferior ao da primeira avaliação. O gráfico nos mostra que dos alunos analisados mais de 90% obteve nota melhor do que em sua primeira avaliação.

Já para a turma 9, onde a aula foi aplicada utilizando a metodologia tradicional, com aula expositiva e exercícios, notamos que as notas na maioria dos casos tiveram melhoria, mas ainda assim foi pouco se comparado com o desempenho da turma 8.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim deste trabalho podemos constatar que o uso de vídeo games apresentou um resultado satisfatório. Podemos notar que o trabalho de Skinner ainda é relevante, mas que somente ele não deve ser levado em consideração ao analisarmos uma metodologia de ensino.

Devemos considerar em nossos trabalhos as diversas dificuldades que nossos alunos carregam, que se originam nos mais diversificados fatores. Sabemos que o ensino de ciências encara em nosso país, e no mundo, diversos desafios.

Entre estes desafios talvez o mais urgente tenha sido a motivação. Devemos sempre pensar metodologias que motivem nossos alunos a se interessarem por ciências, metodologias que devem se basear nos clássicos, mas também buscar nos autores atuais ideais de como construir ferramentas que façam nossos alunos enxergarem a importância da física em seu dia a dia.

Na educação se questiona muito a importância do behaviorismo e sua relevância em nossos dias. No entanto enquanto muitos teóricos da educação buscam fugir dos paradigmas propostos por esta corrente filosófica, notamos que mídias como os vídeos games aplicam as teorias behavioristas na construção dos jogos.

Os jogos são construídos a partir de um Game Design Development (GDD) que se baseia nos princípios de estímulo e resposta, pois isto busca o engajamento do usuário do jogo. O mesmo ocorre com as redes sociais, todo o engajamento é construído através do estímulo que são as curtidas, as visualizações e reações das pessoas as postagens.

Os jogos também partem do princípio de um design familiar, ou seja, todos os jogos possuem alguns comandos em comuns, ou seja, parte do que você já conhece para construir uma experiência nova. Isso se encaixa na teoria de Ausubel, e sua percepção de que todo novo aprendizado se baseia em gatilhos que a pessoa possui.

Quando alguém desenvolve um jogo com uma mecânica desconhecida, a possibilidade de que ele venha a ter sucesso é muito pequena se compararmos com um jogo que possua uma estrutura familiar. Você pode inovar, mas não ao ponto de tornar a experiência estranha. Em alguns casos tal experiência pode trazer efeitos desagradáveis.

Devemos ter em mente ao elaborarmos nossas aulas estas dificuldades, devemos pensar nossa metodologia dentro de conceitos que são familiares aos alunos. Ao apresentarmos uma metodologia que fuja ao cotidiano de forma brusca, isso acarretará ao aluno um desconforto, uma falta de familiaridade com a abordagem. A aceitação da metodologia é tão importante quanto o conteúdo, isso ficou claro com a pandemia de 2020, pois se pensava que os alunos estavam familiarizados com as ferramentas digitais, estavam, mas não para utilizá-la em seu cotidiano, principalmente como instrumento de formação.

O jogo foi elaborado com uma temática comum aos alunos, um jogo de plataforma com obstáculos, que para se serem ultrapassados se faz necessário responder a um questionário. O erro faz com que o aluno sofra um Game Over, a repetição ajuda o aluno a fixar os conceitos, pois constantemente ele tem que reiniciar o jogo. Como é permitido ao aluno pesquisar a resposta, isso facilita a sua passagem pelo obstáculo.

A questão a se levantar e que é relevante aqui é a importância do professor como mediador, pois o aluno pode através da repetição fixar o conceito, mas não fazer uma relação com as demais áreas de

conhecimento. Aqui cabe o professor ajudar o aluno a fazer a conexão, pois para haver uma aprendizagem significativa o aluno tem que internalizar o conceito, e com isso conseguir fazer uma relação com os fenômenos que ele observa em seu dia a dia.

Outro fator relevante aqui é a interação, a aplicação foi feita em grupo, pois permitiu que os alunos que já haviam conseguido finalizar o jogo ajudassem os colegas, compartilhando a experiência com os colegas. Neste ponto percebemos a importância da teoria de Vygotsky, pois o meio, o ambiente é relevante na construção do conhecimento. A interação entre os alunos é fator de grande importância, pois a forma como se comunicam e interagem auxiliam na construção de bases cognitivas, e estas bases passam pelo processo de repetição, de acerto, de erro. Todos estes fatores entram no processo de aprendizagem.

Este trabalho busca apresentar uma proposta de ensino baseada nos vídeos games, não é a solução perfeita, mas apresenta uma visão de como podemos estimular e motivar nossos alunos a aprenderem física.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMORIM, Myrna Cecília Martins dos Santos; OLIVEIRA, Eloiza Silva Gomes; SANTOS, Joel André Ferreira e QUADROS, João Roberto de Toledo. **Aprendizagem e Jogos: diálogo com alunos do ensino médio-técnico**. Educ. Real. [online]. 2016, vol.41, n.1, pp.91-115. ISSN 0100-3143. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-623656109>.

BERQUO, Francismar Rimoli; SANTOS, Luiz Gustavo Alvarenga dos. **Jogos didáticos digitais: recursos para estimular o ensino e a aprendizagem de Física**. Revista Educação Pública, v. 20, nº 43, 10

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. 1997. de novembro de 2021.

CABRAL, N. F. **Sequências didáticas: estrutura e elaboração** . Belém: SBEM / SBEM-PA , 2017.

CAIÇARA JUNIOR, Cícero. **Informática, internet e aplicativos**. Curitiba: Ibpex, 2007.

CAMILETTI, Giuseppi and FERRACIOLI, Laércio. **A Utilização da Modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo do Sistema Mola-Massa**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2002, vol.24, n.2, pp.110-123. ISSN 1806-1117.

COSTA, O. S.; RAMOS, E. M. F. **Jogos eletrônicos e Ensino de Física: estudo de algumas possibilidades**. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 27, No. Extra, Nov. 2015, pp 559-565.

DOLZ, Joaquim; GAGNON, Roxane; DECÂNDIO, Fabrício. **Produção escrita e dificuldades de aprendizagem**. 1º ed. Mercado das Letras. São Paulo, 2010. p. 14 - 36.

DINIZ, Farnésio Vieira da Silva; SANTOS, Carlos Alberto dos. **Ensinando atomística com o jogo digital “Em busca do Prêmio Nobel”**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 41, n. 3, e20180268, 2019 .

EVERS E COLS. **A física no jogo Super Mario World e a comparação com o mundo real**. A Física na Escola, v. 17, n. 2, 2019

FAHEINA, Evelyn F. **A Instrução Programada Proposta Por Skinner E O Uso De Recursos Audiovisuais Na Educação: Considerações Sobre A Pedagogia Tecnicista No Brasil.** Revista HISTEDBR. 2014, n.60, pp.273-283.

