



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CENTRO DE CIÊNCIAS – CC
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFICIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

JOÃO EVANGELISTA DA SILVA FILHO

**ROTEIRO DE PRÁTICAS LABORATORIAIS VIRTUAIS: UMA INTERVENÇÃO
USANDO O APLICATIVO FÍSICA NA ESCOLA**

FORTALEZA

2019

JOÃO EVANGELISTA DA SILVA FILHO

ROTEIRO DE PRÁTICAS LABORATORIAIS VIRTUAIS: UMA INTERVENÇÃO
USANDO O APLICATIVO FÍSICA NA ESCOLA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal do Ceará (UFC), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S58r Silva Filho, João Evangelista da.

Roteiro de práticas laboratoriais virtuais : uma intervenção usando o aplicativo Física na Escola. / João Evangelista da Silva Filho. – 2019.

74 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

1. M-Learning. 2. Laboratório Virtual. 3. Ensino de Física. 4. E-Learning. I. Título.

CDD 530.07

JOÃO EVANGELISTA DA SILVA FILHO

**ROTEIRO DE PRÁTICAS LABORATORIAIS VIRTUAIS: UMA INTERVENÇÃO
USANDO O APLICATIVO FÍSICA NA ESCOLA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará – Polo 43, como requisito parcial à obtenção do título de Mestrado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física

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

Aprovada em: 29/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Alexandre Gonçalves Pinheiro
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, a toda minha família, amigos e a você meu pai. (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, só Ele sabe as dificuldades e as barreiras que tive que enfrentar para a conclusão de mais essa etapa em minha caminhada.

Agradeço a minha família que de sua forma, simples e sem perceber me ajudaram bastante, sempre me cobrando, me motivando.

Agradeço aos professores que tive no ensino médio Sérgio Wagner e Getúlio Marcos por me encaminharem a esse mundo fantástico que é ensinar física.

Agradeço a Universidade Federal do Ceará que vem sendo minha casa nesses últimos oito anos, tanto nas graduações quanto enfim no mestrado, meu muito obrigado.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) – Código do financiamento 001, um sincero agradecimento.

Obrigado ao corpo docente do mestrado, pelas brilhantes aulas, por sua dedicação e empenho quase que voluntários, sem vocês eu jamais conseguiria tal façanha.

Um obrigado a todos os meus colegas de turma, nossas resenhas e idas ao RU, foram e sempre fará parte da minha história.

Um agradecimento mais do que especial ao meu coordenador de graduação, coordenador de área do PIBID, orientador dessa dissertação, Prof. Marcos Antônio Araújo Silva, por sua paciência, empenho e dedicação para com minha pessoa durante todos esses anos.

Agradeço a capes e a SBF pela iniciativa deste programa que com certeza ajudou a mim e outras centenas de professores a se qualificarem e promoverem o melhor ensino de física aos jovens desta nação.

Agradeço a escola EEM José de Alencar e a minha família da EEM Liceu de Messejana onde pude aplicar minhas ideias e projeto durante todo esse tempo e desenvolver essa dissertação.

Meu especial abraço ao meu grande amigo Jorge Luís, o cara que me ensinou a ser professor.

Por fim agradeço ao meu pai pelo dom da minha vida, pelos meus ensinamentos, meu caráter e tudo que escola e universidade jamais me ensinaram, tudo é por você papai, eu te amo.

Obrigado a todos vocês!

"Ter habilidade para pensar capacita mais do que simplesmente saber o que pensar."
(TYSON, 2014).

RESUMO

Pela experiência do autor como professor da escola básica, ao longo dos anos pôde-se perceber a precariedade dos laboratórios de ensino de ciências nas escolas públicas que é uma dura realidade em muitas regiões do Brasil, com a aplicação desse manual de práticas e o uso de um laboratório virtual eu proponho um meio de amenizar essa situação. A ideia central foi utilizar de um método de ensino que tente driblar essas dificuldades do ensino prático como a falta de recursos e inovar o ensino de física com simulações e demonstrações práticas de conceitos que são em alguns casos são muito abstratos e que no método tradicional ficam restritas ao aluno imaginar as situações comentadas em sala. Nesse trabalho é apresentado um produto educacional como proposta de reativar o ensino prático de física com o uso de laboratórios nas escolas de ensino básico através de mídias digitais como tablettes, smartphones, computadores e afins; por meio de simulações com o aplicativo “Física na Escola”. Sendo proposta uma sequência com vários roteiros didáticos para cada experimento nas áreas de física: mecânica, termologia e óptica. Este trabalho foi aplicado com turmas de alunos de 1º e 2º Anos do Ensino Médio das escolas EEM José de Alencar e EEM Liceu de Messejana, aplicando alguns conceitos das teorias de aprendizagem de Jean Piaget e David Ausubel com base no construtivismo e no desenvolvimento proximal buscando uma aprendizagem significativa partindo inicialmente do que os alunos já sabiam para trabalhar em cima e encontrar um elo comum entre o conhecimento prévio e o conhecimento prático. Concluindo, foi constatado, que os alunos ao final das demonstrações encontravam-se bastante animados e motivados com as futuras, pois com a aplicação dos experimentos em suas rotinas de estudo os conhecimentos prévios dos alunos foram somados aos conhecimentos adquiridos em sala de aula e visualizados da demonstração dos fenômenos. Como método avaliativo foi analisado os resultados obtidos com o experimento e um relatório que deveria ser entregue na aula posterior.

Palavras-chave: ensino de física; laboratório virtual; aplicativo “Física na Escola”; e-learning; m-learning.

ABSTRACT

From my experience as a primary school teacher, over the years I have seen the precariousness of science teaching laboratories in public schools that is a harsh reality in many regions of Brazil, with the application of this practice manual and the use of a laboratory. I propose a way to alleviate this situation. The main idea was to use a teaching method that attempts to circumvent these difficulties of practical teaching such as lack of resources and to innovate physics teaching with simulations and practical demonstrations of concepts that are in some cases very abstract and that in the traditional method are restricted to the student to imagine the situations commented in class. This work presents an educational product as a proposal to reactivate the practical teaching of physics with the use of laboratories in elementary schools through digital media such as tablets, smartphones, computers and the like; through simulations with the “Physics at School” app that can be found at any Android or IOS app store. Being proposed a sequence with several didactic scripts for each experiment in the areas of physics: mechanics, thermology and optics. This work was applied with classes of students of the 1st and 2nd High School of EEM José de Alencar and EEM Liceu de Messejana schools, applying some concepts of learning theories of Jean Piaget and David Ausubel based on constructivism and proximal development seeking a meaningful learning starting initially from what students already knew to work upon and find a common link between prior knowledge and practical knowledge. In conclusion, it was found that the students at the end of the demonstrations were very excited and motivated with the future, because with the application of the experiments in their study routines the students' previous knowledge was added to the knowledge acquired in the classroom and visualized. of the demonstration of phenomena. As an evaluative method we analyzed the results obtained with the experiment and a report that should be delivered in the next class.

KEYWORDS: physics teaching; virtual lab; app “Physics at School”; e-learning; m-learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 Inclinação da reta tangente

Figura 4.2 Lançamento Oblíquo.

Figura 4.3 Ação e reação entre dois blocos

Figura 4.5 Ilustração para transformação das escalas de temperatura Celsius e Fahrenheit

Figura 4.6 Curvas isotérmicas no diagrama P x V. Quanto mais acima as curvas vermelhas, maior a temperatura

Figura 4.7 Leis da reflexão

Figura 4.8 Leis da refração

Figura 4.9 Reflexão da luz em um espelho plano

Figura 4.10 Espelho em movimento.

Figura 4.11 Espelhos esféricos – Côncavo

Figura 4.12 Elementos de um espelho côncavo

Figura 4.13 Raios notáveis na formação de imagens no espelho côncavo.

Figura 4.14 Espelhos esféricos – convexo

Figura 4.15 Elementos de um espelho convexo

Figura 4.16 Raios notáveis na formação de imagens no espelho convexo

Figura 4.17 Tipos de lentes.

Figura 5.1 Áreas da física que o simulador abrange

Figura 5.2 Parte dos experimentos da Termologia.

Figura 5.3 Simulação de MRU

Figura 5.4 Gráficos do MRU

Figura 5.5 Simulação de MRUV

Figura 5.6 Gráficos do MRUV

Figura 5.7 Transformação Isotérmica

Figura 5.8 Transformação Isobárica

Figura 5.9 Transformação isocórica

Figura 5.10 Transformação adiabática

Figura 5.11 Ciclo de Carnot

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA.....	17
2.1 Teoria do desenvolvimento cognitivo.....	17
<i>2.1.1 Estágios do desenvolvimento cognitivo.....</i>	18
2.2 Aprendizagem significativa.....	19
3 O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE LABORATÓRIOS DIDÁTICOS.....	21
3.1 O ensino experimental.....	21
3.2 Tecnologia e educação no Brasil.....	23
<i>3.2.1 As novas tecnologias e o futuro do ensino de física.....</i>	23
4 MECÂNICA NA PARTE DA CINEMÁTICA E DA DINÂMICA DAS LEIS DE NEWTON.....	26
4.1 Mecânica.....	26
<i>4.1.1 Cinemática.....</i>	26
<i>4.1.2 Dinâmica.....</i>	33
4.2 Termologia.....	36
<i>4.2.2 Lei geral dos gases ideais.....</i>	39
<i>4.2.3 Termodinâmica.....</i>	42
<i>4.2.4 Máquinas térmicas.....</i>	44
<i>4.2.5 Ciclo de Carnot.....</i>	45
4.3 Óptica.....	48
<i>4.3.1 Fenômenos ópticos.....</i>	48
<i>4.3.2 Espelhos.....</i>	50
<i>4.3.3 Lentes.....</i>	57
<i>4.3.4 Problemas de visão.....</i>	60
5 METODOLOGIA.....	62
6 RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL.....	74

1 INTRODUÇÃO

O trabalho realizado é o resultado de uma aplicação pedagógica desenvolvida ao longo de dois anos de curso e consiste no Produto Educacional elaborado para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Ceará (UFC), polo - 43. A ideia dessa aplicação partiu da necessidade da modernização do ensino de física com a utilização das tecnologias da informação e comunicação (TICs) e a precariedade do ensino experimental de física nas escolas públicas.

A missão de ensinar, com o passar do tempo ela deve se adequar a novas realidades e a novos públicos conforme as gerações vão mudando. Atualmente, estamos testemunhando um grande avanço na tecnologia educacional, com aulas que incorporam ferramentas digitais como projetores, lousas interativas, tablets, laboratórios virtuais, entre outras. Os educadores enfrentam o desafio de aplicar efetivamente os objetivos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs e PCN+) para promover o desenvolvimento cognitivo e a formação escolar dos alunos (BRASIL, 2000; 2002).

As escolas da rede pública de um modo geral contam com pouco investimento de infraestrutura, com esses recursos limitados, faz com que o professor seja limitado à sala de aula, onde será ministrada uma aula tradicional, com isso surgem aulas com participações passivas dos alunos, gerando uma espécie de desconforto por ser uma aula mais da mesma, sem nenhuma novidade.

O ensino prático Física com ajuda de um laboratório pode ajudar nesse sentido, mas de acordo com a Campanha Educacional pelo Direito à Educação, somente 0,6% das escolas públicas brasileiras, tem infraestrutura próxima da ideal para o ensino (CNDE, 2014), devido ao fato da escassez de recursos e falta de investimento nessa área. Então como resolver o problema do ensino experimental de Física? Existem algumas formas de se realizar experimentos utilizando materiais recicláveis, de baixo custo, porém não tão eficientes no ponto de vista de desenvolvimento cognitivo, pois a maioria desses experimentos são apenas demonstrativos, sem nenhuma medição.

Tendo em vista essa dificuldade de elaborar materiais de baixo custo, que sejam viáveis a práticas quantitativas, com os laboratórios nas escolas, em sua grande maioria, sucateados, abandonados, um espaço inutilizado na escola, este trabalho surge como uma tentativa de resolver o problema do ensino prático de física, trazendo o aluno para o mundo virtual, o mundo do jogo, o mundo dos aplicativos e simuladores.

A ideia geral desse trabalho de dissertação vem sendo desenvolvida há anos enquanto ainda era desenvolvido o projeto de monografia com a criação de um laboratório móvel e virtual chamado “O USO DO M-LEARNING COMO UMA PROPOSTA DE ENSINO EM FÍSICA COM O USO DE APLICATIVOS PARA SMARTPHONES: UM MINICURSO SOBRE GRAVITAÇÃO” e durante minha vida profissional, sempre procurei utilizar recursos digitais, como simuladores e experimentos virtuais para que as aulas fossem mais interativa possível.

Para os dias atuais, dominados por dispositivos eletrônicos como smartphones, tabletes, computadores cada vez mais velozes com a internet alcançando velocidades cada vez maiores, vejo como de suma importância os docentes adaptarem suas metodologias de ensino e anexar alguma estratégia pedagógica com o uso dessas ferramentas digitais.

Esse trabalho tem como produto final a criação de um manual de práticas laboratoriais com o auxílio do simulador e aplicativo para smartphones e tabletes “Física na Escola” que trabalha simulações e experimentos quantitativos e qualitativos de diversos fenômenos de diferentes áreas da física e uma metodologia de ensino com o auxílio das ferramentas digitais buscando uma desmistificação e gerando mais curiosidade em cima dos alunos sobre as áreas da ciência como um todo.

Como objetivo geral dessa dissertação, a ativação dos espaços destinados para as práticas de laboratórios nas escolas, a utilização do espaço de laboratório de informática, o uso dos smartphones dos próprios alunos como material didático, visa variar a quantidade de informação absorvida por eles durante a vida escola, enriquecendo-os cada vez mais com experiências alternativas, aplicando os

conhecimentos em sala de aula na realidade, com experiências, que por mais que sejam virtuais, são o mais próximo do real que algum dia eles poderiam chegar.

A aplicação do produto desse trabalho de dissertação vem sendo aplicado há um bom tempo, desde o trabalho de conclusão de curso (TCC), em meados de 2016, ao desenvolver estratégias e diferentes formas de explorar o uso de dispositivos e mídias sociais como aplicativos em smartphones, tablets e computadores. Nessa ocasião foi ministrado um curso de gravitação em que se tratava dos assuntos dos modelos de sistemas solares e das leis de Kepler, assunto pouco trabalhado com os alunos de nível médio das escolas básicas por conta da falta de recursos e metodologias que permitam os adolescentes compreenderem tais fenômenos de forma mais lúcida, lúdica e que realmente tenha resultados.

Visando essa experiência, foi desenvolvido um roteiro de práticas que abordasse outras áreas da física, como cinemática, passando pelo movimento uniforme, variado, decomposição de vetores, movimento em duas dimensões, a dinâmica passando por leis de Newton. Foi desenvolvido também um roteiro para as áreas da termologia, desde temperatura até as leis da termodinâmica e por fim o assunto de óptica, na qual os fenômenos como reflexão, refração e dispersão são trabalhados de formas qualitativas e quantitativas através de simulações executadas por um aplicativo de smartphone ou computador.

Sabe-se que, se não a melhor, mas uma das maneiras mais eficazes de despertar a curiosidade e o pensamento científico de um aluno são com práticas, experimentos e em virtude da má distribuição de recursos para educação, existem centenas de escolas somente no estado do Ceará onde o espaço destinado para práticas de física é totalmente abandonado, sucateado ou repleto de experimentos feitos de “Baixo custo” como uma medida paliativa de não abandonar o espaço, realizando muitas vezes experimentos não tão empolgantes.

Tendo em vista esse problema de recursos, foi desenvolvido este produto educacional intitulado como “Manual de Práticas laboratoriais utilizando o simulador e aplicativo para smartphones Física na Escola.” Sendo uma tentativa de combater essa escassez do ensino prático de física, com experimentos digitais, como uma espécie de laboratório virtual, na qual o aluno, com o auxílio desse roteiro

juntamente com o simulador desenvolveria atividades tanto teóricas quanto práticas, encontrando valores bem próximos dos reais.

Na visão geral da aplicação desse projeto, cabe ao professor, com o auxílio de simuladores digitais, que a cada dia que passa surge mais e mais, desenvolver práticas de ensino, modernizando assim suas metodologias, para um público cada vez mais digital, moderno e familiarizado ao uso das mídias digitais, além de que, torna-se economicamente mais viável para uma escola desenvolver um espaço digital com recursos como computadores, tablets e projetores do que desenvolver um laboratório real, com experimentos reais, além de evitar acidentes que eventualmente venham a ocorrer nesse tipo de espaço.

Portanto, durante a aplicação desse produto educacional, os alunos ao serem dirigidos ao laboratório de informática da escola, puderam estar realizando experimentos da termodinâmica, da óptica, da cinemática, e como caráter avaliativo, os mesmos tiveram que elaborar relatórios, nos padrões cobrados em instituições de ensino superior, como uma forma de já se adaptarem ao futuro acadêmico que os aguardam. Esta nota era por fim, computada como mais uma nota parcial de cada bimestre e o aprendizado adquirido nessas aulas práticas, foi observado sua ressonância nas provas em sala de aula.

No capítulo 2 dessa dissertação serão fundamentadas as teorias pedagógicas que inspiraram a ideia deste trabalho e da formação do produto educacional, como as ideias de Piaget e Ausubel se encaixam no ensino experimental de física bem como suas deduções sobre as formas de se adquirir conhecimento através de experiências do cotidiano e de como usar de conhecimentos prévios dos alunos para a obtenção de novos conhecimentos.