FERNANDES, T. A.; SOUZA, R.. **Sequência Didática Como Prática De Ensino-Aprendizagem.** Cadernos PDE. Paraná, 2016.

FEYNMAN, Richard P. **Lições de Física.** Cadernos PDE: Porto Alegre: Bookman 2008. v. 1.

GAGNÉ, R. M. **The Conditions of Learning.** 3rd editon. Holt, Rinehart e Winston, 1974.

GASPAR, Alberto.; MONTEIRO, Isabel C. De C. **Atividades Experimentais De Demonstrações Em Sala De Aula: Uma Análise Segundo O Referencial Da Teoria De Vygotsky.** Investigações em ensino de ciências. 2005, vol.10, n.2, pp.227-254.

GOMES, L. M. J. B.. **Ensinando As Leis De Newton Por Meio De Recursos Midiáticos E De Recursos Experimentais.** Rev. ARETÉ, Manaus, v. 6, n. 10, p.119-128, 2013.

GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. R.. **Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva.** DELTA: Documentação de Estudos em Lingüística Teórica e Aplicada, Volume: 32, Número: 1, Publicado: 2016.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física.** 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1.

JARDIM, Juliana G. **O Uso Da Etnografia Na Pesquisa Em Educação.** XI Congresso nacional de educação. PUC-PR, 2013. v. 1.

MAGALHÃES, Mônica G.; SCHIEL, Dietrich; GUERRINI, Iria M. and MAREGA, Euclides. **Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade para Alunos do Ensino Médio.** Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2002, vol.24, n.2, pp.97- 101.

MEC. **Base nacional curricular comum (BNCC)** . Documento homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146. em : <https://cutt.ly/SxIIINF>

MEDEIROS, Alexandre e MEDEIROS, Cleide Farias de. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2002, vol.24, n.2, pp.77-86. ISSN 1806-1117.

MELO, R. B. F. **A Utilização das TIC'S no Processo de Ensino e Aprendizagem da Física**. Anais Eletrônico do 3º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação. Redes Sociais e Aprendizagem. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/Ruth-Brito-de-Figueiredo-Melo.pdf>. Acesso em: 09jun. 2017.

MENDES, Jandu Farias; COSTA, Ivan F.; DE SOUSA, Célia M.S.G.. **O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 34, n. 2, p. 1-9, June 2012

MORAN, José Manuel. MASETTO, Marcos T. BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas Tecnologias e Medicação Pedagógica**. 21ª edição revisada e atualizada. Campinas, SP: Papirus, 2013.

MORATORI, P. B.. **Por Que Utilizar Jogos Educativos No Processo De Ensino Aprendizagem?** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2003.

MOREIRA, M. A. **A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 1979, vol.9, n.1, pp.275.

MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estud. av., São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73-80, dez. 2018 .

NOGUEIRA, José de S.; RINALDI, Carlos; FERREIRA, Josimar M.. and DE PAULO, Sérgio R.. **Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2000, vol.22, n.4, pp.517- 522.

NOVERRAZ, Micheli; SHNEUWLY, Bernardo. **Gêneros orais e escritos na escola: Seqüências didáticas para o oral e a escrita**. São Paulo: Mercado das Letras, 2004. p. 95 -128.

NUSSENZVEIG, Herch Moyses. **Curso de Física básica**. 4. ed - São Paulo: Edgard Blucher, 2002. v. 1.

PEREIRA, S. **O computador na escola**, 2000. Disponível em: www.geocities.com/Spereira. Acesso em: 26 maio 2008.

PERNOMIAN, Marcia R. **Aplicações Das Leis De Newton Em Nosso Cotidiano**. Cadernos PDE: Paraná, 2013. v. 1.

PESSANHA, Márlon C. R.; COZENDEY, Sabrina G. and SOUZA, Marcelo O... **Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental a distância**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2010, vol.32, n.4, pp.4503.

PRENSKY, Mark. **Digital Game Based Learning**. Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Ch2-Digital%20Game-Based%20Learning.pdf>. Acesso em: 11 de janeiro de 2019

RAMOS, Daniela Karine; FRONZA, Fernanda Cerveira Abuana Osório e CARDOSO, Fernando Luiz. **Jogos eletrônicos e funções executivas de universitários**. Estud. psicol. (Campinas) [online]. 2018, vol.35, n.2, pp.217-228. ISSN 0103-166X. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-02752018000200010>.

SILVA, Ewerton L. **Proposta didática tecnológica para o ensino das leis de Newton**. Colóqui Luso-Brasileiro de educação: Joinville, Colbeduca: 2016. pp 369.

SOUZA, Gláucia M. R. **Uso de simulações computacionais no ensino de conceitos de força e movimento no 9º ano do ensino fundamental**. Dissertação: Volta Redonda: 2015.

SYMOM, K. R. **Mecânica** – Rio de Janeiro: Campos, 1982

TAYLOR, J. R. **Mecânica clássica** – Porto Alegre: Bookman, 2013

VEIT, E. A. and TEODORO, V. D.. **Modelling in teaching: learning of physics and the new Brazilian high school curricular parameters**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2002, vol.24, n.2, pp.87-96. ISSN 1806-1117. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172002000200003>.

VEIT, E. A.; MORS, P. M. and TEODORO, V. D.. **Ilustrando a Segunda Lei de Newton no Século XXI**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2002, vol.24, n.2, pp.176-184. ISSN 1806-1117. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172002000200014>.

VIGOTSKY, L. S. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

YAMAMOTO, Issao; BARBETA, Vagner Bernal. **Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 23, n. 2, p. 215-225, June 2001 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172001000200013&lng=en&nrm=iso>. access on 22 Feb. 2020.

ZABALA, Antoni. **A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem**. p. 18 , 1998.

ANEXOS

Anexo 1 – Sondagem do perfil do aluno

Caro aluno, meu nome é ALLAN LOPES LIMA, venho por meio deste questionário solicitar sua colaboração para o levantamento de dados de minha pesquisa. Sua participação é de suma importância para o entendimento do processo ensino-aprendizagem.

Nome: _____

Sexo:

Masculino ()

Feminino ()

Idade: _____

Questão 1 – Você possui celular?

() Sim

() Não

Questão 2 – O celular pode ser usado como ferramenta de ensino.

() Sim.

() Não.

Questão 3 – Você utilizou em alguma aula os tablets fornecidos pelo governo?

() Sim

() Não

Questão 4 – Os professores permitem o uso de celular nas aulas?

() Sim

() Não

Questão 5 – As mídias sociais ajudam nas aulas?

() Sim

() Não

Questão 6 – Video Games podem ser utilizados como ferramenta de ensino?

() Sim

() Não

Anexo 2 – Questionário de avaliação do conhecimento dos alunos**Questionário de Sondagem**

Nome: _____ Série: _____ Turma: _____

Questão 1 - Relacione as três leis de Newton com os respectivos enunciados.