No capítulo 3 temos uma breve abordagem histórica sobre o uso das tecnologias no ensino do Brasil e o advento dos avanços tecnológicos que a sociedade moderna está vivendo bem como a possibilidade da aplicação desses recursos na educação.

Já capítulo 4 é apresentada uma fundamentação física dos assuntos abordados no objeto de aprendizagem e no manual produzido na conclusão desse curso de mestrado, como mecânica na parte da cinemática e da dinâmica das leis de

Newton. Na termologia, os assuntos de termometria, teoria cinética dos gases e termodinâmica, por fim os conceitos da óptica geométrica, iniciando com os fenômenos mais importantes até o estudo de caso dos problemas visuais e o uso de lentes para corrigi-los

No capítulo 5 observaremos a metodologia da aplicação desse produto, as estratégias abordadas e como cada turma se comportou com o uso dessa nova ferramenta e por fim no capítulo 6 observaremos os resultados e as conclusões desse trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA

A base pedagógica desse trabalho se sustenta nas ideias do construtivismo e foi baseado em duas linhas de pensamento onde na primeira linha de pesquisa do suíço Jean Piaget, com seu trabalho *Teoria do desenvolvimento cognitivo*, afirma que a construção do conhecimento surge através da prática, da vivência do indivíduo com o material de estudo, através de análises e experimentações vem o conhecimento, técnica que ficou conhecida como *sujeito-objeto*. Já a segunda teoria, desenvolvida pelo norte-americano David Ausubel, com seu trabalho *Aprendizagem Significativa*, no qual afirma que se devem ensinar assuntos que façam sentido no cotidiano do aluno.

Nas seções seguintes serão detalhadas as justificativas do uso dessas linhas de pesquisas no trabalho desenvolvido na aplicação do produto educacional.

2.1 Teoria do desenvolvimento cognitivo

A importância do psicólogo suíço Jean Piaget (1896 – 1980) para a pesquisa do desenvolvimento é praticamente imensurável. A teoria do desenvolvimento cognitivo é geralmente considerada como a mais compreensiva e impactante da área das teorias da aprendizagem. Embora certos aspectos da teoria de Piaget tenham sido questionados e, em alguns casos, refutados, sua influência é inquestionável. Na verdade, a contribuição de sua teoria, como a de outros, é mostrada mais capacidade de influenciar outras pesquisas que surgiria posterior a sua.

Para Piaget, a função da inteligência é auxiliar a adaptação ao ambiente em que algum indivíduo esteja inserido. Para o teórico, os meios de adaptação formam um *continuum* que varia entre características, tais como hábitos e reflexos e a capacidade cognitiva de analisar padrões. Piaget propôs que, com o avanço da aprendizagem e da maturidade, tanto a inteligência quanto suas manifestações tornam-se *diferenciada*, mas especializadas em diversas áreas do conhecimento.

2.1.1 Estágios do desenvolvimento cognitivo

Segundo Piaget, o desenvolvimento cognitivo está atrelado aos processos equilibradores da assimilação e da acomodação que são responsáveis por todas as mudanças associadas ao desenvolvimento, ele também considerou que o desenvolvimento envolve estágios distintos, descontínuos. Particularmente, Piaget, através da observação de seus filhos e de outras crianças, dividiu o desenvolvimento cognitivo nos quatro estágios principais resumidos aqui: os estágios *sensório-motor*, *pré-operatório*, *operatório concreto* e *operatório formal*.

- Inteligência sensório-motora

Inteligência prática, manifestada em ações. Esquemas de ação, “conceitos” sensório-motores, início da construção das categorias de objeto, espaço, tempo e causalidade. Da indiferença *eu-mundo* exterior ao reconhecimento de objeto, espaço, tempo, causalidade.

- Inteligência pré-operatória

Pensamento indutivo, presença do animismo e do artificialismo no raciocínio, egocentrismo. Indiferença entre o ponto de vista próprio e o dos outros, rigidez e irreversibilidade do pensamento. Interesse como prolongamento da necessidade, sentimentos de respeito (afeição + temor) pelos mais velhos, obediência, moral heterônoma.

- Inteligência operatório concreto

Passagem da intuição à lógica do concreto, início da descentralização. Aquisição da capacidade de perceber a reversibilidade das operações, explicações causais, noções de permanência de substância, peso e volume. Sentimentos de respeito mútuo e de justiça (distributiva e retribuição), moral da cooperação (correlata à lógica da reversibilidade), aparecimento da vontade como regulação da ação.

- Inteligência operatório formal

Acesso à lógica operatória abstrata, descentralização se completa. Pensamento proposicional e hipotético-dedutivo, esquemas formais de lógica combinatória e de proporções. Construção da autonomia.

2.2 Aprendizagem significativa

Teoria de aprendizagem desenvolvida pelo pesquisador norte-americano David Ausubel (1918 – 2008) que afirmava que o fator isolado mais importante para o aprendizado de um indivíduo é o conhecimento prévio que o mesmo já detém. Para Marcos Antônio Moreira “*a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo*”, Ausubel chamava os conhecimentos prévios de *Subsunçores* cujo de forma aditiva, os novos conhecimentos deveriam se somar aos conhecimentos prévios dos discentes.

... a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. David Ausubel – 1968.

Atualmente com o recurso de smartphones e internet em todo lugar a quantidade de informação e conhecimentos prévios que um aluno possui antes de começar a estudar um novo conteúdo é bastante considerável, em alguns casos o indivíduo já sabe até sobre o que se trata, porém lhe falta um conhecimento teórico sobre o assunto para justificar e explicar o seu *Saber prévio*.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), quando a aula é apenas teórica, tradicional com exposição de conceitos em sala de aula através do quadro e pincel, faz com que o aluno apenas copie sobre determinado assunto, ocorre à chamada aprendizagem mecânica. Neste método de ensino, o importante para o professor e para o sistema educacional são os assuntos expostos na lousa com base no livro didático adotado sendo encaminhado um estudo com um intuito de fazer uma prova para avaliação de conhecimentos adquiridos e esse tipo de abordagem pedagógica para os dias atuais com uma geração tão ativa e interativa aos meios digitais torna-se pouco eficaz e menos atrativa.

A aplicação desse trabalho vai ao encontro das ideias de Ausubel quando se tira o aluno de um ambiente dito “tradicional” e o coloca dentro de um laboratório de práticas, onde diferentemente dos laboratórios convencionais, aqui traz uma nova abordagem de laboratório, os *laboratórios virtuais* na qual através de um computador ou do próprio smartphone do aluno, através de um estudo dirigido com um roteiro de práticas (produto educacional) os alunos seguem uma sistemática de experimentações e observações de fenômenos, antes trabalhados em sala teoricamente e agora com uma aula experimental, por seus conhecimentos prévios e posteriores adquiridos seja antes da sala da aula, subsunções, com as aulas teóricas presenciadas em sala, ao somar esses conhecimentos com uma prática mais moderna, promove um interesse mais atrativo dos alunos ao conteúdo devido a sua praticidade, caráter lúdico por se tratar de simulações feitas por mídias digitais, tornando assim uma aula mais próxima da realidade trazendo um significado para a mesma.

3 O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE LABORATÓRIOS DIDÁTICOS

O ensino experimental de física, segundo suas normas segundo as PCNs e PCN+ e o dever do professor com o aluno em buscar alternativas para um melhor aprendizado serão assuntos trabalhados nesse capítulo. A função do professor como tutor e os desafios que possam ser encontrados em diversas escolas, mostrando a real necessidade do ensino experimental de física.

No tópico 4.2 será descrito o uso de tecnologias como alternativa para o ensino, o desenvolvimento de novas tecnologias e seu uso na educação.

3.1 O ensino experimental

De acordo com as diretrizes curriculares nacionais (Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs e PCN+), as ciências da natureza, matemáticas e suas tecnologias, devem ser ministradas, organizando o aprendizado nas disciplinas e buscando sempre a interdisciplinaridade e contextualização, de forma em que os conteúdos e aspectos tecnológicos associados ao aprendizado matemático e científico, sejam parte da formação essencial do cidadão (BRASIL, 2002, p. 9).

De acordo com da Silva Filho (2016), existe hoje uma dificuldade, por parte dos alunos, em interpretar dados e compreender significados relacionados às ciências devido à falta de enxergar o ensino de ciências como prático. A formação de cidadãos com conhecimento cotidiano e prático das teorias científicas é um dos objetivos dos PCNs e PCN+, uma falha da educação atual é ensinar os alunos como único objetivo a aprovação em vestibular.

A função do professor é facilitar o processo de aprendizagem, utilizando de todos os recursos tangíveis para incentivar o aluno a desenvolver a aptidão de aprender. Os educadores têm a responsabilidade de preparar aulas que possam construir o conhecimento e façam com que os alunos passem a perceber melhor o mundo em que vive, mostrando ao aluno, por exemplo, que todos os fenômenos físicos que os cercam têm alguma justificativa, fazendo assim com que eles tenham uma aprendizagem significativa como Ausubel defende.

Como enfatiza Moreira (2005) a aprendizagem significativa pode ser alcançada através do princípio da interação social e do questionamento e pelo princípio da *não-centralidade* do livro texto: aprender a partir de distintos materiais educativos. O ensino prático de física favorece a aprendizagem dos alunos por trazer os fenômenos citados em sala de aula para sua frente de modo a facilitar o processo de aprendizagem, tornando-o significativo, pois ao demonstrar que os fenômenos são reais, os alunos passam a se interessar mais.

Como a Física está associada diretamente a conceitos teóricos algumas vezes abstratos e cálculos matemáticos, faz com que a maioria dos alunos tenham dificuldades e passam a desenvolver uma aversão a aprender física, por conta de suas deficiências em leitura e cálculo. Através do ensino experimental, temos como demonstrar e conceituar os fenômenos físicos, mostrando ao aluno o real significado das fórmulas e o porquê de elas terem suas configurações.

Segundo Lev Vygotsky (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 231) cada ser é capaz de aprender por meio do seu contexto histórico-cultural, ou seja, quando o aluno observa um fenômeno acontecendo e passa a prestar atenção em seus detalhes o mesmo estará apto a conectar o conhecimento aprendido com diversos fatos vividos no seu dia a dia. Um experimento tem a capacidade de expor para o estudante uma situação de reflexão, ou seja, o aluno passa a prestar mais atenção as os fenômenos que ocorrem em sua volta e na natureza. Com a ajuda dos experimentos, quando ele é de fácil execução, o estudando é capaz de associar os conhecimentos adquiridos em sala com os conhecimentos práticos edificando assim a base para o saber científico.

De acordo com Da Silva (1998) quando se aplica um experimento em sala de aula, cada aluno passa a prestar atenção naquele evento, pois provavelmente é o primeiro contato dele com tal ferramenta e quando esse experimento não é apenas demonstrativo, mas também quantitativo, os alunos se sentem motivados e desafiados a tentar resolver problemas. Com ensino experimental, até os alunos mais tímidos, que não participam tanto das aulas nas salas tradicionais, despertem e consigam utilizar de sua criatividade para a realização do experimento.

3.2 Tecnologia e educação no Brasil

O Instituto Universal Brasileiro e o Radio-Monitor no final dos anos 1930 e começo dos anos 1940 foram os pioneiros no Brasil com o uso de tecnologias voltadas para o ensino, podendo chamá-los de fundadores da modalidade de Ensino à Distância (EAD) com a utilização do rádio que por meio das Radio escolas ou como eram chamadas, “escolas radiofônicas”, enviavam aulas gravadas diariamente para as emissoras das regiões do norte e do nordeste do país com o objetivo de diminuir o nível de analfabetismo que sempre foi predominante nessas áreas.

Depois disso com o passar dos anos viram que era uma boa ideia levar educação a distância através dos canais de comunicação, com a chegada da televisão surgiu em meados dos anos 70 o chamado projeto SACI (Sistema Avançado de Comunicações Interdisciplinares), as atividades visavam o ensino até a terceira série do ensino fundamental e o treinamento dos professores, contudo o programa foi encerrado em 1976 (ALTOÉ; SILVA, 2005).

A TV cultura e a TUPI foram uma das primeiras emissoras a investir recursos em EAD com o programa *Televisão Educativa* que atuava no Estado do Maranhão e no Ceará, transmitiam vídeo aulas e conteúdos voltados a alunos da 5ª a 8ª série do ensino fundamental e tiveram seu início em meados dos anos 1970, elaborando material impresso via jornal (SARAIVA, 1996).

Nos anos 90 e início dos anos 2000 a Fundação Roberto Marinho com suas emissoras como a Rede Globo de telecomunicações e a TV Cultura criaram o programa Telecurso e traziam aulas dos anos finais do ensino fundamental, (7ª e 8ª séries) e aulas de ensino médio. Já em 1994 o telecurso sofreu uma reforma metodológica e teve seu nome alterado para telecurso 2000 (BARROS, 2003; SARAIVA, 1996).

3.2.1 As a novas tecnologias e o futuro do ensino de física

Atualmente no Brasil há mais celulares do que habitantes o brasileiro é e sempre foi um apaixonado por tecnologias, o país está entre os cinco maiores mercados de tecnologias móveis do planeta. Segundo a pesquisa mais recente realizada em abril de 2019 pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) o Brasil conta com

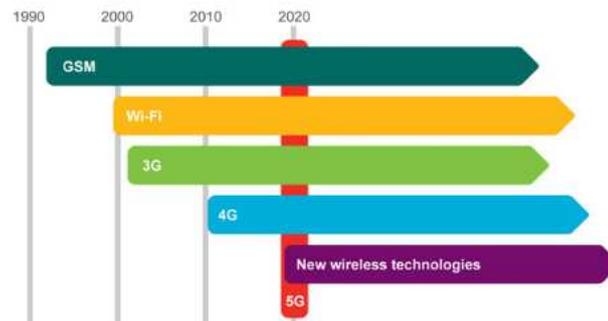
pelo menos dois dispositivos digitais para cada habitante, dando uma média de pelo menos 420 milhões de dispositivos digitais. Só smartphones ativos no país são 230 milhões, com números tão expressivos a educação está passando por um processo de evolução, onde no início condenavam o uso dessas mídias, porém começa-se a perceber o potencial que essas ferramentas possuem nessa nova geração de estudantes.

Atualmente vivemos na era dos dados móveis, com redes de fibra óptica de alta velocidade e a tecnologia 4G quase se tornando obsoleta com a introdução da quinta geração, conhecida como 5G. O Brasil, junto com a UFC, desempenhou um papel pioneiro no desenvolvimento dessa tecnologia, conforme ilustrado na Figura 3.1, que mostra a evolução cronológica das tecnologias de dados móveis.

Tendo em vista esse advento tecnológico, fica inviável a manutenção de aulas tradicionais sem o uso de artifícios tecnológicos como ao menos um computador e um datashow, desde a utilização de slides simples até lousas digitais com óculos 3D, aulas utilizando tablettes e smartphones, já é comum ver essas ferramentas em algumas escolas da rede particular de ensino por contar com mais investimento e buscar sempre inovação de marketing para sair na frente do mercado. Sendo ainda uma realidade um pouco distante da realidade da rede pública de ensino.

Porém, mesmo que a rede pública tenha um menor investimento e condições menos favoráveis do que a rede privada, diversos projetos dos governos tanto estaduais, com a implantação de escolas de tempo integral e profissionalizantes, onde o ensino é mais técnico e voltado a práticas em comparação as escolas tradicionais e o governo federal com o projeto Educação em prática que visa trazer os alunos do ensino fundamental e médio para as instituições federais de ensino superior para o uso de seus laboratórios, vêm driblar e tentar resolver essa precariedade do ensino prático de física e outras áreas que necessitam do uso de um laboratório.

Figura 3.1: Cronologia do avanço da tecnologia de dados móveis



Fonte: starupi.com.br

Por fim, ainda existe um recurso que toda escola e toda sala de aula já possui que são os smartphones dos próprios alunos, praticamente todos os alunos em uma sala possuem seus celulares com seus aplicativos e internet, salve alguns casos de pessoas mais carentes, mas mesmo assim atividades coletivas podem e devem, com o passar do tempo, se tornarem cada vez mais frequente o uso dessa ferramenta como estratégias pedagógicas de ensino, visto que, ao utilizar um experimento virtual, um simulador que funcione muito bem no celular, os fenômenos antes demonstrado apenas através de desenhos, livros ou slides, agora passariam a estar com os alunos 24 horas em seu próprio bolso.

4 MECÂNICA NA PARTE DA CINEMÁTICA E DA DINÂMICA DAS LEIS DE NEWTON

4.1 Mecânica

O estudo do movimento e os conceitos relacionados a grandezas físicas como deslocamento, velocidade, aceleração, massa e força são a base de formação da área de estudo da mecânica e está dividida em duas áreas: Cinemática e Dinâmica.

4.1.1 Cinemática

Cinemática é o estudo dos movimentos, área que analisa as características que regem um movimento e suas consequências, porém sem se preocupar com as causas e as origens, esta será uma função da Dinâmica que será explicada mais à frente.