1ª lei de Newton

2ª lei de Newton

3ª lei de Newton

- Determina que a força resultante é igual ao produto da massa pela aceleração do corpo.
- Enuncia que a toda ação existe uma reação de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto.
- Indica que um corpo tende a permanecer em seu estado de repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força resultante passe a atuar sobre ele.

Questão 2 - (Cefet-MG) Um veículo segue em uma estrada horizontal e retilínea e o seu velocímetro registra um valor constante. Referindo-se a essa situação, assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F) para as falsas.

- A aceleração do veículo é nula.
- A resultante das forças que atuam sobre o veículo é nula.
- A força resultante que atua sobre o veículo tem o mesmo sentido do vetor velocidade.

A sequência correta encontrada é

- a) V F F.
- b) F V F.
- c) V V F.
- d) V F V.

Questão 3 - (UFTM) Após a cobrança de uma falta, num jogo de futebol, a bola chutada acerta violentamente o rosto de um zagueiro. A foto mostra o instante em que a bola encontra-se muito deformada devido às forças trocadas entre ela e o rosto do jogador.



A respeito dessa situação, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A força aplicada pela bola no rosto e a força aplicada pelo rosto na bola têm direções iguais, sentidos opostos e intensidades iguais, porém, não se anulam.
- II. A força aplicada pelo rosto na bola é mais intensa do que a aplicada pela bola no rosto, uma vez que a bola está mais deformada do que o rosto.
- III. A força aplicada pelo rosto na bola atua durante mais tempo do que a aplicada pela bola no rosto, o que explica a inversão do sentido do movimento da bola.
- IV. A força de reação aplicada pela bola no rosto é a força aplicada pela cabeça no pescoço do jogador, que surge como consequência do impacto.

É correto o contido apenas em

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

Questão 4 - O peso de um objeto na lua é de 48 N. Determine o peso desse objeto na Terra.

Dados: Gravidade da Terra = 10 m/s^2 ; Gravidade da lua = $1,6 \text{ m/s}^2$.

- a) 350 N
- b) 300 N
- c) 200 N
- d) 150 N
- e) 50 N

Questão 5 - Marque a alternativa correta a respeito da Terceira lei de Newton.

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

e) Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade, mas sentido oposto.

Questão 6 - Analise as afirmações a respeito da inércia e marque a alternativa falsa:

- a) A massa é a medida quantitativa da inércia.
- b) Na falta de atrito, um corpo em movimento permanecerá em movimento perpetuamente.
- c) A situação de movimento retilíneo uniforme é denominada de equilíbrio dinâmico.
- d) A tendência de um corpo em movimento uniforme e com aceleração constante é manter-se em movimento perpetuamente.
- e) O princípio da inércia é enunciado para corpos que estejam em repouso ou em velocidade constante.

Questão 7 - (Unespar-PR) Um corpo com massa de 5 kg é lançado sobre um plano horizontal liso, com velocidade de 40 m/s. Determine o módulo da intensidade da força que deve ser aplicada sobre o corpo contra o sentido do movimento, para pará-lo em 20 s.

- a) 200 N
- b) 20 N
- c) 10 N
- d) 40 N
- e) 8 N

Questão 8 - (UNITAU SP/2014) A mecânica clássica newtoniana está baseada em três leis da Física, usualmente conhecidas como as Leis de Newton. Sobre essas leis, é totalmente CORRETO afirmar que

- a) a primeira lei de Newton estabelece que um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme sempre que a resultante das forças que atuam sobre esse corpo for nula.
- b) a segunda lei de Newton só se aplica para sistema de partículas de massas constantes em regime estático.
- c) a terceira lei de Newton aplica-se, por exemplo, na interação de dois corpos de massas constantes somente quando esses se encontram em repouso.
- d) a primeira lei de Newton estabelece que um corpo permanece em repouso ou em movimento acelerado sempre que a resultante das forças que atuam sobre ele for nula.
- e) a segunda lei de Newton só se aplica a uma partícula quando sua massa permanece constante ao longo do movimento.

Questão 9 - (Unicastelo-SP)



tirinha calvin sobre a primeira lei de newton

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

- Um livro apoiado sobre uma mesa horizontal é empurrado horizontalmente para a direita com uma força de mesma intensidade da força de atrito que atua sobre ele, mantendo-o em movimento retilíneo e uniforme.
- Quando um tenista acerta uma bola com sua raquete, exerce nela uma força de mesma direção e intensidade da que a bola exerce na raquete, mas de sentido oposto.
- Em uma colisão entre duas bolas de bilhar, a quantidade de movimento do sistema formado por elas imediatamente depois da colisão é igual à quantidade de movimento do sistema imediatamente antes da colisão.
- Em um sistema de corpos onde forças não conservativas não realizam trabalho, só pode ocorrer transformação de energia potencial em cinética ou de energia cinética em potencial.
- Se a força resultante que atua sobre um carrinho de supermercado enquanto ele se move tiver sua intensidade dobrada, a aceleração imposta a ele também terá sua intensidade dobrada.

Questão 10 - (UNISC RS/2015) Qual dessas expressões melhor define uma das leis de Newton?

- Todo corpo mergulhado num líquido desloca um volume igual ao seu peso.
- A toda ação existe uma reação.
- A força gravitacional é definida como a força que atua num corpo de massa m .
- A força de atrito é igual ao produto da massa de um corpo pela sua aceleração.
- O somatório das forças que atuam num corpo é sempre igual ao peso do corpo.

Anexo 3 – Media dos alunos antes do projeto

Anexo 3 – Media dos alunos			
Turma 8		Turma 9	
Aluno 1	3,5	Aluno 1	9,1
Aluno 2	5	Aluno 2	7
Aluno 3	8,5	Aluno 3	9,7
Aluno 4	9,1	Aluno 4	7,2
Aluno 5	7,3	Aluno 5	4,3
Aluno 6	7,2	Aluno 6	8
Aluno 7	6	Aluno 7	7,2
Aluno 8	5,6	Aluno 8	9
Aluno 9	7,5	Aluno 9	6,8
Aluno 10	6,3	Aluno 10	8,2
Aluno 11	7	Aluno 11	8
Aluno 12	7,5	Aluno 12	6,4
Aluno 13	7	Aluno 13	8,2
Aluno 14	5,5	Aluno 14	7,8
Aluno 15	9	Aluno 15	9,5
Aluno 16	8	Aluno 16	7
Aluno 17	6	Aluno 17	8
Aluno 18	4	Aluno 18	9
Aluno 19	6	Aluno 19	2
Aluno 20	9	Aluno 20	8
Aluno 21	6	Aluno 21	7
Aluno 22	9,8	Aluno 22	7,5
Aluno 23	7	Aluno 23	7
Aluno 24	8,5	Aluno 24	3
Aluno 25	8	Aluno 25	8
Aluno 26	7	Aluno 26	3
Aluno 27	5	Aluno 27	9
Aluno 28	6	Aluno 28	9
Aluno 29	9	Aluno 29	8,5
Aluno 30	7,2	Aluno 30	8,3
Aluno 31	6,3	Aluno 31	5
Aluno 32	5,5	Aluno 32	7
Aluno 33	6,5	Aluno 33	5
Aluno 34	4,5	Aluno 34	6
Aluno 35	8	Aluno 35	3
Aluno 36	7	Aluno 36	7,2
Aluno 37	7,5	Aluno 37	6,5
Aluno 38	8,3	Aluno 38	7
Aluno 39	7	Aluno 39	5
Aluno 40	8	Aluno 40	8
		Aluno 41	9
Média	6,9275	Média	7,058536585

Anexo 4 – Media dos alunos após a aplicação do projeto

Anexo 4 – Media dos alunos			
Turma 8		Turma 9	
Aluno 1	6	Aluno 1	8
Aluno 2	8	Aluno 2	8
Aluno 3	9	Aluno 3	9
Aluno 4	9	Aluno 4	7
Aluno 5	8	Aluno 5	5
Aluno 6	6	Aluno 6	7
Aluno 7	8	Aluno 7	7
Aluno 8	9	Aluno 8	9
Aluno 9	8	Aluno 9	7
Aluno 10	9	Aluno 10	9
Aluno 11	7	Aluno 11	9
Aluno 12	8	Aluno 12	5
Aluno 13	9	Aluno 13	6
Aluno 14	9	Aluno 14	8
Aluno 15	9	Aluno 15	7
Aluno 16	8	Aluno 16	8
Aluno 17	9	Aluno 17	8
Aluno 18	8	Aluno 18	9
Aluno 19	7	Aluno 19	6
Aluno 20	8	Aluno 20	9
Aluno 21	9	Aluno 21	7
Aluno 22	10	Aluno 22	7
Aluno 23	10	Aluno 23	6
Aluno 24	10	Aluno 24	5
Aluno 25	9	Aluno 25	7
Aluno 26	9	Aluno 26	5
Aluno 27	8	Aluno 27	9
Aluno 28	7	Aluno 28	9
Aluno 29	9	Aluno 29	9
Aluno 30	8	Aluno 30	9
Aluno 31	6	Aluno 31	6
Aluno 32	6	Aluno 32	8
Aluno 33	7	Aluno 33	6
Aluno 34	5	Aluno 34	6
Aluno 35	9	Aluno 35	4
Aluno 36	8	Aluno 36	7
Aluno 37	9	Aluno 37	7
Aluno 38	9	Aluno 38	7
Aluno 39	10	Aluno 39	6
Aluno 40	8	Aluno 40	8
		Aluno 41	9
	8,2		7,268293

Anexo 5 – Pesquisa com os professores

Caro Professor, meu nome é ALLAN LOPES LIMA, venho por meio deste questionário solicitar sua colaboração para o levantamento de dados de minha pesquisa. Sua participação é de suma importância para o entendimento do processo ensino-aprendizagem.

Nome: _____

Sexo:

Masculino ()

Feminino ()

Idade: _____

Questão 2 – O celular pode ser usado como ferramenta de ensino.

() Sim.

() Não.

Questão 3 – Você já permitiu que os alunos utilizassem o celular para pesquisas ou realização de cálculos.

() Sim

() Não

Questão 4 – Você usaria simulações em suas aulas?

() Sim

() Não

Questão 5 – Você usaria o celular em suas aulas?

() Sim

() Não

Questão 6 – Os tablets que foram disponibilizados pelo estado contribuíram para o processo ensino-aprendizagem?

() Sim

() Não

Questão 7 – Você utilizou em alguma aula os tablets?

() Sim

() Não

Questão 9 – Você usaria mídias sociais para complementar suas aulas?

Sim

Não

Questão 10 – Você utilizaria um jogo como ferramenta de ensino?

Sim

Não

Anexo 6 – Questionário avaliativo após aplicação do projeto

Questão 1 - Complete corretamente a frase a seguir, relativa à primeira lei de Newton: 'Quando a força resultante, que atua numa partícula, for nula, então a partícula:

- estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme'.
- poderá estar em movimento circular e uniforme'.
- terá uma aceleração igual à aceleração da gravidade local'.
- estará com uma velocidade que se modifica com o passar do tempo'.
- poderá estar em movimento uniformemente retardado'.

Questão 2 - João e Maria empurram juntos, na direção horizontal e mesmo sentido, uma caixa de massa $m=100$ kg. A força exercida por Maria na caixa é de 35 N. A aceleração imprimida à caixa é de 1 m/s². Desprezando o atrito entre o fundo da caixa e o chão, pode-se dizer que a força exercida por João na caixa, em Newtons, é:

- 35
- 45
- 55
- 65
- 75

Questão 3 - Associe a Coluna I (Afirmiação) com a Coluna II (Lei Física).

Coluna I – Afirmiação

- Quando um garoto joga um carrinho, para que ele se desloque pelo chão, faz com que este adquira uma aceleração.
- Uma pessoa tropeça e cai batendo no chão. A pessoa se machuca porque o chão bate na pessoa.
- Um garoto está andando com um skate, quando o skate bate numa pedra parando. O garoto é, então, lançado para frente.

Coluna II – Lei Física

- () 3ª Lei de Newton (Lei da Ação e Reação).
 () 1ª Lei de Newton (Lei da Inércia).
 () 2ª Lei de Newton ($F = m.a$).

A ordem correta das respostas da Coluna II, de cima para baixo, é:

- 1, 2 e 3.
- 3, 2 e 1.
- 1, 3 e 2.
- 2, 3 e 1.
- 3, 1 e 2.

Questão 4 - O uso de hélices para propulsão de aviões ainda é muito frequente. Quando em movimento, essas hélices empurram o ar para trás; por isso, o avião se move para frente. Esse fenômeno é explicado

pelo(a):

- 1ª lei de Newton.
- 2ª lei de Newton.
- 3ª lei de Newton.

- d. princípio de conservação de energia.
- e. princípio da relatividade do movimento.

Questão 5 - Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento. Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

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

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UTILIZANDO JOGOS ELETRÔNICOS PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

ALLAN LOPES LIMA

Produto educacional aplicado e analisado durante a Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Amazonas (IFAM) e a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: José Anglada Rivera

Manaus – 2021

**UTILIZANDO JOGOS ELETRÔNICOS PARA O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO
PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**



APRESENTANDO O JOGO O ORC E A FÍSICA

Allan L. Lima

Manaus / AM
2021

INTRODUÇÃO

O presente produto educacional **Utilizando Jogos Eletrônicos Para O Ensino Das Leis De Newton No Primeiro Ano Do Ensino Médio** é composto de um jogo para smartphone para plataforma Android e uma sequência didática.

Inicialmente é apresentado o jogo, o Orc e a física, mostrando algumas de suas funções, além de contar com uma breve descrição do código disponível no github, onde os usuários podem realizar alterações.