Alguns conceitos importantes para a definição do movimento de uma partícula estão no entendimento do conceito de referencial que basicamente é todo corpo que a parti dele faz-se uma análise de comportamento dos outros ao seu redor, este pode ou não estar em movimento também, gerando situações distintas. É através do referencial que se define um móvel é um corpo extenso (tamanho considerável) ou se a mesma é um ponto material (tamanho com dimensões desprezíveis), por fim, a definição se um corpo está se movimentando ou não em relação a um referencial é se sua posição se altera com o passar do tempo.

POSIÇÃO E DESLOCAMENTO

Usando x para definir a posição, temos em um dado móvel a posição inicial x_i e a posição final x_f na qual o deslocamento deste é determinado pela diferença do final e do inicial. Tome como operador matemático a letra grega Δ (delta). Portanto:

$$\Delta x = x_f - x_i$$

(4.01)

Cuidado em não confundir deslocamento com distância percorrida, este último é a soma total de todos os deslocamentos não importando a orientação e é uma grandeza escalar.

VELOCIDADE E RAPIDEZ MÉDIA

Rapidez é a razão que se encontra pela distância total percorrida por uma partícula dividida pela duração de tempo que este movimento durou, encontra-se:

$$R_M = \frac{s}{\Delta t} \quad (4.02)$$

Esta rapidez nos dar uma ideia útil de quão rápido um móvel deve estar, por conta de s e Δt sempre positivos, acaba que essa é uma informação incompleta, pois não se sabe para onde e em qual sentido a posição de um móvel está se alterando com o passar do tempo, esta por sua vez é determinada por **velocidade média** determinada pela variação da posição definida em (5.01) sobre uma determinada variação do tempo.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \quad (4.03)$$

VELOCIDADE INSTANTÂNEA

A velocidade instantânea ela diferencia da média, pois esta última não traz informações do comportamento da velocidade ao longo da trajetória por se tratar de uma média, pois como a velocidade é a inclinação da reta que liga dois pontos de posição em um gráfico da posição x versus tempo t , portanto tem-se:

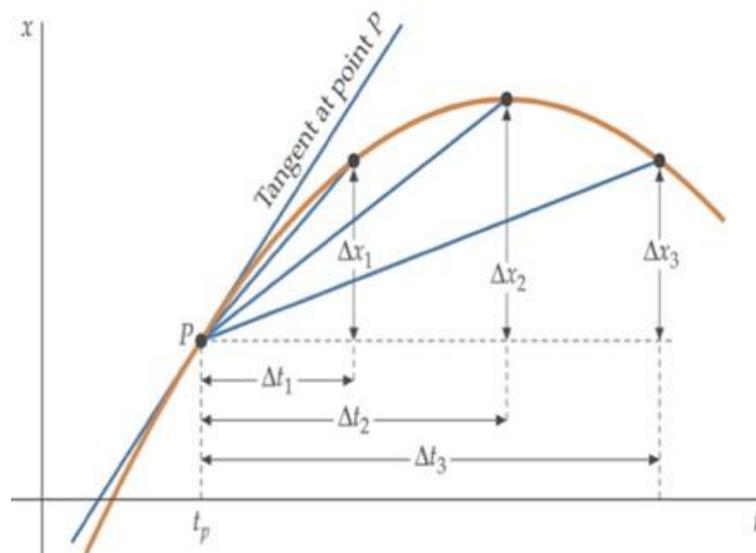
A velocidade instantânea v é o limite da razão $\Delta x/\Delta t$ quando Δt tende a zero.

$$v(t) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (4.04)$$

A velocidade instantânea é dada pela inclinação da reta tangente em um dado ponto em relação ao eixo do tempo no gráfico posição (x) versus tempo (t) com visto na figura 4.1. Portanto:

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = \operatorname{tg}\theta \quad (4.05)$$

Figura 4.1. Inclinação da reta tangente



Fonte: <https://pessoal.ect.ufrn.br/~ronai/Principal/FC1-2015-1/A04/10.html>, Acesso 20/11/2019 às 09:25

ACELERAÇÃO

Aceleração, grandeza física responsável pela alteração da velocidade, é a taxa de variação da velocidade com o passar do tempo. A aceleração média $a_{méd}$ é determinada como:

$$a_{méd} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \quad (4.06)$$

Portanto de forma análoga a realizada em (5.04) encontra-se a aceleração instantânea que é o limite da razão entre $\Delta v/\Delta t$ quando Δt tende a zero expressa conforme a expressão:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (4.07)$$

Como $v = dx/dt$

$$a = \frac{d\left(\frac{dx}{dt}\right)}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (4.08)$$

EQUAÇÕES DA CINEMÁTICA

Como visto em (4.07):

$$\frac{dv(t)}{dt} = a(t)$$

Passando dt para o lado direito da função, tem-se

$$dv(t) = a(t).dt$$

Fazendo a integral indefinida dos dois lados:

$$\int dv(t) = \int a(t).dt$$

$$v(t) = a(t).t + C$$

Onde essa C , ao fazer o $t = t_0 = 0$, $C = v(0) = v_0$; Portanto:

$$v(t) = a(t).t + v_0 \quad (4.09)$$

Função horária da velocidade. Como visto em (4.04)

$$v(t) = \frac{dx}{dt}$$

Logo aplicando em (4.09), tem-se:

$$\frac{dx}{dt} = v_0 + a(t).t$$

Fazendo a integral indefinida dos dois lados:

$$\int \frac{dx}{dt} = \int (v_0 + a(t).t)$$

Obtém-se:

$$x(t) = v_0.t + a(t).\frac{t^2}{2} + C$$

Fazendo $t = t_0 = 0$, obtém-se $C = x(0) = x_0$; Portanto:

$$x(t) = v_0.t + a(t).\frac{t^2}{2} + x_0 \quad (4.10)$$

Equação geral da posição.

Pegando (4.09) e substituindo em (4.10) encontra-se a equação independente do tempo de Evangelista Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta x$$

Todas as equações desenvolvidas de (5.01) até (5.10) são utilizadas para o movimento de uma partícula em apenas uma dimensão, no caso no eixo horizontal. Para adaptar essas para o movimento na vertical basta trocar algumas grandezas por outras de mesma função, por exemplo, a posição x passa a ser a altura y , as velocidades ganham um índice y como v_{0y} ou v_y para indicar que é uma velocidade no eixo y , na vertical, e a aceleração é trocada pela aceleração da gravidade que terá sentido negativo durante a subida e sentido positivo durante a descida.

LANÇAMENTO VERTICAL

$$y(t) = y_0 + v_{0y}.t + g.\frac{t^2}{2}$$

$$v_y = v_{0y} + g.t$$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2.g.\Delta y$$

LANÇAMENTO EM DUAS DIMENSÕES

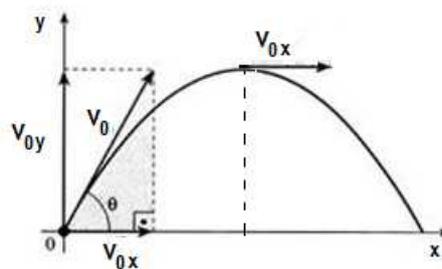
Nesse tipo de movimento agora são consideradas as duas dimensões do eixo cartesiano x e y na qual a posição $x(t)$ e $y(t)$ executam movimentos independentes sem que uma dimensão interfira na outra, este é um dos princípios de Galileu sobre a queda dos corpos.

Princípios de Galileu Galilei para a queda livre

1. A massa dos corpos em um movimento de queda livre em que a resistência do ar possa ser desprezada não influencia no tempo de queda.
2. O tempo de subida é igual ao tempo de descida de um corpo considerado os mesmos pontos.
3. A velocidade de um projétil em sua subida é igual a sua descida para o mesmo ponto de referência
4. Os movimentos em uma dimensão não interferem nos movimentos de outra dimensão.

Considere o lançamento de um projétil com uma determinada inclinação θ em relação a superfície horizontal como mostra a figura 4.2. a baixo:

Figura 4.2. Lançamento Oblíquo.



Fonte - <https://www.colegioweb.com.br/lancamento-de-projeteis/lancamento-obliquo.html> - Acesso 19/11/2019 às 19:30

Onde:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos\theta = \text{constante}$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen}\theta$$

$$a_x = 0$$

$$a_y = -g$$

Com a posição em x e y variando conforme as equações abaixo:

$$x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y} \cdot t - g \cdot \frac{t^2}{2}$$

Fazendo $x_0 = 0$, tem-se que $x = v_{0x} \cdot t$ implica em $t = x / v_{0x}$, substitui o t em y(t), encontra-se:

$$y(x) = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} \cdot x - g \cdot \frac{\left(\frac{x}{v_{0x}}\right)^2}{2}$$

$$y(x) = \tan \theta \cdot x - \frac{g}{2v_0^2 \cdot \cos^2(\theta)} \cdot x^2$$

CÁLCULO DO ALCANCE HORIZONTAL

Pegando a equação em y(t), no final do lançamento $y = 0$, portanto, tem-se:

$$0 = v_{0y} \cdot T - g \cdot \frac{T^2}{2}$$

Onde T é o tempo total de voo do projétil. Dividindo os dois lados por T;

$$0 = v_{0y} - g \cdot \frac{T}{2} \Leftrightarrow T = \frac{2v_0 \cdot \text{sen}\theta}{g}$$

Aplicando isso em x(t), tem-se;

$$x = A = v_{0x} \cdot T = v_0 \cdot \text{cos}\theta \cdot \frac{(2v_0 \cdot \text{sen}\theta)}{g}$$

$$A = \frac{v_0^2}{g} \cdot \text{sen}2\theta$$

4.1.2 Dinâmica

LEIS DE NEWTON

Newton no século XVII revolucionou o mundo com suas ideias inéditas sobre cálculo integral e diferencial, com isso pode explicar pela primeira vez o conceito de gravidade e unificar os pensamentos sobre os fenômenos que cercavam os movimentos na época, ideias antigas de Aristóteles e Galileu sobre “a vontade dos corpos” de se moverem que ele chamou de inércia, o princípio fundamental da dinâmica e a lei da ação e da reação formam o conjunto de leis da mecânica conhecidas por leis de Newton da mecânica e segundo (TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, 2006) para se alterar o estado de movimento de um corpo é necessário que haja uma ação externa a este cuja mesma provoque uma aceleração no mesmo. Portanto:

$$F_r = m \cdot a$$

Onde

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\sum F_n = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2}$$

Tipos de força

- Peso: Força exercida pelo planeta Terra sobre todos os corpos nela contidos.

$$F_g = P = m \cdot g$$

Onde $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

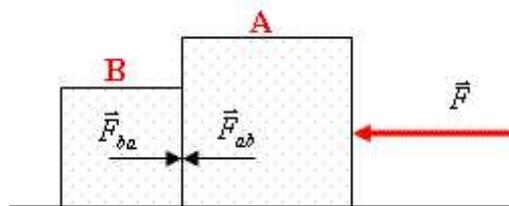
- Tração: Força aplicada em cordas, fios, linhas e etc.
- Normal: Força gerada através de uma reação que a superfície de contato provoca ao corpo, essa ação é sempre perpendicular à superfície.

Ação-Reação

As leis das trocas de forças entre dois corpos, chamada de ação e reação diz que toda força aplicada a um corpo, gera uma reação de mesma intensidade e direção, porém sentido contrário conforme mostrado na figura 4.4. Essas forças não se equilibram, pois são em corpos diferentes.

$$F_{AB} = - F_{BA}$$

Figura 4.3. Ação e reação entre dois blocos



Fonte: Autor

Força de atrito

Essa força de interação entre dois corpos quando um ou ambos têm a tendência de escorregar sobre o outro. O atrito pode ser o agente que permite o movimento de corpos como o movimento de veículos, o caminhar de uma pessoa, mas em muitas vezes a força de atrito tem como função dissipar energia, por ter sua direção sempre oposta ao movimento, por isso se caracteriza como uma força dissipativa que depende exclusivamente da natureza dos materiais envolvidos e da força de interação entre a superfície e o corpo com tendência a se deslocar, conhecida como força normal. Portanto:

$$F_{AT} = \mu.N$$

μ → Coeficiente de atrito

$N \rightarrow$ Força Normal

Tipos de Atrito

- Estático: Aquele cujo módulo da velocidade de um ponto do objeto é zero quando submetido às forças externas.
- Destaque: Quando o corpo está na eminência de se locomover.
- Cinético: Quando o módulo da velocidade de um ponto do objeto é diferente de zero quando submetido às forças externas.

$$\mu_E > \mu_C$$

4.2 Termologia

Área da física que estuda os fenômenos que envolvem as grandezas temperatura e energia interna de um corpo, conseqüentemente suas relações entre outras grandezas como pressão e volume, passando pelos estados da matéria, entendendo assim as propriedades dos corpos, da matéria e de todo o universo.

De acordo com (TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, 2006) a termologia é dividida em três áreas, Termometria, que estuda a temperatura e as escalas termométricas, métodos e maneiras de se registrar e medir o valor da temperatura de um corpo. Calorimetria é a parte da termologia que estuda o calor e suas propriedades, como o recebimento ou a perda de calor altera as estruturas de um corpo. Por fim tem-se o estudo da Termodinâmica que abrange todas as áreas estudadas da termologia, sendo a teoria física mais edificada e completa, sendo formada por suas leis da conservação da energia e o funcionamento e limitações de máquinas térmicas, até o conceito de entropia.

Nas sessões seguintes serão detalhados os conceitos que abrangem as áreas em destaque.

4.2.1. Termometria

No senso comum, desde criança, é possível diferenciar muito bem corpos quentes e frios através do tato. Imagine que uma barra de ferro A, ao ser aquecida por uma fonte de energia térmica, entra em contato com outra barra B cuja estava imersa dentro de um recipiente com uma mistura de água fria e gelo, percebe-se uma diminuição da sensação de quente da barra A e da sensação de frio da barra B até que em um dado momento, ambas as barras, ao serem tocadas transmitem a mesma sensação. Depois disso, com ambas barras A e B em contato, surge uma terceira barra C cuja temperatura é diferente das outras duas é colocada em contato com A e depois com B em temperatura ambiente, no final do processo observa-se que:

$$T_a = T_b = T_c$$

Esta situação a cima descrita é justificada pela chamada lei zero da termodinâmica.

“Se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, então os três corpos estão em equilíbrio térmico entre si.”

A lei zero da termodinâmica permite a comparação de temperaturas entre os corpos até que atinja o equilíbrio, por tanto ela permite que escalas termométricas sejam desenvolvidas e as mais conhecidas e utilizadas são Celsius, Fahrenheit e Kelvin.

Escala Celsius e Fahrenheit

Antigamente conhecida como escala centígrada, a escala Celsius se divide entre dois extremos, o valor de fusão do gelo e o valor de vaporização da água, onde estes são separados em cem partes iguais, esses pontos são chamados de **pontos críticos**:

Fusão: 0 °C - Vaporização: 100 °C

O físico alemão Daniel Gabriel Fahrenheit desenvolveu sua escala com o intuito de obter apenas valores de temperaturas positivas, onde seu ponto zero foi a menor temperatura que ele conseguiu encontrar com uma mistura concentrada de água e sala e o valor de 96 °F seria a temperatura do corpo humano, um número bastante conveniente, pois é facilmente divisível, logo ele adaptou sua escala para valores dos pontos de fusão e vaporização do gelo e da água respectivamente, encontrando o valor da temperatura do corpo humano entre 98 °F e 99 °F.

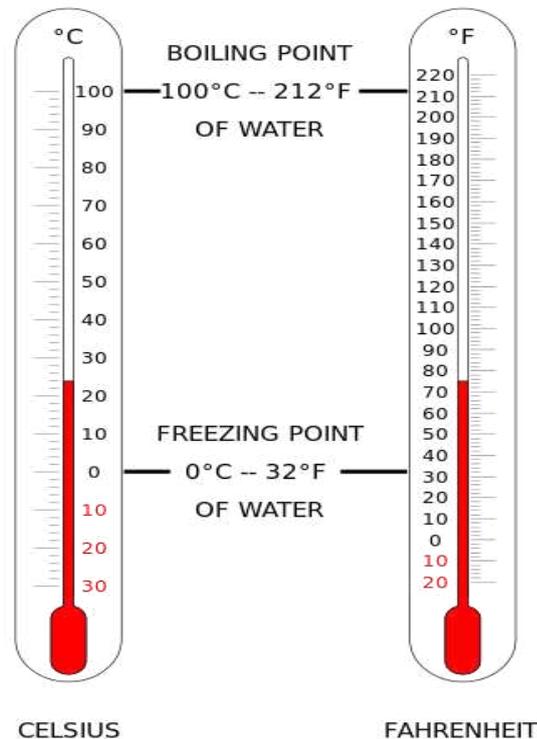
Fusão: 32 °F - Vaporização 212 °F

A relação entre essas escalas pode ser observada na figura 4.5 a baixo e definida a seguir pela seguinte expressão:

$$\frac{T_C}{100} = \frac{T_F - 32}{180} \rightarrow \frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) \leftrightarrow T_F = \frac{9}{5}(T_C + 32)$$

Figura 4.5. Ilustração para transformação das escalas de temperatura Celsius e Fahrenheit



Fonte: <https://www.differencebetween.com/difference-between-celsius-and-vs-fahrenheit/> -
Acesso 19/11/2019 às 19:38

ESCALA ABSOLUTA (Kelvin)

A escala Kelvin é à base do Sistema Internacional de Unidades (SI) para a grandeza temperatura termodinâmica. O kelvin é a fração $\frac{1}{273,15}$ da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água, ou seja, é definido de tal modo que o ponto triplo da água é exatamente 273,15 K. É uma das sete unidades de base do SI, sendo utilizada para medir a temperatura absoluta de um objeto, com zero absoluto sendo 0 K.