Posteriormente temos a sequência didática que contempla a aplicação de um questionário para avaliarmos o nível de conhecimento dos alunos, com isso é elaborado uma aula expositiva sobre as leis de Newton. O jogo é então utilizado durante a sequência didática como uma ferramenta de fixação dos conteúdos expostos em sala de aula. Para finalizar é realizado um questionário de avaliação.

Este produto é mais uma ferramenta que os professores de física podem utilizar em suas aulas para tornar o ensino mais atrativo aos alunos, através de um jogo simples que busca fornecer base conceitual para os alunos. O produto aqui apresentado pode ser adaptado de acordo com as necessidades do professor.

APRESENTAÇÃO DO JOGO

Os desafios do ensino de física são enormes, pois é uma disciplina que trabalha conceitos do dia a dia dos alunos, mas sua fundamentação matemática acaba afastando os alunos da disciplina. Por isso os professores precisam elaborar estratégia para atrair o interesse dos alunos e motivá-los. O uso de jogos é uma dessas formas.

Os smartphones são uma ótima plataforma para jogos, ao realizarmos qualquer pesquisa na internet, veremos que existe uma infinidade de jogos tanto para os dispositivos com o sistema Android quanto para os sistemas iOS. Os jogos podem ser uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, pois através de forma lúdica atrai e mantém a atenção do aluno.

Para ter acesso ao jogo utilizado neste produto o professor pode acessar a PlayStore e digitar o Orc e a física. Selecione e será exibido a opção de instalação do jogo.

O Jogo é do tipo plataforma onde o usuário guia o personagem, um Orc, por desafios e precisa lidar com obstáculos para concluir o desafio. Ao percorrer o cenário do jogo o personagem coleta moedas e derrota inimigos que irão lhe render pontos para obter a maior classificação possível. A passagem entre as plataformas é liberada quando personagem responde a uma pergunta de física. Ao responder a pergunta é liberada uma ponte que permite a travessia do personagem.

O jogo apresenta apenas uma fase, sobre o conteúdo referente as leis de Newton, podem ser acrescentadas mais fases pelo professor, ou pelos alunos, pois o código fonte e todos os elementos que compõe o jogo estão disponíveis para acesso no github. Ao fim da seção é mostrado como pode ser baixado o código fonte do jogo.

A seguir temos a tela da PlayStore, onde o usuário poderá baixar o jogo.

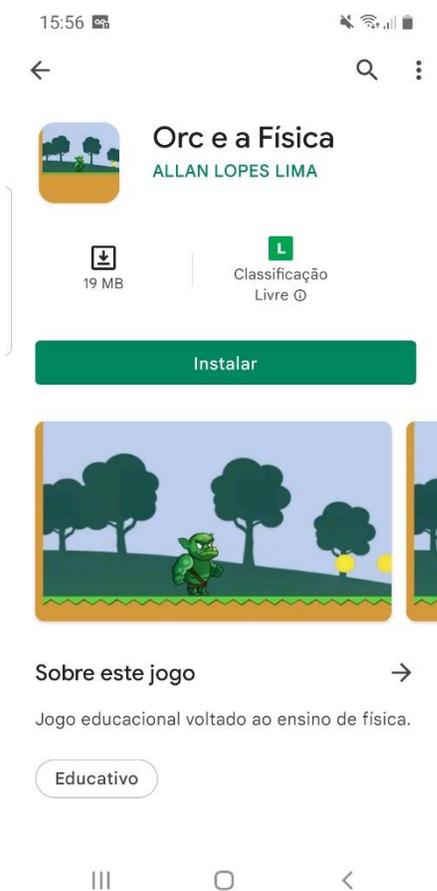


Figura 22 - Tela de instalação do jogo

Com o jogo instalado ao iniciar será exibido a seguinte tela.



Figura 23 - Tela do Jogo

Ao avançar pelo jogo coletando as moedas e eliminando os adversários o aluno encontrará perguntas para responder que irão liberar a passagem para o próximo item.



Figura 24 - Tela com exibição do jogo

O jogo apresenta perguntas fixas, caso queira alterar as perguntas, basta baixar o código fonte que se encontra no endereço eletrônico: <https://github.com/allanllima/OrcFisica>

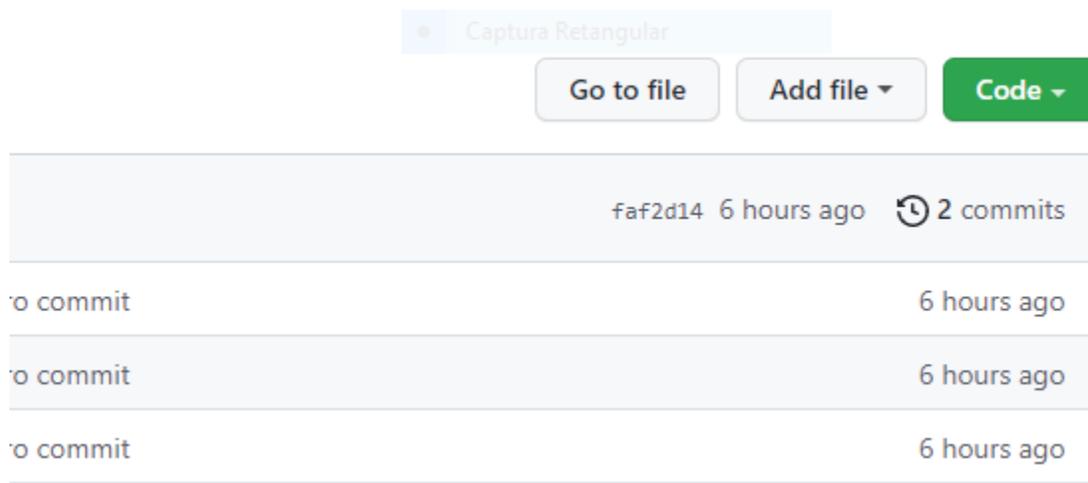


Figura 25 - Tela do repositório no github

Clique em code e na opção Download zip, descompacte a pasta em seu computador.

Para realizar as alterações é necessário baixar a engine Unity. Você deve acessar o endereço: <https://store.unity.com/download>, e clique na opção para aceitar os termos e seguida no Download Hub Unity. Como a Unity tem diversas versões e atualizações, é nele onde você vai gerenciar seus projetos e também baixar diversas versões da Unity que precisar.