Como grau Celsius e o kelvin tem o mesmo tamanho, as *diferenças* de temperatura são iguais, na escala Celsius e na escala de temperatura absoluta. Isto é, uma *variação* de 1 °C representa na escala absoluta, kelvin, uma *variação* de 1 K. Portanto a fórmula de conversão entre uma e outra é apenas o valor da escala Celsius adicionado o valor do ponto triplo 273,15 K, ficando como a seguinte expressão:

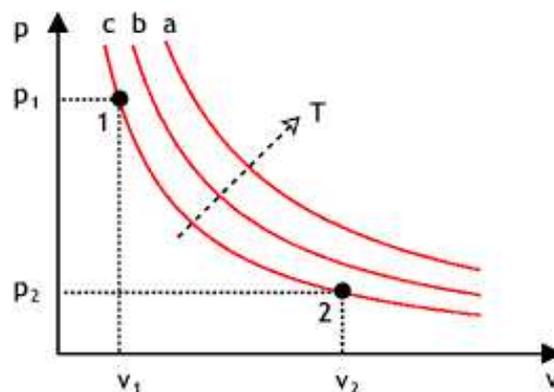
$$T_K = T_C + 273,15$$

4.2.2 Lei geral dos gases ideais

Ao considerar uma pequena amostra de gás de massa específica razoavelmente baixa percebe-se que ao comprimir esse gás mantendo a sua temperatura constante conforme as curvas demonstradas na figura 4.6. observa-se um aumento da pressão, o contrário também é válido, ao expandir uma amostra de gás, mantendo a sua temperatura constante, observa-se uma diminuição na pressão. Este comportamento foi observado pela primeira vez por Robert Boyle (1627 – 1691), esta lei recebe seu nome e é expressa da seguinte forma.

$$PV = \text{constante}$$

Figura 4.6. Curvas isotérmicas no diagrama P x V. Quanto mais acima as curvas vermelhas, maior a temperatura.



Fonte: <https://www.infoescola.com/termodinamica/transformacao-isotermica/> Acesso 14/11/2019 às 14:35

De forma análoga, ao considerar um gás, com algumas de suas variáveis de estado, Temperatura (T), Pressão (P) e Volume (V) sendo constantes percebe-se um comportamento entre as outras de modo a resultar sempre numa constante, esses outros comportamentos foram observados o Jacques Charles (1746 – 1823) e por Joseph Gay-Lussac (1778 – 1860).

$$\frac{P}{T} = k_1$$

$$\frac{V}{T} = k_2$$

Tome como evidência o surgimento dessas constantes ao relacionar as variáveis de estado e ao combiná-las tem-se:

$$\frac{PV}{T} = C$$

Onde esse C é uma constante positiva que está diretamente ligada ao número de moléculas de um gás dentro de um recipiente, tome como exemplo um recipiente cujo inicialmente tem uma quantidade inicial, ao dobrar essa quantidade, você terá o dobro do volume, o dobro da pressão e a metade da temperatura por haver menos espaço para as moléculas se movimentarem. Portanto, a equação acima pode ser escrita da seguinte maneira:

$$PV = NkT$$

Onde k é chamada **constante de Boltzmann**, verifica-se o mesmo valor experimentalmente para qualquer gás de:

$$k = 1,81 \times 10^{-23} \frac{J}{K} = 8,617 \times 10^{-5} \frac{eV}{K}$$

O número de moléculas que um gás possui é calculado através do produto do número de mols com o número de Avogadro.

$$N = nN_a$$

Aplicando na equação:

$$PV = n.N_a.k.T$$

$$\text{Onde } N_a.k = R$$

(Constante universal dos gases)

Conclusão

$$PV = nRT$$

Lei dos gases ideais.

Com a relação entre P, V, e T é sempre uma constante, em uma transformação gasosa, a seguinte expressão é válida:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

TEORIA CINÉTICA DOS GASES

A descrição do comportamento de um gás em termos das variáveis macroscópicas de estado P, V e T pode ser relacionada à médias simples de quantidades microscópicas, como a massa e a rapidez das moléculas de um gás. Essa teoria é chamada de teoria cinética dos gases.

Esta teoria consiste no estudo das moléculas de um gás confinado em um recipiente, este gás pode ser monoatômico como o gás hélio e neônio ou poliatômico como o oxigênio e o dióxido de carbono, através da quantidade desse gás e da velocidade com que ocorrem as colisões dessas moléculas nas paredes do recipiente, é possível encontrar os valores de pressão e de energia total do sistema.

Para calcular a pressão, deve-se considerar a velocidade da colisão, o número de partículas por unidade de volume, a área de contato durante essa colisão e o tempo que essas colisões duram. Encontrando a seguinte expressão:

$$\eta = \frac{1}{2} \frac{N}{V} \cdot |v_x| \cdot \Delta t \cdot A$$

Note que em um recipiente tridimensional, em média, apenas a metade das moléculas se movem no sentido de um eixo, por isso o uso de $\frac{1}{2}$ e v_x .

Considerando a colisão dessas moléculas sem diminuição de sua energia, ou seja, um sistema conservativo, a variação do momento linear pode ser descrita como:

$$d\vec{p} = (2m|v_x|) \times \frac{1}{2} \frac{N}{V} \cdot |v_x| \cdot A \cdot dt$$

$$F = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{N}{V} m \cdot v_x^2 \cdot A$$

Como Pressão pode ser medida como a força aplicada à certa área, tem-se:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{d\vec{p}}{dt \cdot A} = \frac{N}{V} m \cdot v_x^2$$

$$PV = N \cdot m \cdot v_x^2 = 2N \cdot \left(\frac{m \cdot v_x^2}{2}\right)_{\text{méd}}$$

Fica fácil ver que

$$NkT = 2N \cdot \left(\frac{m \cdot v_x^2}{2}\right)_{\text{méd}} \rightarrow \frac{1}{2} kT = \frac{1}{2} (m \cdot v_x^2)_{\text{méd}}$$

Considerando agora que $(v_x^2)_{\text{méd}} = (v_y^2)_{\text{méd}} = (v_z^2)_{\text{méd}}$

$$(v^2)_{\text{méd}} = (v_x^2)_{\text{méd}} + (v_y^2)_{\text{méd}} + (v_z^2)_{\text{méd}} = 3(v_x^2)_{\text{méd}} \rightarrow (v_x^2)_{\text{méd}} = \frac{1}{3}(v^2)_{\text{méd}}$$

$$U = K_{\text{trans méd}} = \left(\frac{1}{2} m v^2\right)_{\text{méd}} = \frac{3}{2} kT$$

Portanto, a energia total dentro de um sistema de N moléculas podem ser calculada da seguinte forma:

$$U_{\text{total}} = N \left(\frac{1}{2} m v^2\right)_{\text{méd}} = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} nRT$$

4.2.3 Termodinâmica

James Prescott Joule foi o primeiro a perceber e conseguir converter uma fonte de energia mecânica, potencial gravitacional, em energia térmica, aumentando a temperatura de um sistema através de um experimento. Ele constatou que o aumento da temperatura que por sua vez implica no aumento da energia interna do sistema está associado ao trabalho realizado sobre o sistema ou pelo sistema somado a quantidade de calor absorvida ou liberada pelo mesmo sistema. Essa observação ficou conhecida como **primeira lei da termodinâmica**, que mostra que uma fonte de energia pode se converter em outra. A expressão é determinada por:

$$\Delta E_{int} = Q_{abs} + W_{sobre}$$

A energia interna como demonstrada anteriormente, pode ser definida entre as funções de estado P, V e T porém a quantidade de calor e o trabalho não são funções de estado de um gás, considerando quantidades muito pequenas de calor trocados a expressão da primeira lei pode ser escrita como:

$$dE_{int} = dQ_{abs} + dW_{sobre}$$

Fazendo $E_{int} = K_{trans} = U = 3/2 nRT$

Considerando o trabalho W sendo a energia que o gás gasta para empurrar um pistão em um cilindro, tem-se que dW pode ser escrito da seguinte maneira:

$$dW_{pelo\ gás} = F_x dx = PA dx = PdV$$

Ou quando o trabalho é realizado sobre o gás.

$$dW_{sobre\ o\ gás} = -F_x dx = -PA dx = -PdV$$

Integralizando os dois lados têm-se, quando o gás varia seu volume de V_i para V_f .

$$W_{sobre\ o\ gás} = - \int_{V_i}^{V_f} P dV \rightarrow W = |P\Delta V|$$

Trabalho quando a pressão for constante

Quando se tem uma transformação isotérmica, pode-se escrever o trabalho como uma função logarítmica da diferença dos volumes.

$$W_{sobre\ o\ gás} = - \int_{V_i}^{V_f} P dV = - \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV$$

$$W_{sobre} = -nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = nRT \ln\left(\frac{V_i}{V_f}\right)$$

A primeira lei da termodinâmica fala da conservação de energia e dos processos que a envolve como, por exemplo, a conversão de uma energia em outra como por exemplo uma fonte térmica ser capaz de gerar trabalho através da transferência de calor, porém essa lei ela sozinha não é completa, pois ela não responde algumas perguntas que são observadas na prática. Exemplo, ao empurrar

um bloco em equilíbrio térmico com o ambiente sobre uma superfície com atrito, após o final desse trabalho foi retirado esse equilíbrio térmico, de modo que a energia interna do bloco aumentou em relação ao ambiente, fazendo que o mesmo passe a liberar calor, porém o contrário desse não é observado, jamais você veria o corpo receber calor do ambiente e provocar um trabalho em relação a você.

Essas e outras limitações como o estudo das máquinas térmicas e os sistemas irreversíveis e reversíveis são estudados pela segunda lei da termodinâmica, que é formada por alguns enunciados:

1. “Nenhum sistema pode absorver calor de um único reservatório e convertê-lo inteiramente em trabalho sem que resultem e outras variações no sistema e no ambiente que o cerca.” – Enunciado de Kelvin.
2. “Um processo cujo único resultado efetivo seja o de retirar calor de um reservatório frio e liberar a mesma quantidade de calor para um reservatório quente é impossível.” – Enunciado de Clausius.

4.2.4 Máquinas térmicas

Uma máquina que opera segundo os enunciados da segunda lei da termodinâmica através de ciclos tem a energia interna total U de seu sistema igual a zero, pois mesmo depois de várias transformações, no fim o gás retorna ao seu estado original, gerando um trabalho de acordo com a diferença entre suas fontes térmicas

$$W = Q_q - Q_f$$

E o rendimento desta máquina pode ser calculado como o trabalho gerado sobre a quantidade de energia recebida da fonte quente.

$$\eta = \frac{W}{Q_q} = \frac{Q_q - Q_f}{Q_q} = 1 - \frac{Q_f}{Q_q}$$

“É impossível uma máquina térmica, operando em um ciclo, produzir como *único efeito* o de retirar calor de um único reservatório e realizar uma quantidade equivalente de trabalho.” – Enunciado para máquinas térmicas.

Os refrigeradores basicamente são máquinas térmicas que funcionam ao contrário e esta não viola as leis da termodinâmica pois o enunciado de Clausius se adapta a esse tipo de conceito.

“É impossível para um refrigerador, operando em ciclo, produzir como *único efeito* o de retirar calor de um corpo frio e liberar a mesma quantidade de calor para um corpo quente.” – Enunciado para refrigeradores.

Seu desempenho é calculado da seguinte forma:

$$CD = \frac{Q_F}{W}$$

4.2.5 Ciclo de Carnot

O francês Sadi Carnot, no início do século XIX conseguiu responder à pergunta sobre qual seria o melhor rendimento que uma máquina possuiria antes mesmo da primeira e segunda lei serem restabelecidas, Carnot descobriu que para uma máquina ter seu melhor aproveitamento ela deveria operar em ciclos *reversíveis*.

“Nenhuma máquina trabalhando entre dois dados reservatórios térmicos pode ser mais eficiente do que uma máquina reversível trabalhando entre os dois reservatórios.” – Teorema de Carnot

Condições para a reversibilidade de um processo:

1. Nenhuma energia mecânica é transformada em energia térmica interna pelo atrito, por forças viscosas ou por outras forças dissipadoras.
2. Energia é transferida na forma de calor apenas entre corpos com uma diferença infinitesimal de temperatura.
3. O processo deve ser *quase-estático* para que o sistema esteja sempre em um estado de equilíbrio.

Com base nessas condições, uma máquina de Carnot possui quatro fases que formam o seu ciclo, estas são:

1. Uma absorção *quase-estática* e isotérmica de calor de um reservatório quente.
2. Uma expansão *quase-estática* e adiabática para uma temperatura menor.
3. Uma liberação *quase-estática* e isotérmica de calor para um reservatório frio.
4. Uma compressão *quase-estática* e adiabática para uma temperatura maior.

De modo que o rendimento de uma máquina de Carnot pode ser detalhado da seguinte maneira:

$$\varepsilon = 1 - \frac{Q_F}{Q_Q}$$

Tome para com a fase 1, isotérmica $\rightarrow \Delta U = 0$, tem-se:

$$Q_Q = W_{\text{pelo gás}} = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Tome, de forma análoga, com a fase 3, tem-se:

$$Q_F = W_{\text{sobre gás}} = - \int_{V_3}^{V_4} P dV = - \int_{V_4}^{V_3} \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \frac{V_3}{V_4}$$

Logo tem-se para $\frac{Q_F}{Q_Q}$

$$\frac{Q_F}{Q_Q} = \frac{T_f \ln \ln \frac{V_3}{V_4}}{T_q \ln \ln \frac{V_2}{V_1}}$$

Tome para com a fase 2, adiabática $\rightarrow Q_{\text{abs}} = 0$, tem-se:

$$T_q V_2^{\gamma-1} = T_f V_3^{\gamma-1}$$

Tome, de forma análoga, com a fase 4, tem-se:

$$T_q V_1^{\gamma-1} = T_f V_4^{\gamma-1}$$

Ao dividir a primeira pela segunda obtém-se:

$$\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1} \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$$

Portanto:

$$\frac{Q_F}{Q_Q} = \frac{T_f \ln \ln \frac{V_3}{V_4}}{T_q \ln \ln \frac{V_2}{V_1}} = \frac{T_f}{T_q}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_f}{T_q}$$

4.3 Óptica

Área da física que estuda os fenômenos que envolvem a luz sendo dividida em duas partes, a óptica geométrica e a óptica física, na qual os principais fenômenos da óptica geométrica consistem em detalhar as ocorrências e consequências da dispersão da luz, da reflexão da mesma e por fim sua refração e difração.

4.3.1 Fenômenos ópticos

Dispersão

A dispersão é um fenômeno óptico que consiste na separação da luz branca, ou seja, separação da luz solar em várias cores, como as do arco-íris, cada qual com uma frequência diferente. Esse fenômeno pode ser observado em um prisma de vidro, por exemplo.

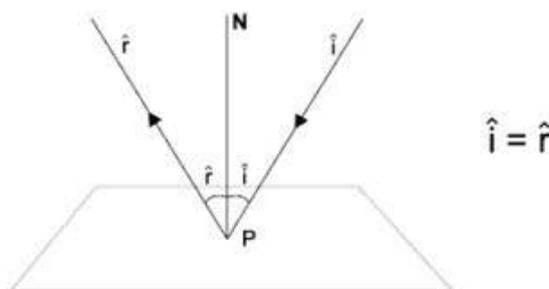
Reflexão

A reflexão da luz consiste em um raio, ao incidir em um anteparo (superfície), retornar ao plano de origem. Segundo (SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A.) esse fenômeno é regido por duas leis que podem ser observadas na figura 4.7.

1ª Lei da reflexão: “O raio incidente, o raio refletido e a reta Normal são coplanares. Ou seja, coexistem no mesmo plano geométrico”.

2ª Lei da reflexão: “O ângulo de incidência é igual ao refletido”.

Figura 4.7. Leis da reflexão



Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/leis-da-reflexao/> acesso 18/11/2019 às 15:46

Refração

O fenômeno da refração da luz consiste em alteração da velocidade quando há mudança de meio devido ao índice de refração e natureza do meio em que a luz se propaga. Em algumas situações além da alteração da velocidade há também uma alteração na direção original da propagação conforme ilustrada na figura 4.8.

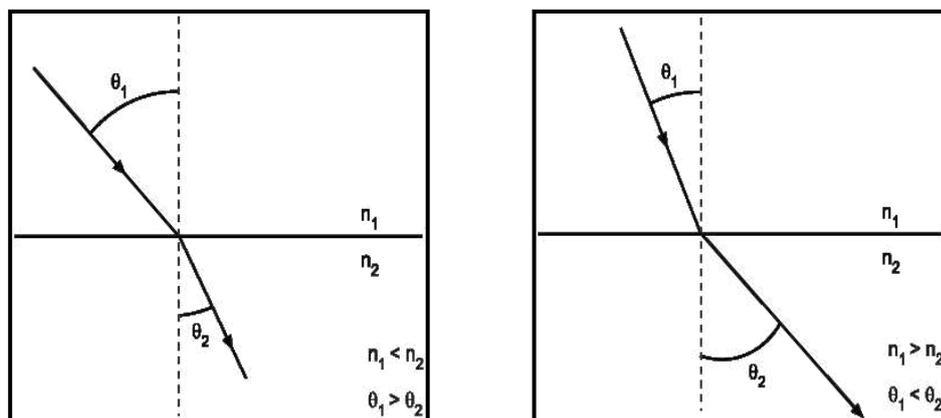
A refração é regida por duas leis de forma análoga ao fenômeno da reflexão:

- 1ª Lei da Refração: “O raio incidente I, a normal N e o raio refratado R, pertencem ao mesmo plano, denominado plano de incidência da luz, ou seja, o raio incidente, a reta normal e o raio refratado são coplanares”.
- 2ª Lei da Refração: “Para cada par de meios e para cada luz monocromática que se refrata é constante o produto do seno do ângulo que o raio forma com a normal e o índice de refração do meio em que o raio se encontra”.