Com o Hub instalado agora você irá adicionar a Unity. Para isso basta clicar em “Installs” e depois em “ADD”:

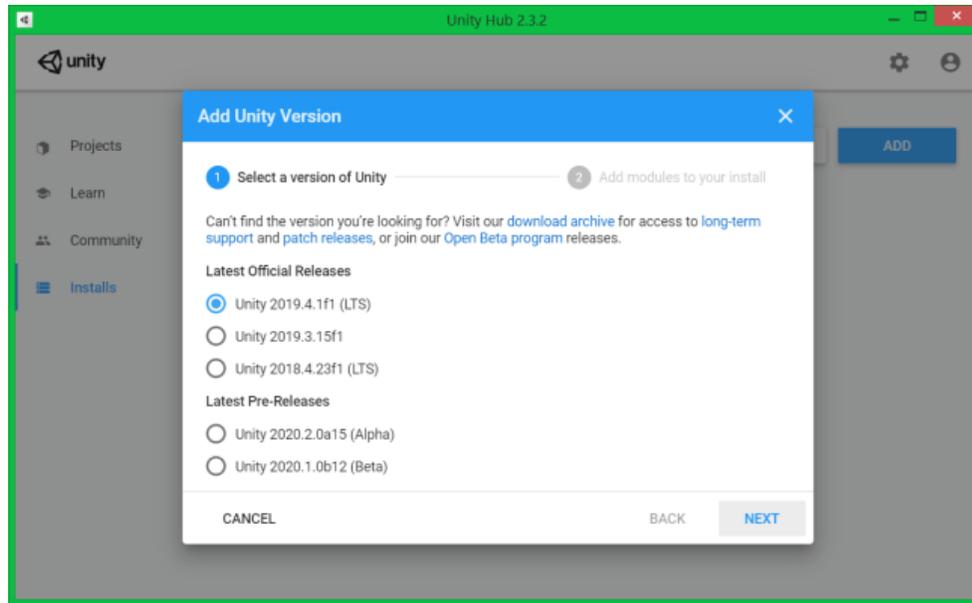


Figura 26 - Tela de instalação da Unity

Escolha a sua versão e clique em next, em seguida instale o suporte ao Android.

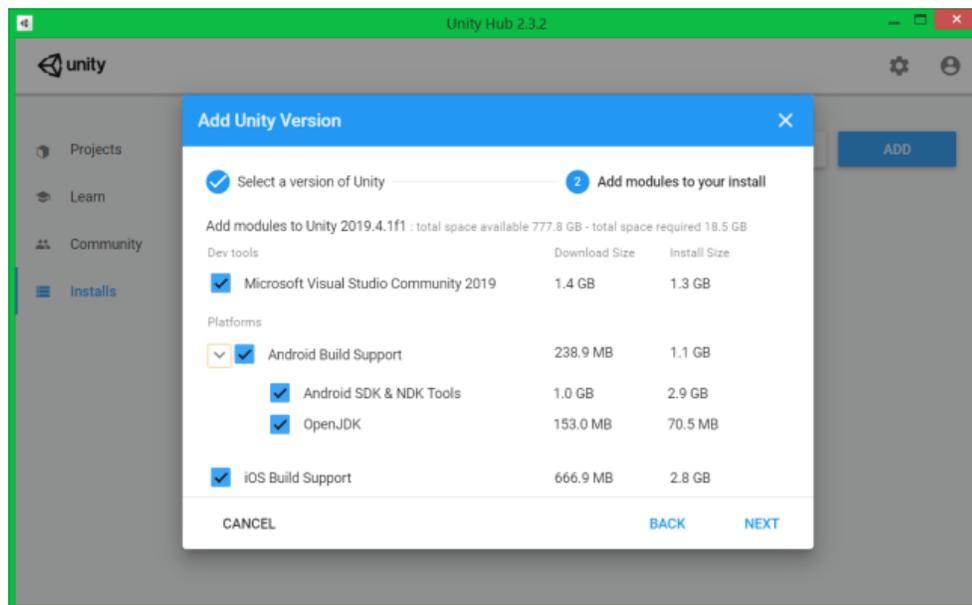


Figura 27 - Tela da seleção das plataformas

Agora clique em next e será instalado o sistema.

Com o sistema instado clique em add, e adicione o endereço do arquivo descompactado.

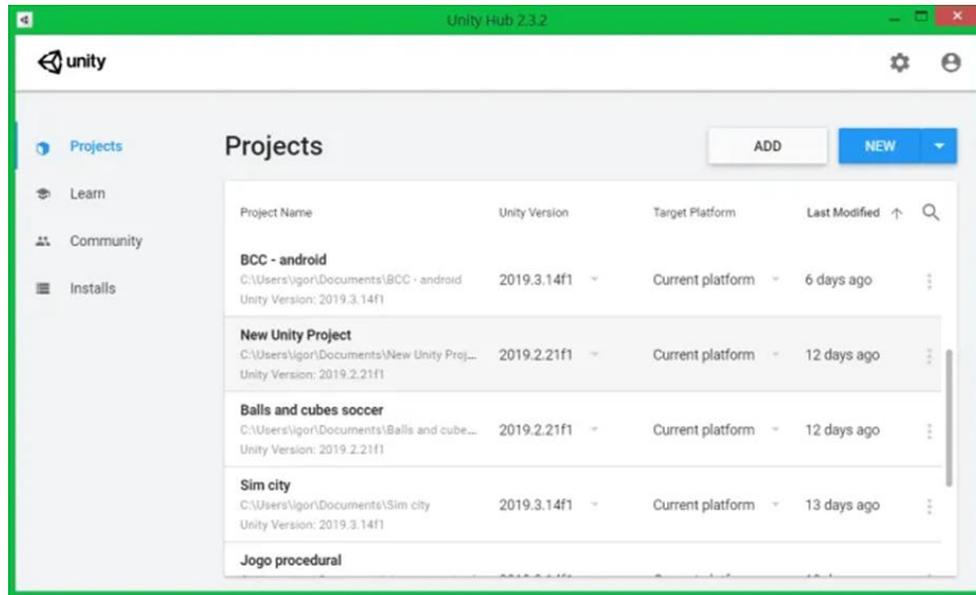


Figura 28 - Tela inicial do Hub

Aberto o programa procure a pasta scripts, dentro dela temos outra pasta chamada perguntas, clique nela e você verá os seguintes arquivos:

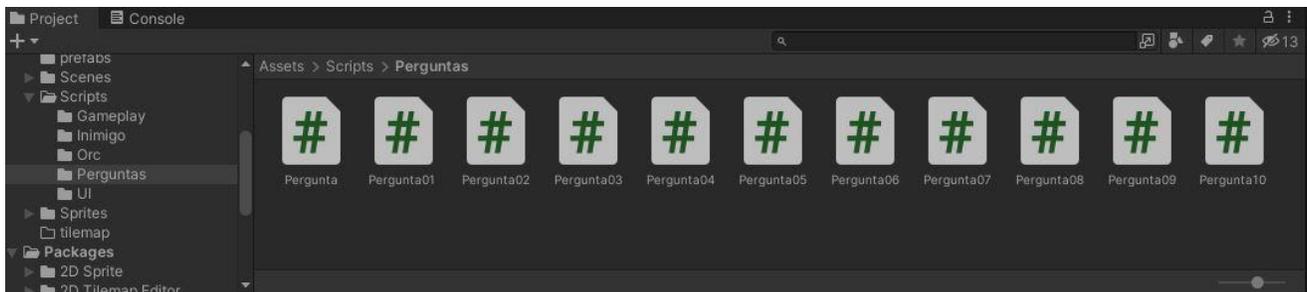


Figura 29 - Pasta dos Scripts

Para alterar as perguntas é só abrir os arquivos por exemplo: Abra o arquivo Pergunta01, ao abrir o arquivo será exibido o seguinte código:

```
private void OnTriggerEnter2D(Collider2D collision)
{
    pergunta = "O que é inércia?";
    opt1 = "É a propriedade geral da matéria de permanecer em repouso ou MRU, quando sobre ela não " +
        "atuam forças ou a resultante é nula.";
    opt2 = "É a interação entre corpos que causa uma mudança na sua velocidade, de modo que " +
        "a força resultante seja nula.";

    if (collision.gameObject.CompareTag("Orc"))
    {
        exibirPainelPergunta();
        painel(pergunta, opt1, opt2);
        diretor.pausarJogo();
        btnConfirmar.onClick.AddListener(delegate () { this.ButtonClicked(); });
    }
}
```

Figura 30 - Trecho do código referente a pergunta

Altere a pergunta de acordo com o conteúdo que estiver abordando. Mude o enunciado na variável pergunta, e coloque duas opções de respostas.

Após isso altere o trecho do código que define a resposta correta.

```
public bool respostaCorreta()
{
    if (Topt1.isOn == true) { return true; }
    if (Topt2.isOn == true) { return false; }
    return false;
}
```

Feitas as alterações basta mandar gerar o executável, pra isso clique em File em seguida em Build and run ou simplesmente pressione Ctrl+B, e será gerado um executável.

Caso o professor esteja interessado ele pode pesquisar alguns tutoriais sobre a Unity no Youtube e realizar modificações no cenário, o código está disponível para alterações.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

O produto educacional deverá ser aplicado às turmas da primeira série do ensino médio por meio de uma sequência didática sugerida para o estudo das leis de Newton.

A sequência didática a seguir demonstrará como ocorrerão os processos que o professor utilizará ao fazer o uso do produto educacional em sala de aula.

Aula 01	
I.	Conteúdo: Leis de Newton
II.	Objetivos: Verificar os conhecimentos prévios dos alunos
III.	Duração: 50 minutos
IV.	Recursos didáticos: Questionário impresso.
V.	Desenvolvimento da aula: Aplicação do questionário
VI.	<p>Avaliação:</p> <p>Questão 1 Relacione as três leis de Newton com os respectivos enunciados. 1ª lei de Newton 2ª lei de Newton 3ª lei de Newton</p> <p>() Determina que a força resultante é igual ao produto da massa pela aceleração do corpo. () Enuncia que a toda ação existe uma reação de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto. () Indica que um corpo tende a permanecer em seu estado de repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força resultante passe a atuar sobre ele. Resposta: 2,3 e 1</p> <p>Questão 2</p> <p>(Cefet-MG) Um veículo segue em uma estrada horizontal e retilínea e o seu velocímetro registra um valor constante. Referindo-se a essa situação, assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F) para as falsas.</p>

- () A aceleração do veículo é nula.
() A resultante das forças que atuam sobre o veículo é nula.
() A força resultante que atua sobre o veículo tem o mesmo sentido do vetor velocidade.

A sequência correta encontrada é

- a) V F F.
b) F V F.
c) V V F.
d) V F V.

Resposta: c

Questão 3

(UFTM) Após a cobrança de uma falta, num jogo de futebol, a bola chutada acerta violentamente o rosto de um zagueiro. A foto mostra o instante em que a bola encontra-se muito deformada devido às forças trocadas entre ela e o rosto do jogador.



A respeito dessa situação, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A força aplicada pela bola no rosto e a força aplicada pelo rosto na bola têm direções iguais, sentidos opostos e intensidades iguais, porém, não se anulam.
II. A força aplicada pelo rosto na bola é mais intensa do que a aplicada pela bola no rosto, uma vez que a bola está mais deformada do que o rosto.
III. A força aplicada pelo rosto na bola atua durante mais tempo do que a aplicada pela bola no rosto, o que explica a inversão do sentido do movimento da bola.
IV. A força de reação aplicada pela bola no rosto é a força aplicada pela cabeça no pescoço do jogador, que surge como consequência do impacto.

É correto o contido apenas em

- a) I.

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

Resposta: a

Questão 4

O peso de um objeto na lua é de 48 N. Determine o peso desse objeto na Terra.

Dados: Gravidade da Terra = 10 m/s^2 ; Gravidade da lua = $1,6 \text{ m/s}^2$.

- a) 350 N
- b) 300 N
- c) 200 N
- d) 150 N
- e) 50 N

Resposta: b

Questão 5

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

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

Resposta: e

Questão 6

Analise as afirmações a respeito da inércia e marque a alternativa falsa:

- a) A massa é a medida quantitativa da inércia.
- b) Na falta de atrito, um corpo em movimento permanecerá em movimento perpetuamente.
- c) A situação de movimento retilíneo uniforme é denominada de equilíbrio dinâmico.
- d) A tendência de um corpo em movimento uniforme e com aceleração constante é manter-se em movimento perpetuamente.
- e) O princípio da inércia é enunciado para corpos que estejam em repouso ou em velocidade constante.

Resposta: d

Questão 7

(Unespar-PR) – Um corpo com massa de 5 kg é lançado sobre um plano horizontal liso, com velocidade de 40 m/s. Determine o módulo da intensidade da força que deve ser aplicada sobre o corpo contra o sentido do movimento, para pará-lo em 20 s.

- a) 200 N
- b) 20 N

- c) 10 N
- d) 40 N
- e) 8 N

Resposta: C

Questão 8

(UNITAU SP/2014) – A mecânica clássica newtoniana está baseada em três leis da Física, usualmente conhecidas como as Leis de Newton. Sobre essas leis, é totalmente CORRETO afirmar que

- a) a primeira lei de Newton estabelece que um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme sempre que a resultante das forças que atuam sobre esse corpo for nula.
- b) a segunda lei de Newton só se aplica para sistema de partículas de massas constantes em regime estático.
- c) a terceira lei de Newton aplica-se, por exemplo, na interação de dois corpos de massas constantes somente quando esses se encontram em repouso.
- d) a primeira lei de Newton estabelece que um corpo permanece em repouso ou em movimento acelerado sempre que a resultante das forças que atuam sobre ele for nula.
- e) a segunda lei de Newton só se aplica a uma partícula quando sua massa permanece constante ao longo do movimento.

Resposta: a

Questão 9

(Unicastelo-SP)



tirinha calvin sobre a primeira lei de newton

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

- a) Um livro apoiado sobre uma mesa horizontal é empurrado horizontalmente para a direita com uma força de mesma intensidade da força de atrito que atua sobre ele, mantendo-o em movimento retilíneo e uniforme.
- b) Quando um tenista acerta uma bola com sua raquete, exerce nela uma força de mesma direção e intensidade da que a bola exerce na raquete, mas de sentido oposto.
- c) Em uma colisão entre duas bolas de bilhar, a quantidade de movimento do sistema formado por elas imediatamente depois da colisão é igual à quantidade de movimento do sistema imediatamente antes da colisão.
- d) Em um sistema de corpos onde forças não conservativas não realizam trabalho, só pode ocorrer transformação de energia potencial em cinética ou de energia cinética em potencial.
- e) Se a força resultante que atua sobre um carrinho de supermercado enquanto ele se move tiver sua intensidade dobrada, a aceleração imposta a ele também terá sua intensidade dobrada.