Essa lei é conhecida como lei de Snell-Descartes.

$$n_1 \text{sen}\theta_1 = n_2 \text{sen}\theta_2$$

Figura 4.8. Leis da refração



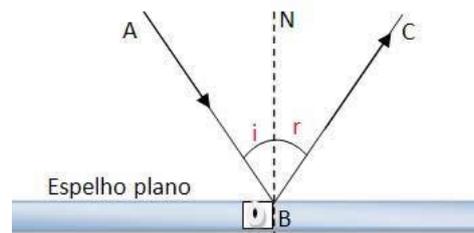
Fonte: <https://sites.google.com/a/superensino.com/appondulatoriamnpef/home/materialdidatico/refracao/3> acesso 19/11/2019 às 23:17

4.3.2 Espelhos

Um espelho plano é aquele em que a superfície de reflexão é totalmente plana conforme demonstrada na figura 4.9. Os espelhos planos têm utilidades bastante diversificadas, desde as domésticas até como componentes de sofisticados instrumentos ópticos.

Representa-se um espelho plano por:

Figura 4.9. Reflexão da luz em um espelho plano



Fonte: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/espelhoplano.php> -

Acesso 19/11/2019 às 20:05

As principais propriedades de um espelho plano são a simetria entre os pontos objeto e imagem e que a maior parte da reflexão que acontece é regular.

CONSTRUÇÃO DAS IMAGENS EM UM ESPELHO PLANO

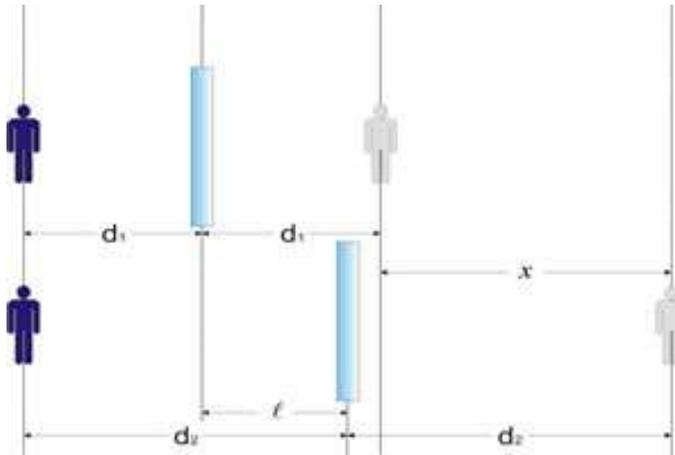
Para se determinar a imagem em um espelho plano, basta imaginarmos que o observador vê um objeto que parece estar atrás do espelho. Isto ocorre porque o prolongamento do raio refletido passa por um ponto imagem virtual (PIV), "atrás" do espelho.

Nos espelhos planos, o objeto e a respectiva imagem têm sempre naturezas opostas, ou seja, quando um é real o outro deve ser virtual. Portanto, para se obter geometricamente a imagem de um objeto pontual, basta traçar por ele, através do espelho, uma reta e marcar simetricamente o ponto imagem.

TRANSLAÇÃO DE UM ESPELHO PLANO

Considerando a figura 4.10 abaixo:

Figura 4.10. Espelho em movimento.



Fonte: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/espelhoplano.php> -
Acesso 19/11/2019 às 20:07

A parte superior do desenho mostra uma pessoa a uma distância d_1 do espelho, logo a imagem aparece a uma distância d_1 em relação ao espelho. Na parte inferior da figura, o espelho é transladado l para a direita, fazendo com que o observador esteja a uma d_2 distância do espelho, fazendo com que a imagem seja deslocada x para a direita.

Pelo desenho podemos ver que:

$$X = 2d_2 - 2d_1$$

Que pode ser reescrito como:

$$X = 2(d_2 - d_1)$$

Mas pela figura, podemos ver que:

$$l = d_2 - d_1$$

Logo:

$$X = 2l$$

Assim pode-se concluir que sempre que um espelho é transladado paralelamente a si mesmo, a imagem de um objeto fixo sofre translação no mesmo sentido do espelho, mas com comprimento equivalente ao dobro do comprimento da translação do espelho. Se utilizarmos esta equação, e medirmos a sua taxa de variação em um intervalo de tempo, pode-se escrever a velocidade de translação do espelho e da imagem da seguinte forma:

$$\frac{X}{\Delta t} = 2 \frac{l}{\Delta t}$$

Ou seja, a velocidade de deslocamento da imagem é igual ao dobro da velocidade de deslocamento do espelho. Quando o observador também se desloca, a velocidade ao ser considerada é à velocidade relativa entre o observador e o espelho, ao invés da velocidade de translação do espelho, ou seja:

$$V_i = 2V_r$$

ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS

Quando dois espelhos planos são colocados em associação sob um determinado ângulo α , o número de imagens observadas por um observador central à essa associação é determinado pela seguinte expressão:

$$\eta = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

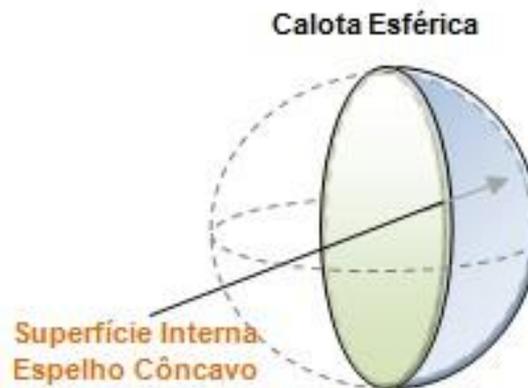
Uma imagem pode ser classificada segunda três características:

- Segundo sua natureza: Real ou Virtual
- Segundo Seu tamanho: Menor, Mesmo tamanho ou Maior que o objeto real.
- Segundo sua orientação: Direita ou Invertida

ESPELHO CÔNCAVO

Esse tipo de espelho tem o caráter esférico, uma “calota” onde a parte espelhada é a interna como demonstrada na figura 4.11. Tem como principal função a ampliação da imagem de um objeto, seus elementos são mostrados na figura 5.12.

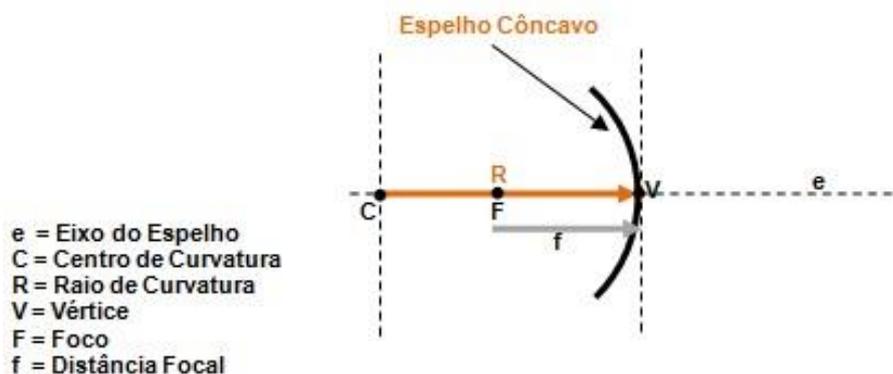
Figura 4.11. Espelhos esféricos – Côncavos



Fonte:

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espelhos-esfericos.htm> Acesso 19/11/2019 às 20:10

Figura 4.12. Elementos de um espelho côncavo

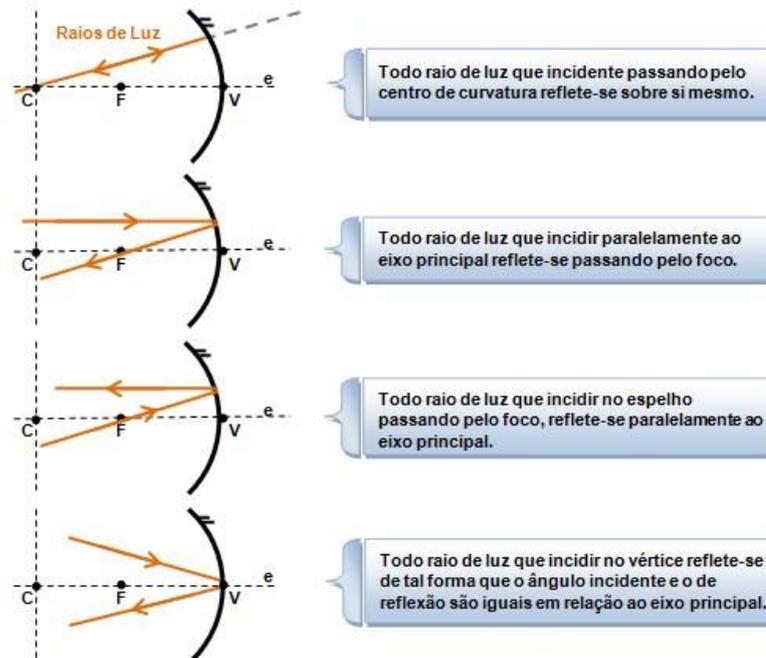


Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espelhos-esfericos.htm> Acesso 19/11/2019 às 20:12

Onde, $f = R/2$

As imagens formadas por esse tipo de espelho são determinadas pelos cruzamentos dos raios refletidos ou prolongados, aonde as características desses raios são descritas na figura 4.13. abaixo:

Figura 4.13. Raios notáveis na formação de imagens no espelho côncavo.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espelhos-esfericos.htm> Acesso 19/11/2019 às 20:15

De forma qualitativa há 5 tipos de imagens possíveis nesse tipo de espelho:

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Além de C	Sobre C	Entre C e f	Sobre f	Entre f e v
REAL	REAL	REAL	IMPRÓPRIA	VIRTUAL
INVERTIDA	INVERTIDA	INVERTIDA	IMPRÓPRIA	DIREITA
MENOR	MESMO TAMANHO	MAIOR	IMPRÓPRIA	MAIOR

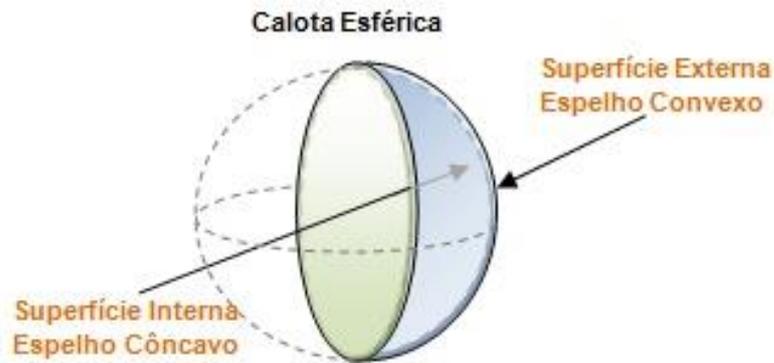
Tabela 4.1 – Tipos de imagens no espelho côncavo

ESPELHO CONVEXO

Este tipo de espelho tem a parte externa da calota espelhada como demonstrada na figura 4.14 e tem como característica principal a ampliação do campo de visão do observador, os elementos desse espelho são os mesmos do

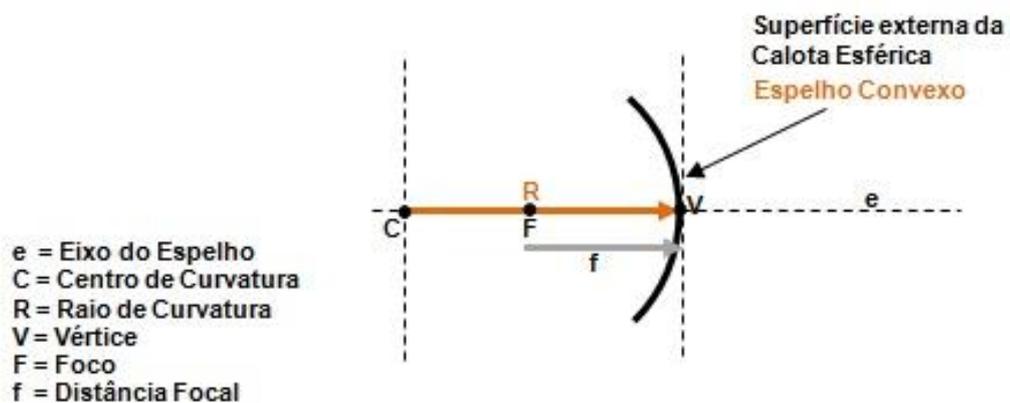
espelho côncavo, porém o objeto é colocado na direção oposta aos elementos como ilustrado na figura 5.15.

Figura 4.14. Espelhos esféricos – convexo.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espelhos-esfericos.htm> Acesso 19/11/2019 às 20:19

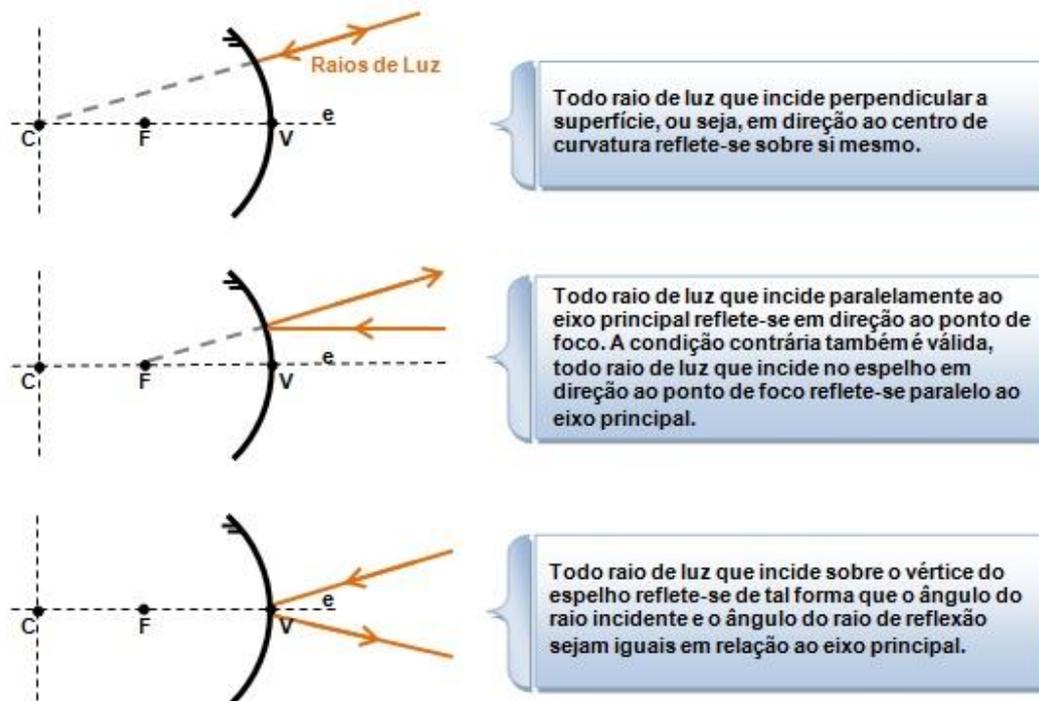
Figura 4.15. Elementos de um espelho convexo.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espelhos-esfericos.htm> Acesso 19/11/2019 às 20:23

De forma análoga ao espelho côncavo, as imagens do espelho convexo são formadas pelo cruzamento dos raios prolongados ao se encontrarem com o espelho conforme demonstrado na figura 4.16.

Figura 4.16. Raios notáveis na formação de imagens no espelho convexo.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espelhos-esfericos.htm> Acesso 19/11/2019 às 20:27

Esse tipo de espelho só forma sempre um tipo de imagem:

VIRTUAL	DIREITA	MENOR
---------	---------	-------

Tabela 4.2 – Imagem formada em um espelho convexo

EQUAÇÃO DE GAUSS

A equação de Gauss é determinada através da seguinte expressão:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Onde:

p -> Posição do objeto

p' -> Posição da Imagem

f -> Foco

O aumento da imagem de um espelho é dado por:

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$$

Onde:

i -> Tamanho da Imagem

O -> Tamanho do Objeto

Estudo do sinal dos elementos de uma imagem do espelho esférico

	POSITIVO (+)	NEGATIVO (-)
p'	Real	Virtual
A	Virtual	Real
F	Espelho Côncavo	Espelho Convexo

Tabela 4.3 – Estudo do sinal das imagens

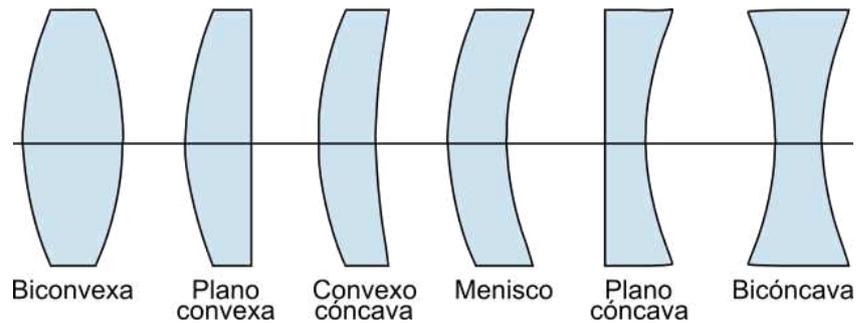
4.3.3 Lentes

Uma lente é fabricada através de materiais transparentes, onde suas faces curvas podem ter o caráter esférico, cilíndrico e parabólico, podendo até uma dessas faces serem plana como ilustrada na figura 5.17. Existe, por sua facilidade de construção, uma associação entre faces esféricas e planas na fabricação de uma lente.