Resposta: a

Questão 10

(UNISC RS/2015) – Qual dessas expressões melhor define uma das leis de Newton?

- a) Todo corpo mergulhado num líquido desloca um volume igual ao seu peso.
- b) A toda ação existe uma reação.
- c) A força gravitacional é definida como a força que atua num corpo de massa m .
- d) A força de atrito é igual ao produto da massa de um corpo pela sua aceleração.
- e) O somatório das forças que atuam num corpo é sempre igual ao peso do corpo.

Resposta: b

Aula 02

I. **Conteúdo:** Leis de Newton

II. **Objetivos:** Explicar os conceitos relacionados com as leis de Newton

III. **Duração:** 50 minutos

IV. **Recursos didáticos:** Livro didático, Quadro e pincel

V. **Desenvolvimento da aula:**

- a. Explicar os conceitos relacionados a primeira lei de Newton;
- b. Explicar o conceito de inércia;
- c. Explicar os conceitos relacionados a segunda lei de Newton;

- d. Explicar o conceito de força;
- e. Explicar os conceitos relacionados a terceira lei de Newton
- f. Citar exemplos de aplicação das leis de Newton.

Aula 03

I. **Conteúdo:** Leis de Newton

II. **Objetivos:** Atividade com o jogo

III. **Duração:** 50 minutos

IV. **Recursos didáticos:** smartphone, livro didático, quadro e pincel

V. **Desenvolvimento da aula:**

- a. Deixar os alunos a vontade para interagir com o jogo;
- b. Permitir que formem grupos, pois alguns alunos podem não possuir o jogo instalado;
- c. Deixar que os alunos apontem os problemas com o jogo para possível melhoria;
- d. Permitir que os alunos consultem seu material didático;
- e. O professor não deve dar a resposta as dúvidas dos alunos, mas orientar em que parte do material didático ele pode encontrar as repostas.

VI. **Questões presentes no jogo:**

Questão 1.

O que é inércia?

(x) É a propriedade geral da matéria de permanecer em repouso ou MRU, quando sobre ela não atuam forças ou a resultante é nula.

(x) É a interação entre corpos que causa uma mudança na sua velocidade, de modo que a força resultante seja nula.

Questão 2.

A força de atrito estático depende que qual das forças?

() elástica

(x) Normal

Questão 3

Quem puxa mais forte: A Lua, ao atrair a Terra, ou a Terra ao atrair a Lua?

- A Terra, pois possui massa maior.
 As duas exercem a mesma força, logo os dois "puxões" são iguais.

Questão 4

A aceleração é direta ou inversamente proporcional a força?

- Diretamente.
 Inversamente

Questão 5

Determine o peso de uma pessoa na Terra, cuja a massa seja 50Kg

- 500N
 50N

Questão 6

Quando duas forças horizontais são exercidas sobre um objeto, uma de 600N para frente, e outra 400N, para trás, o objeto acelera. Qual a força necessária para tornar nula a aceleração?

- 200N para frente.
 200N para trás.

Questão 7

Sobre um objeto de 5kg é aplicada duas forças de 3N e 4N perpendiculares entre si. Qual a aceleração sofrida pelo objeto?

- 2m/s^2 .
 1m/s^2

Questão 8

Quando uma pessoa, que está no interior de ônibus, é arremessada quando um ônibus freia está sofrendo a ação de que lei de Newton

- Primeira Lei
 Segunda Lei

Questão 9

Um corpo de 100kg sofre uma aceleração de 2m/s^2 . Qual o valor da força resultante sobre corpo?

- (x) 200N
() 50N

Questão 10

Por que uma pessoa ao aplicar uma força no interior de um veículo não consegue movimentá-lo?

- (x) Forças internas não alteram o estado de inércia.
() Pela terceira lei de Newton as forças se anulam.

Aula 04

I. **Conteúdo:** Leis de Newton

II. **Objetivos:** Verificar desempenho após a aplicação do jogo como atividade de fixação

III. **Duração:** 50 minutos

IV. **Recursos didáticos:** Questionário impresso.

V. **Desenvolvimento da aula:** Aplicação do questionário

VI. **Avaliação:**

Questão 1

Complete corretamente a frase a seguir, relativa à primeira lei de Newton: 'Quando a força resultante, que atua numa partícula, for nula, então a partícula:

- f. estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme'.
- g. poderá estar em movimento circular e uniforme'.
- h. terá uma aceleração igual à aceleração da gravidade local'.
- i. estará com uma velocidade que se modifica com o passar do tempo'.
- j. poderá estar em movimento uniformemente retardado'.

Resposta: a

Questão 2

João e Maria empurram juntos, na direção horizontal e mesmo sentido, uma caixa de massa $m=100$ kg. A força exercida por Maria na caixa é de 35 N. A aceleração imprimida à caixa é de 1 m/s^2 . Desprezando o atrito entre o fundo da caixa e o chão, pode-se dizer que a força exercida por João na caixa, em Newtons, é:

- f. 35
- g. 45
- h. 55
- i. 65
- j. 75

Resposta: d

Questão 3

Associe a Coluna I (Afirmação) com a Coluna II (Lei Física).

Coluna I – Afirmação

1. Quando um garoto joga um carrinho, para que ele se desloque pelo chão, faz com que este adquira uma aceleração.
2. Uma pessoa tropeça e cai batendo no chão. A pessoa se machuca porque o chão bate na pessoa.
3. Um garoto está andando com um skate, quando o skate bate numa pedra parando. O garoto é, então, lançado para frente.

Coluna II – Lei Física

- () 3ª Lei de Newton (Lei da Ação e Reação).
- () 1ª Lei de Newton (Lei da Inércia).
- () 2ª Lei de Newton ($F = m.a$).

A ordem correta das respostas da Coluna II, de cima para baixo, é:

- f. 1, 2 e 3.
- g. 3, 2 e 1.
- h. 1, 3 e 2.
- i. 2, 3 e 1.
- j. 3, 1 e 2.

Resposta: d

Questão 4

O uso de hélices para propulsão de aviões ainda é muito frequente. Quando em movimento, essas hélices empurram o ar para trás; por isso, o avião se move para frente. Esse fenômeno é explicado pelo(a):

- f. 1ª lei de Newton.
- g. 2ª lei de Newton.
- h. 3ª lei de Newton.
- i. princípio de conservação de energia.
- j. princípio da relatividade do movimento.

Resposta: c

Questão 5

Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel,

pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento. Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

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

Resposta: e