Convergente	Divergente
Biconvexa	Bicôncava
Plano-Convexa	Plano-Côncava
Côncavo-Convexa	Convexo-Côncava
Bordas finas (Delgadas)	Bordas grossas (Espessas)

Tabela 4.4 – Tipos de lentes

Figura 4.17. Tipos de lentes.



Fonte: Google imagens, Acesso 18/10/2019, às 10:00

Elementos de uma lente

- Eixo: Reta perpendicular que passa simultaneamente entre os centros ópticos as duas faces da lente.
- Foco: Local para onde os raios convergem ou o prolongamento dos raios divergentes seguem.
- Antiprincipal: É um ponto localizado a uma distância f do ponto do F ou $2f$ do centro óptico C .
- Centro óptico: É o ponto central da lente.

Quando um raio paralelo ao eixo passa pela lente pode ocorrer dois tipos de refração: Os raios podem convergir, ou seja, aproximar-se do eixo em direção ao FOCO f , ou os raios podem divergir, ou seja, afastar-se do eixo, fazendo com que o prolongamento desses raios atinja também o FOCO f . A distância do foco principal do objeto f ou foco principal da imagem f' até ao centro óptico C da lente é chamada de distância focal.

Uma imagem gerada por uma lente pode ser determinada de duas maneiras, uma gráfica e outra analítica, para determinação gráfica é preciso seguir três passos:

I. Um raio paralelo ao eixo principal ao incidir numa lente convergente, converge diretamente ao foco da outra face, caso a lente seja divergente, o prolongamento do raio divergente vai direto ao foco da face incidente.

II. Um raio que incide numa lente convergente passando pelo foco do objeto principal converge para a outra face paralelamente ao eixo principal, caso a lente seja divergente, o prolongamento do raio refratado se dá paralelo ao eixo da face incidente (reversibilidade da luz).

III. Um raio que incide diretamente ao centro óptico da lente, independente da mesma, não sofre desvio.

Tipos de imagem

- IMAGEM VIRTUAL: Formada pelo cruzamento dos raios prolongados.
- IMAGEM REAL: Formada pelo cruzamento dos raios refratados.

Lente convergente

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Além de A	Sobre A	Entre A e f	Sobre f	Entre f e C
REAL	REAL	REAL	IMPRÓPRIA	VIRTUAL
INVERTIDA	INVERTIDA	INVERTIDA	IMPRÓPRIA	DIREITA
MENOR	MESMO TAMANHO	MAIOR	IMPRÓPRIA	MAIOR

Tabela 4.5 – Imagem formada em uma lente convergente

Lente divergente

Caso único		
Virtual	Menor	Direita

Tabela 4.6 – Imagem formada em uma lente divergente

O método analítico para obtenção dos dados da imagem gerada por uma lente é determinado de forma análoga aos espelhos esféricos com a utilização da lei de Gauss determinada por:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Onde:

p -> Posição do objeto

p' -> Posição da Imagem

f -> Foco

O aumento da imagem de um espelho é dado por:

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$$

Onde:

i -> Tamanho da Imagem

O -> Tamanho do Objeto

Para a medição da vergência de uma lente, conhecida popularmente como "Grau" é medida por:

$$V = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

Conhecida como equação do fabricante de lente

4.3.4 Problemas de visão

Os problemas mais comuns são os devido ao formato do globo, alguns mais longos outros mais curtos, esses são:

- **Miopia:** Dificuldade de enxergar objetos colocados a uma distância maior.

Motivo: Globo ocular mais longo, fazendo com que os raios, quando atravessam o cristalino, convergem para um ponto à frente da retina ocular.

- **Hipermetropia:** Dificuldade de enxergar objetos colocados a uma distância curta.

Motivo: Globo ocular mais curto, fazendo com que os raios, quando atravessam o cristalino, convergem para um ponto atrás da retina ocular.

- **Astigmatismo:** Sensação de incomodo ou dor quando se está em um ambiente com bastante luminosidade.

Motivo: Devido a uma má formação do cristalino ou da córnea a luz que entra no olho converge para vários pontos diferentes dentro do globo ocular, anulando a simetria de imagem.

Para corrigir esses problemas dar-se a utilização de lentes para alterar o ponto em que os raios convergem dentro do olho, com a função de afastar ou aproximar esse ponto para coincidir com a retina e focalizar todos os pontos em uma única região para obtenção de uma imagem bem nítida.

Miopia	Hipermetropia	Astigmatismo
Lente divergente	Lente convergente	Lente cilíndrica

Tabela 4.7 – Lentes corretivas para problemas visuais

5 METODOLOGIA

O produto educacional desenvolvido foi aplicado em turmas de ensino médio da EEM José de Alencar e EEM Liceu de Messejana, onde turmas do 1º e 2º anos foram levadas aos laboratórios de informática da escola, em posse de um roteiro destinado a aula que antes foi lecionada em sala, com o intuito de observar fenômenos e fazer algumas medições para a conclusão e por fim realizar um relatório sobre os dados obtidos e a prática realizada.

A turma do primeiro ano era formada por trinta e cinco (35) alunos e a prática observada foi a de Mecânica, Cinemática do manual de práticas na qual objetivo central dessa prática era diferenciar o movimento uniforme do movimento variado através da simulação movimento que é composta por diversos veículos identificado por cores, aonde cada cor representa uma velocidade e ou aceleração diferente, na própria simulação os gráficos ($S \times t$), ($v \times t$) e ($a \times t$) já são realizados na hora à medida que o móvel se desloca.

Nesta prática os alunos tiveram a oportunidade de analisar um movimento de acordo com sua característica, sendo progressivo ou retrógrado, acelerado ou retardado, seguindo o manual de práticas eles tiveram que identificar pelo gráfico e pelas cores, qual veículo possuía maior rapidez e maiores acelerações no caso do movimento variado.

De início a prática, foi debatido um pouco dos assuntos abordados anteriormente como uma mini revisão do conteúdo seguida de uma apresentação do experimento e da atividade que seria realizada, passado essa etapa, os alunos seguindo o roteiro e acessando o simulador, eles foram divididos em duplas por computador, ao abri o simulador, foi deixado por um tempo de cinco minutos para que eles se familiarizassem com as funções do software.

Passado esse período de adaptação, foi informado aos alunos que os mesmos devessem começar seguir categoricamente cada passo do roteiro de práticas que os haviam sido entregues. O período de duração da aula foi de duas aulas inteira de 50 minutos cada, totalizando a prática uma duração de cem minutos.

Ao final da prática foi atribuída uma parte da nota com base nos dados obtidos e os resultados observados pelos os alunos, logo depois foi informado que a outra parte da nota seria complementada por um relatório que deveria ser entregue em um prazo de quinze dias onde essa nota foi somada com a nota parcial e bimestral daquele aluno naquele bimestre.

A turma de segundo ano seguiu a mesma linha de raciocínio aplicada às turmas de primeiros anos, o diferencial é que o espaço amostral foi bem maior. A EEM Liceu de Messejana, no ano de 2019 possuía um total de dez turmas de segundos anos, sendo cinco de manhã e cinco no período da tarde, onde em especial nessas turmas, pude perceber diferentes tipos de reações a apresentação dessa proposta de ensino de física.

As turmas de segundos anos realizaram os experimentos voltados à teoria cinética dos gases e sobre as leis da termodinâmica, diferente da aplicação com as turmas de primeiros anos, a aplicação com a segunda série precisou de mais tempo, ou seja, houve dois encontros com as turmas em que foi aplicado o projeto.

O primeiro encontro foi realizado as práticas das transformações gasosas, isotérmicas, isobáricas, isocóricas e adiabáticas, onde esta prática mostrava as situações e como uma amostra de um gás se comportava sobre a variação das condições de Pressão, Volume e Temperatura bem como o comportamento da primeira lei da termodinâmica em cada um dos casos. Estes experimentos demonstravam as curvas e os resultados solicitados no roteiro de práticas poderiam ser obtidos através da análise gráfica do experimento e da aplicação das fórmulas.

O segundo encontro veio culminar essa prática de modo que o assunto geral foi a segunda lei da termodinâmica com sua aplicação às máquinas térmicas, nessa prática os alunos observaram o ciclo de Carnot, simular o funcionamento, rendimento e retirar a potência de um motor com a simulação de um pistão de combustão interna. O ápice dessa aula foi quando eles puderam ver o funcionamento de máquinas térmicas como locomotivos refrigeradores e motores de dois e quatro tempos.

No fim, pude perceber que em ambas as turmas de primeiros e segundos anos, os alunos saíram satisfeitos com o que fizeram e o que viram, pois ao saírem

da chamada aula tradicional e entrarem no mundo prático, por mais que o experimento virtual tenha suas limitações em comparação a um experimento físico real, para a realidade da grande maioria dos alunos da rede pública de educação básica, esse tipo de inovação é bastante construtivo e empolgante para eles.

No fim de cada uma das aulas eu trouxe para os alunos uma oportunidade que talvez eles jamais pudessem sonhar a oportunidade de ter um laboratório completo de física dentro de seus bolsos ou na palma de suas mãos, quando eu disse que aquele simulador que antes eles usaram através de um computador, poderia ser baixado em seus smartphones através das suas lojas de aplicativos na qual algumas atividades futuras seriam passadas através deste simulador, ou seja, a partir daquele momento eles não precisariam mais depender da iniciativa de um professor ou do espaço que antes somente a escola poderia ofertar, para realizar experimentos de diferentes tipos de áreas do conhecimento, seja em sala, seja em casa, onde eles estivessem.

Abaixo serão mostradas algumas interfaces do simulador referente às práticas realizadas pelos alunos das primeiras e segundas séries do ensino médio.

Figura 5.1 Áreas da física que o simulador abrange

Campo gravitacional
Mecânica
Campo gravitacional
Vibrações mecânicas e ondas
Termodinâmica e física molecular
Eletrostática
Corrente elétrica
Semicondutores
Condutividade elétrica de líquidos
Condução de eletricidade e gás no vácuo
Campo magnético
Corrente alternada
Óptica
Relatividade restrita
Física atômica
Física nuclear
Matemática
Quem sou eu

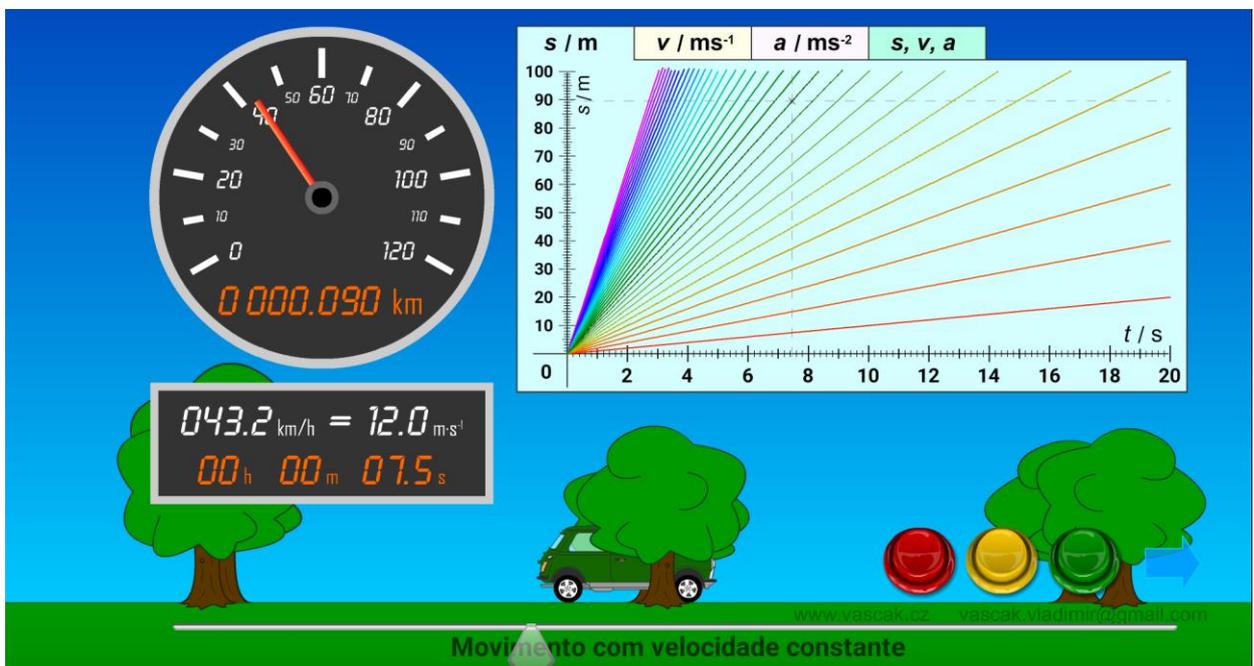
Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.2 Parte dos experimentos da Termologia.

Termodinâmica e física molecular	
▶	3. Distribuição de moléculas de gás pela velocidade
▶	4. Termómetro de Galileu
▶	5. Escala de temperatura
▶	6. Equivalente mecânico do calor
▶	7. Energia interna
▶	8. Transferência de energia por convecção
▶	9. Transferência de energia por radiação
▶	10. Transferência de energia por condução
▶	11. Representação gráfica isotérmica da Ley de Boyle-Marriote
▶	12. Representação gráfica isobárica da Lei de Gay-Lussac
▶	13. Representação gráfica isocórica da Lei de Charles
▶	14. Sistema adiabático
▶	15. Ciclo de Carnot

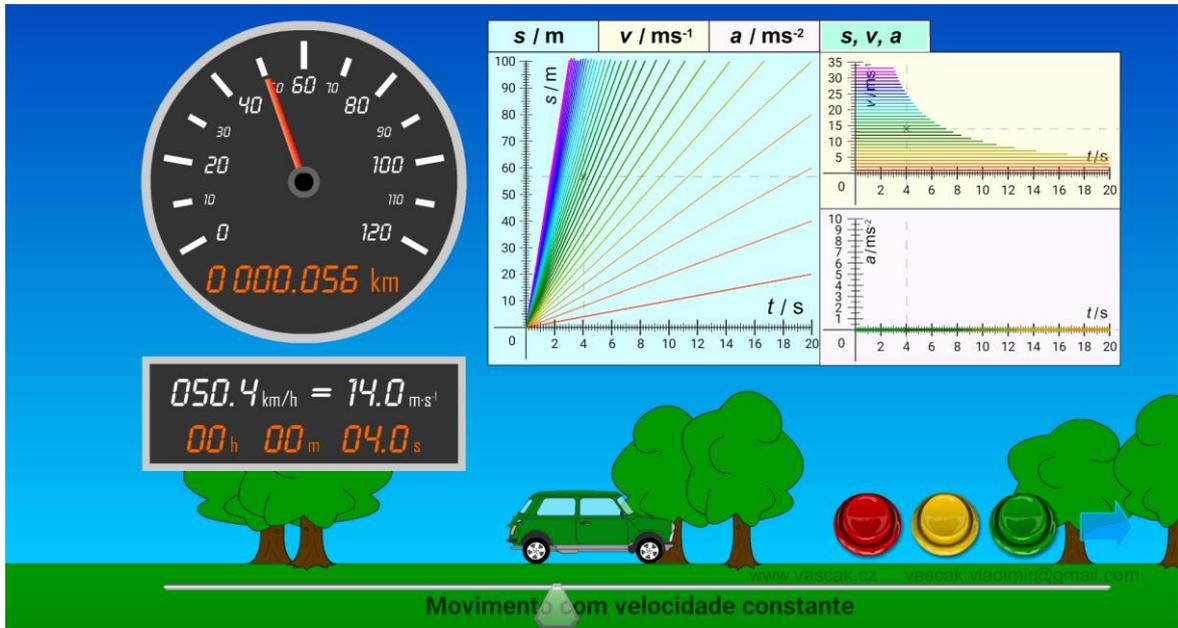
Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.3 Simulação de MRU



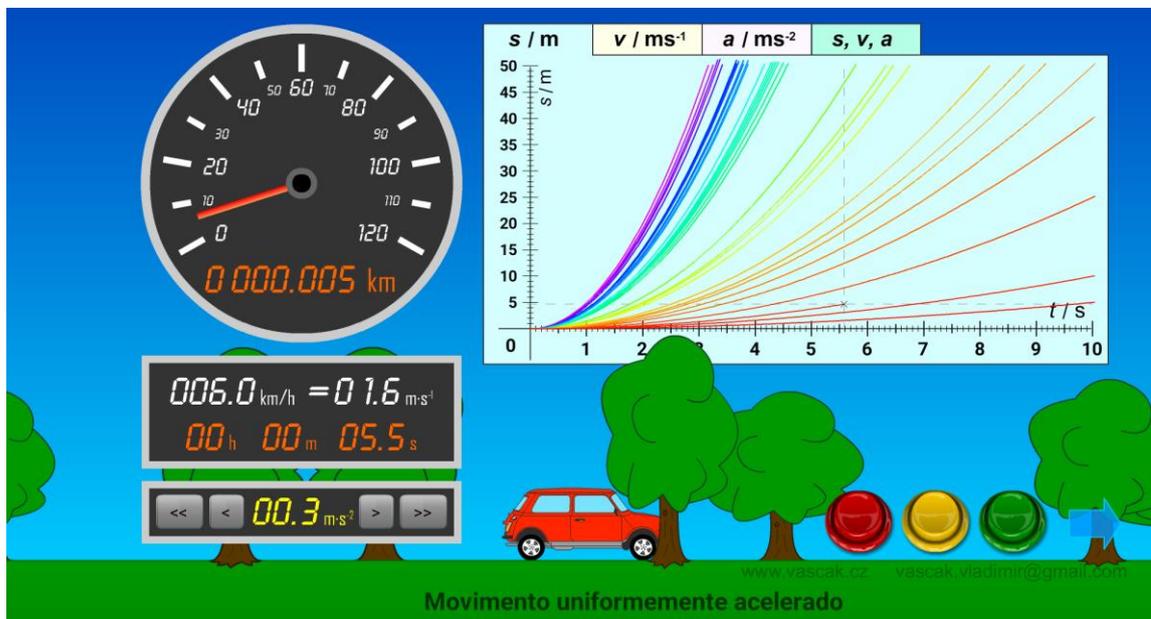
Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.4 Gráficos do MRU



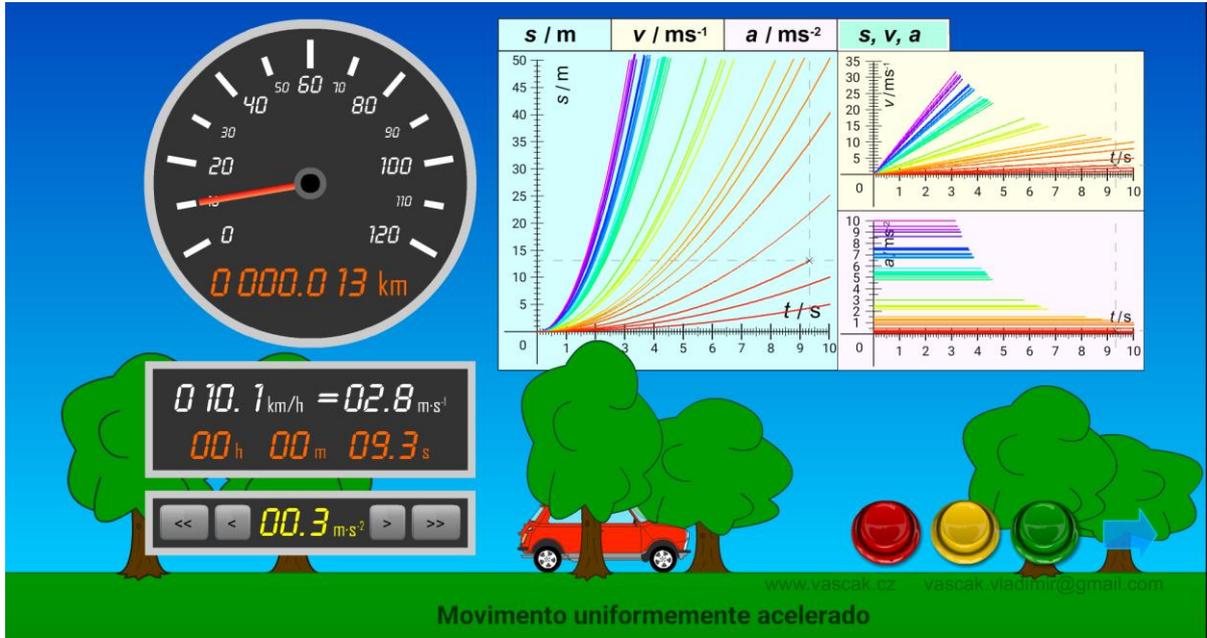
Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.5 Simulação de MRUV



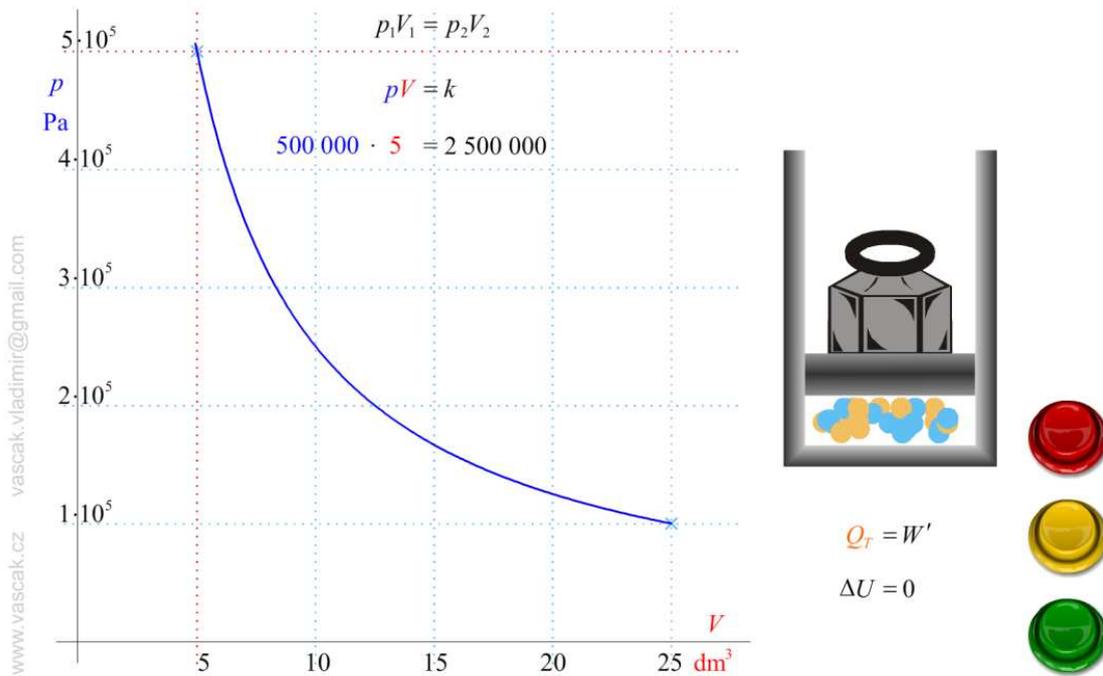
Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.6 Gráficos do MRUV



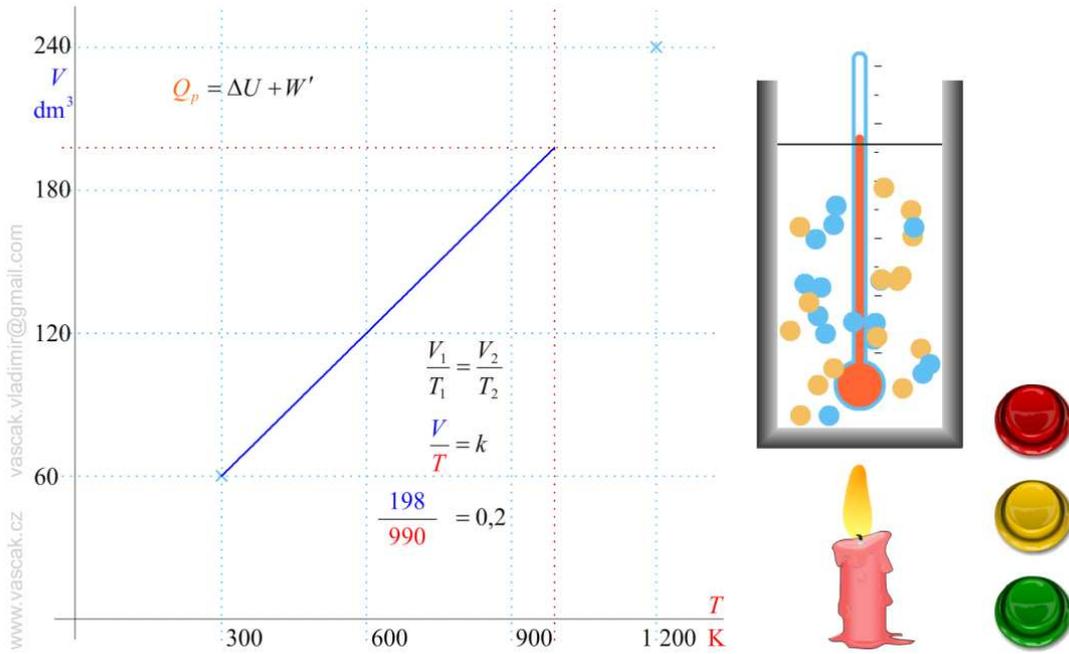
Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.7 Transformação Isotérmica



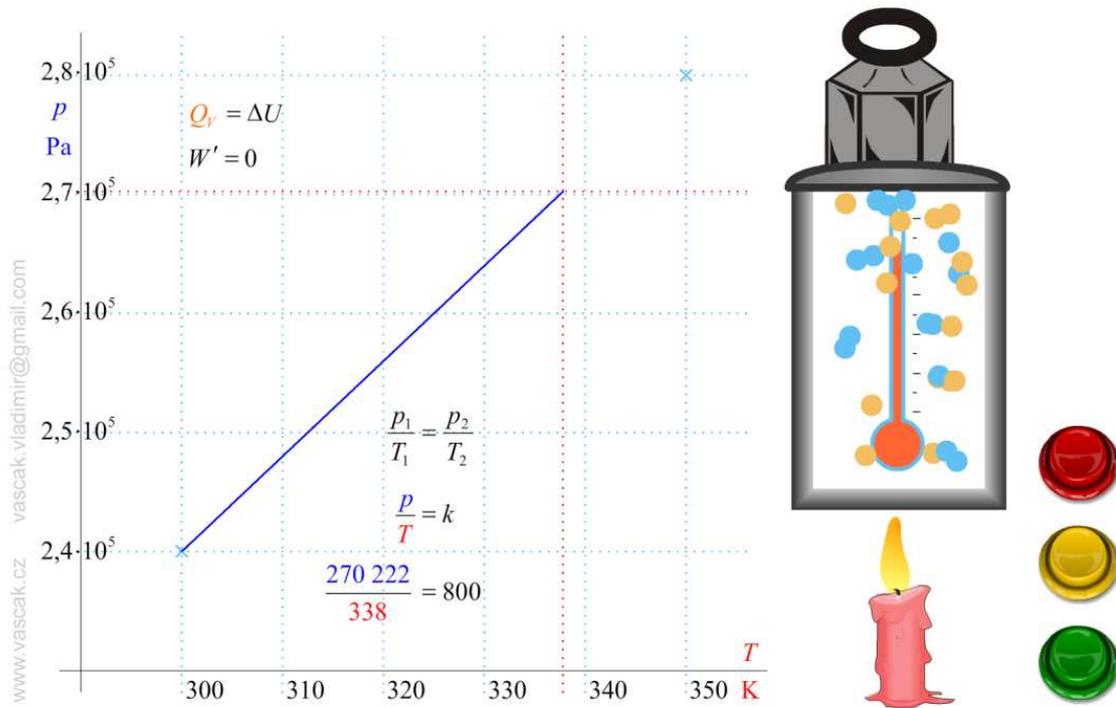
Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.8 Transformação Isobárica



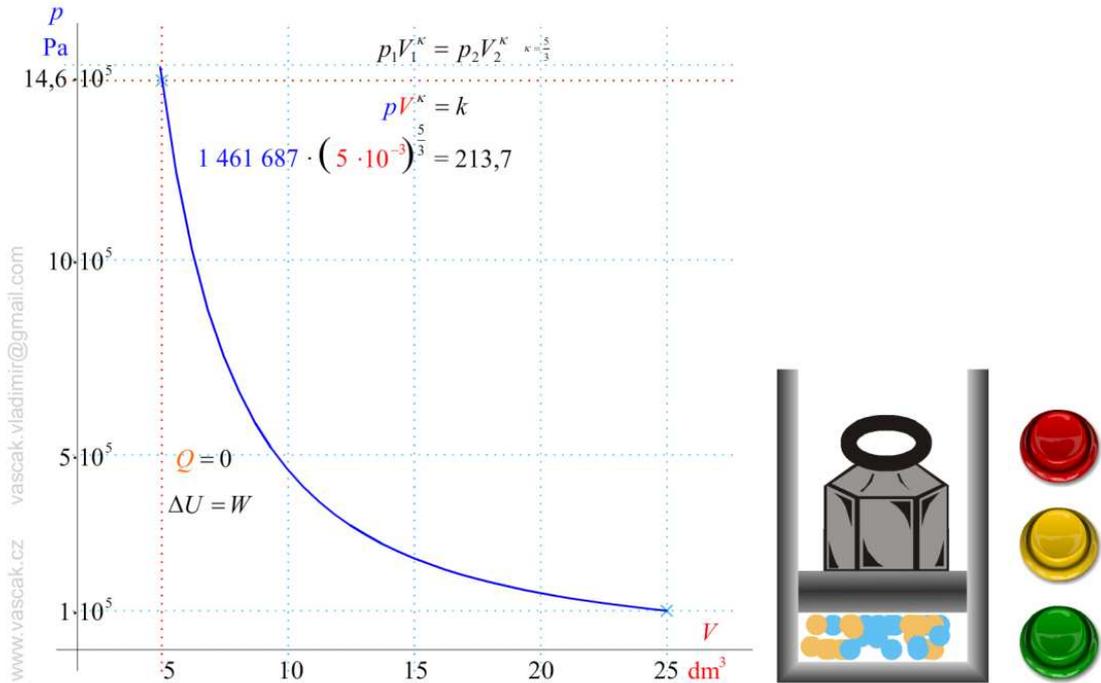
Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.9 Transformação isocórica



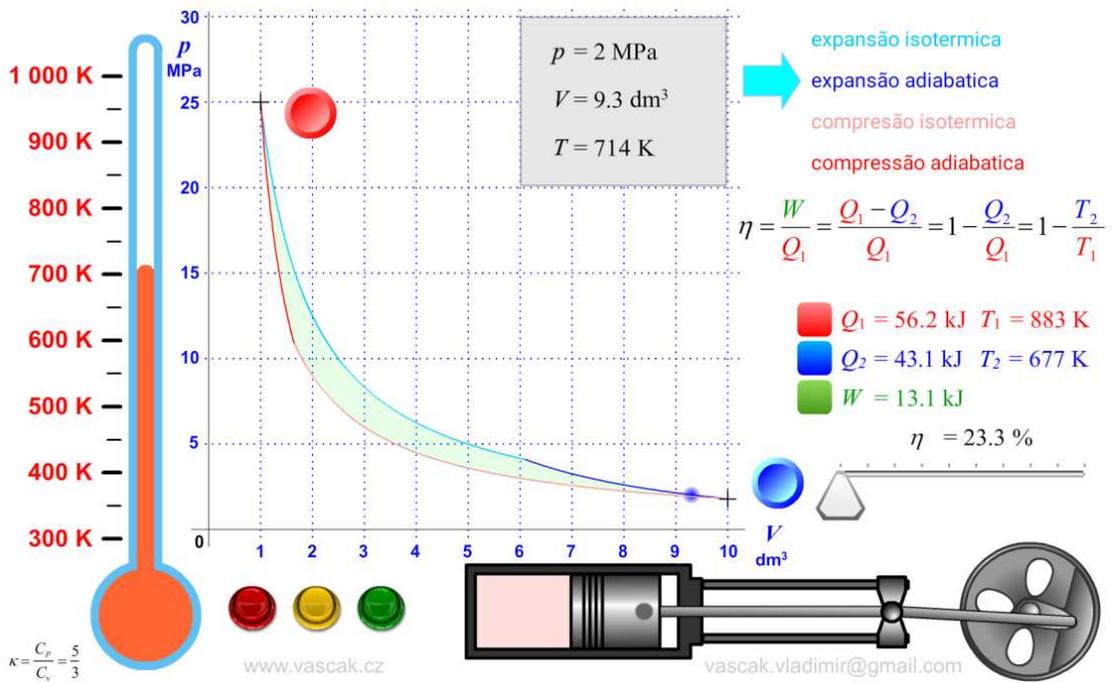
Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.10 Transformação adiabática



Fonte: Aplicativo Física na Escola

Figura 5.11 Ciclo de Carnot



Fonte: Aplicativo Física na Escola

6 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de restaurar o ensino prático de física e servir de inspiração para as outras áreas de ensino de ciências da escola básica. Nos dias atuais, diante de tanta informação que tanto aluno quanto professores, em seu cotidiano, com o uso de ferramentas eletrônicas, internet e outras mídias se faz o uso obrigatório desses artifícios para buscar uma metodologia de ensino que fuja do padrão, do conservadorismo da escola tradicional e apresente algo mais moderno para os alunos como um laboratório virtual.

É claro que os resultados obtidos em um laboratório real, com experimentos físicos reais tornam-se mais vistosos perante os observadores, porém dada a realidade de muitas escolas públicas e outras escolas particulares de menor porte, sem tanto investimento, a ideia de se criar um laboratório virtual, usando tecnologia e conseguindo um baixo custo para realizar experiências avançadas, constatar fenômenos abordados nos livros textos, que antes ficava apenas a cargo da imaginação do aluno ou de muita criatividade e dons artísticos vindo do professor.

Com o uso de ferramentas como um computador, tabletes ou smartphones, foi utilizado um aplicativo/simulador “Física Na Escola” na qual os alunos, seguindo o produto educacional “Manual de Práticas laboratoriais virtuais. Uma proposta de intervenção a defasagem do ensino de física experimental.”, desenvolvido como conclusão deste curso de mestrado profissional e ensino de física, na EEM José de Alencar e na EEM Liceu de Messejana durante o ano de 2019 com turmas deste a 1ª série a 3ª série do ensino médio.

Em ambas as escolas, as turmas foram levadas ao laboratório de informática para realizar práticas em cima dos conteúdos ministrados em suas salas, as turmas de segundo ano utilizaram o simulador e o manual de práticas com o intuito de ver as transformações gasosas, isotérmicas, isobáricas, isocóricas e adiabáticas, bem como constatar o que diz a primeira lei da termodinâmica e por fim, observar o funcionamento de uma máquina térmica segundo o ciclo de Carnot. Já as turmas de primeiros anos utilizaram o simulador o manual de práticas para observar os fenômenos da cinemática como MRU e MRUV através do movimento de carros em situações adversas, puderam observa o comportamento das grandezas como

posição, velocidade, aceleração com a passagem do tempo, fazer análises gráficas e tirar interpretações a respeito do que os livros tentam mostrar, mas que sem a prática, sem a observação fica muito abstrato para eles.

Ao final da prática e a conclusão do manual, era atribuída parte da nota com base nos resultados obtidos pelos alunos e que seria somada a um relatório que deveria ser confeccionado conforme as regras da ABNT em padrões exigidos no ensino superior, para que já ocorresse uma adaptação, pois muitos alunos entram no ensino superior sem saber digitar uma página correta.

Outra parte da aplicação do projeto foi realizada com uma parte de alunos selecionados na qual eu pedi para que os mesmos fizessem o download em seus smartphones do aplicativo “Física na Escola” para que eu passasse como atividade de casa uma prática laboratorial em casa, eles seguindo o manual de práticas, deveriam executar a prática tanto em casa ou em qualquer outro local que os mesmos estivessem fazendo assim com que eles não dependessem apenas do tempo que estivessem na escola para estarem a continuar seus estudos.

Essa dissertação não tem como objetivo desenvolver uma nova teoria de aprendizagem nem uma nova proposta de ensino, seu objetivo geral foi de reutilizar o espaço do laboratório de física da escola que por muitas vezes como citado anteriormente é abandonado por falta de recursos e materiais.

Ao trazer uma nova abordagem tecnológica e moderna sobre o ensino laboratorial de física, visando de modo geral incentivar o docente atual a inovar suas metodologias e estratégias de ensino, trazendo cada vez mais o seu aluno para próximo dos fenômenos, instigando-o e incentivando-o cada vez mais a buscar respostas e trabalhando com os conhecimentos prévios deles, através da cultura e da vivência, “*Conhecimento de mundo*” bem como os resultados obtidos através do desempenho, da dedicação e do interesse que os alunos desenvolveram depois da aula espera-se gerar um resultado satisfatório e que esse possa ser um caminho para desmistificar e atrair mais os jovens ao interesse de estudar os fenômenos físicos.

REFERÊNCIAS

- ALTOÉ, Anair; SILVA, Heliana da. O Desenvolvimento Histórico das Novas Tecnologias e seu Emprego na Educação. In: ALTOÉ, Anair; COSTA, Maria Luiza Furlan; TERUYA, Teresa Kazuko. **Educação e Novas Tecnologias**. Maringá: Eduem, p 13-25, 2005.
- BARROS, D. M. V. Educação a distância e as novas demandas ocupacionais. **Educar**, Curitiba, n. 21, p. 45-65, 2003.
- BORGES, A. T.; Novos Rumos para o Laboratório Escolar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.
- _____. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- BASSO, M. V. Mídias digitais, sistemas de conceitos e aprendizagem em matemática. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 13, n. 2, p. 42-52, 2005.
- BARTHOLO, V. F., AMARAL, M. A. e CAGNIN, M. I. Uma contribuição para a adaptabilidade de ambientes de aprendizagem para dispositivos móveis. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 17, n. 2. p. 36-47, 2009.
- DA SILVA FILHO, J. E. O uso do m-learning como uma proposta de ensino em física com o uso de aplicativos para smartphones: um minicurso sobre gravitação, 2016. 52 folhas. UFC, Departamento de física, 2016.
- DE PABLOS, J. P. Visões e conceitos sobre a tecnologia educacional. In: SANCHO, J. M. (org.). **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- VIEIRA, Fátima; RESTIVO, Maria Teresa. **Novas tecnologias e educação: ensinar a aprender, aprender a ensinar**. Porto: Biblioteca Digital da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 2014.

DIAS, Nildo Loiola; OLIVEIRA, Rinaldo e Silva de; CAVALCANTE, Francisco Sales Ávila. **Práticas de física na escola e na vida**. Fortaleza: Secretaria de Educação, 2009.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; ABREU, Cristiane de Souza. **Mídias na educação: a pedagogia e a tecnologia subjacentes**. Porto Alegre, RS: Editora Evangraf/ Criação Humana, UFRGS, 2017.

GASPAR, A; MONTEIRO I. C. C. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. UNESP-SP, 2005.

MORAES, M. C. Informática educativa no Brasil: um pouco de história. **Em Aberto**, Brasília, ano 12, n. 57, jan - mar, 1993.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Instituto de física UFRGS, 2005.

OLIVEIRA, R; ROCHA, H.V. Conceptual Multi-Device Design on the Transition Between e-Learning and m-Learning. In: 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2007.

QUEIROZ, Luciano R. de. **Um laboratório virtual de robótica e visão computacional**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física**. 12. ed. São Paulo: Pearson, c2008. v. 4.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene, **Física para Cientistas e Engenheiros**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2.

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL

Produto Dissertação

Roteiro de práticas laboratoriais virtuais: Uma intervenção usando o aplicativo Física na Escola

Universidade Federal do Ceará – UFC
Centro de Ciências – CC
Departamento de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF

Produto Educacional:

Roteiro de práticas laboratoriais virtuais: Uma intervenção usando o aplicativo Física na Escola

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal do Ceará (UFC), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva



Fonte: Google play – Logo do aplicativo Física na Escola

Proposta didática:

Roteiro de práticas laboratoriais virtuais: Uma intervenção usando o aplicativo Física na Escola

Autor: João Evangelista da Silva Filho

PRODUTO EDUCACIONAL

MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	3
2 SUGESTÃO METODOLÓGICA.....	5
2.1 O aplicativo Física na Escola.....	5
2.2 Sugestão de aplicação do simulador e roteiro de práticas.....	6
3 Roteiro de práticas laboratoriais virtuais: Uma intervenção usando o aplicativo Física na Escola.....	7
3.1 MECÂNICA	7
3.1.1 Aula experimental - Cinemática	7
3.1.2 Aula experimental – Movimento Vertical.....	13
3.1.3 Aula experimental – LANÇAMENTO EM DUAS DIMENSÕES.....	19
3.1.4 Aula experimental – Leis de Newton I	26
3.1.5 Aula experimental – Leis de Newton II	31
3.2 TERMOLOGIA	36
3.2.1 Aula experimental – Termometria e Calor.....	36
3.2.2 Aula experimental – Termodinâmica I.....	42
3.2.3 Aula experimental – Termodinâmica II.....	51
3.3 ÓPTICA	55
3.3.1 Aula Experimental – Óptica geométrica	55
3.3.2 Aula experimental – Espelhos	61
3.3.3 Aula experimental – Lentes.....	70
3.3.4 Aula experimental – Problemas oculares.....	79
4 MÉTODO DE AVALIAÇÃO.....	83
APÊNDICE 2	85

1 INTRODUÇÃO

O trabalho realizado é o resultado de uma aplicação pedagógica desenvolvida ao longo de dois anos de curso e consiste no Produto Educacional elaborado para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Ceará (UFC), polo - 43. A ideia dessa aplicação partiu da necessidade da modernização do ensino de física com a utilização das tecnologias da informação e comunicação (TICs) e a precariedade do ensino experimental de física nas escolas públicas.

Partindo dessa precariedade, encontra-se necessário o desenvolvimento de um manual que orienta e apresenta sugestões de uso do aplicativo Física na Escola para smartphones Android e IOS e computadores como sugestão para os professores da rede básica de ensino com a intenção de inovar e/ou reativar o espaço dedicado aos laboratórios de física das escolas.

Com uma abordagem mais moderna através da utilização das TICs, os alunos demonstraram uma animação e uma curiosidade maior ao saberem que teriam aulas com o uso do próprio aparelho celular e com o uso do computador para através dessas ferramentas poderem observar, analisar e modificar fenômenos da natureza que antes eram apenas debatidos e apresentados em sala de forma tradicional pincel e quadro, sendo uma grande dificuldade para muitos professores os dons artísticos de desenhar tais fenômenos.

Este produto educacional tem como objetivo incentivar o uso das aulas práticas no currículo estudantil, tendo como uma das etapas encorajar o educador a inovar sua metodologia, incrementando seu planejamento de aula intercalando algumas aulas práticas para exemplificação prática dos fenômenos e dos conceitos trabalhados em sala tendo como base o construtivismo. Pode-se dizer que esse manual se baseia nos resultados dos estudos de teóricos da aprendizagem como David Ausubel, aprendizagem

significativa e Jean Piaget com os estágios do desenvolvimento cognitivo, que será trabalhando com a construção e execução de experimentos.

Conforme será observado nas sugestões de aplicações do trabalho, boa parte do aprendizado do aluno será obtido por ele mesmo, onde nesse tipo de aplicação pedagógica o professor passa a se comportar como um tutor, um guia e não mais o docente da sala de aula. Colocando em prática e observando o experimento o aluno irá absorver e fazer correlações com os assuntos vistos previamente em sala de aula, porém agora de uma forma mais real, palpável, prática.

2 SUGESTÃO METODOLÓGICA

Uma forma de usar esse roteiro de práticas é através do laboratório de informática da escola, onde geralmente é composto por vinte a trinta computadores. Como as turmas de ensino médio, em média, são compostas por quarenta alunos, é recomendado que essa atividade seja realizada em dupla ou trio por computador.

Outra forma de se utilizar esse simulador juntamente com o roteiro de prática seria através da utilização dos smartphones dos próprios alunos. Segundo uma pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2019, o Brasil possuía cerca de 2 aparelhos eletrônicos, smartphones, notebook, tablets e derivados, por habitante sendo que desses, existem em torno de 230 milhões de telefones ativos em todo o país.

Através de uma combinação prévia com a coordenação e diretoria da instituição, bem como com os alunos da turma, o download do aplicativo “Física na Escola” para a utilização em sala, caso o laboratório de informática esteja em uso com outra atividade ou apresentando mau funcionamento dos computadores, essa alternativa passa a ser mais chamativa para o aluno devido a curiosidade do fato de estudar física utilizando seu próprio smartphone.

2.1 O aplicativo Física na Escola

O aplicativo e simulador computacional de experimento de física, “Física na Escola”, foi desenvolvido por Vladimír Vaščák e pode ser encontrado pelo site <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt> ou pode ser realizado o seu download em uma loja de apps como a Google Play dos sistemas operacionais Android ou pela App Store do sistema operacional da Apple IOS.

O site é de livre acesso e as simulações também e consta em diversas linguagens, inclusive em português, apesar de ter sido desenvolvido por um Tcheco, o aplicativo pode ser encontrado em duas versões, a LITE que é a versão de amostra, na qual o usuário pode acessar apenas cinco

simulações para experimentar o aplicativo e a versão full Pack que atual custa 27,90 R\$ na Google play, esta versão lhe dar acesso a cem por cento de todas as simulações em dispositivos móveis como smartphones e tablets.

Sua criação foi com o intuito de trazer o aluno o mais próximo possível de um experimento que exige um grande aparato de ferramentas muitas vezes delicadas e com alto custo de manutenção que para a realidade do Brasil destoa um pouco, tornando-se uma ferramenta extremamente eficaz na inovação do ensino prático de física. A versão para smartphones torna-se interessante, pois o seu uso pode fazer com que um aluno tenha sempre em sua mão um laboratório completo e riquíssimo, cheio das mais diversas experiências, totalmente interativas, tanto qualitativamente quanto quantitativamente.

2.2 Sugestão de aplicação do simulador e roteiro de práticas

Tendo em vista que os alunos vão para a o laboratório para uma aula prática após os conteúdos serem debatidos e exercitados em sala de aula, cada roteiro conta com uma breve síntese teórica sobre o assunto contendo as fórmulas que serão utilizadas para obtenção de dados dos experimentos a serem realizados.

Logo, portanto, a aula prática pode ser dividida em três partes:

- Uma breve introdução ao tema cerca de trinta minutos.
- Uma introdução ao experimento, explicando os assuntos abordados na prática e os objetivos, tudo contido no roteiro de práticas.
- Por fim, aplicação do experimento por parte dos alunos, onde nessa situação o professor sair do papel de educador para se tornar um tutor, para solucionar algum tipo de dúvida, de modo que os alunos desenvolvam os conhecimentos por si mesmos.

3 Roteiro de práticas laboratoriais virtuais: Uma intervenção usando o aplicativo Física na Escola

Segue abaixo uma série de manuais de prática voltados para a área da mecânica, abordando temas como cinemática, movimento em duas dimensões, dinâmica das leis de Newton e força de atrito.

3.1 MECÂNICA

3.1.1 Aula experimental - Cinemática

Conceitos estudados

MRU e MRUV, análise gráfica dos movimentos.

Objetivos

- Compreender os tipos de movimentos retilíneos
- Análise gráfica dos tipos de movimento

Problematização

Os movimentos que nos cercam são classificados de muitas formas. A compreensão e entendimento desses movimentos foram permitidos a humanidade uma evolução social, industrial e econômica nunca imaginada, por isso faz-se necessário o estudo sobre esses assuntos.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Simulador
- Roteiro de prática

Fundamentação teórica

MRU

Movimento cuja aceleração é inexistente, caracterizando assim um movimento com velocidade constante que responde as seguintes expressões:

$$S = S_0 + v.t$$

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

MRUV

Movimento mais comum encontrado na natureza, um movimento que surge a partir da atuação de forças, por tanto a existência de aceleração promove uma alteração da velocidade de uma forma constante respeitando as seguintes expressões:

$$S = S_0 + V_0.t + \frac{a.t^2}{2}$$

Função geral do espaço.

$$V = V_0 + a.t$$

Função horária da velocidade.

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.\Delta S$$

Equação de Torricelli

Procedimento

Será executada uma série de experimentos e análises gráficas sobre os movimentos retilíneos uniformes e variados.

Procedimento I

MOVIMENTO UNIFORME

- 1- Procure pelo experimento "movimento I" que tem velocidade constante
- 2- Analise o experimento funcionando e deixe-o por pelo menos 5 min.

3- Durante esse tempo analise como os gráficos de distância (s), velocidade (v) e aceleração (a) se comportam com a passagem do tempo (t).

4- Debata com o seu colega o significado desses tipos de gráficos.

5- Após os 5 min, pause o experimento clicando no **BOTÃO AMARELO**.

6- Enumere pelas cores quais foram os três carros mais velozes e os mais lentos na tabela a abaixo com suas respectivas velocidades:

CARROS VELOZES	CARROS LENTOS	CARROS	V (m/s)
		A	
		B	
		C	

7- Quanto tempo levou para cada veículo percorrer uma distância de 100 m?

CARROS VELOZES	CARROS LENTOS	CARROS	T (s)
		A	
		B	
		C	

Procedimento II

MOVIMENTO ACELERADO

1- Procure pelo experimento “movimento I” que tem velocidade constante

2- Analise o experimento funcionando e deixe-o por pelo menos 5 min.

3- Durante esse tempo analise como os gráficos de distância (s), velocidade (v) e aceleração (a) se comportam com a passagem do tempo (t).

4- Debata com o seu colega o significado desses tipos de gráficos.

5- Após os 5 min, pause o experimento clicando no **BOTÃO AMARELO**.

6- Enumere pelas cores quais foram os três carros com maiores acelerações e menores acelerações na tabela a abaixo com suas respectivas velocidades:

CARROS	CARROS – acelerados	CARROS + acelerados	a (m/s²)
A			
B			
C			

7- Quanto tempo levou para cada veículo da tabela anterior a atingir a velocidade de $V = 20$ m/s. Responda na tabela a seguir:

CARROS	CARROS – acelerados	CARROS + acelerados	T (s)
A			T (s)
B			T (s)
C			T (s)

8- Escolha o carro com a maior e a menor aceleração, e diga quanto tempo esse carro levaria para percorrer uma distância de 1 km e que velocidade o mesmo teria nesse instante.

a (m/s²)	T (s)	V (m/s)
a _M =		
a _m =		

Procedimento III

MOVIMENTO RETARDADO

- 1- Procure pelo experimento “movimento I” que tem velocidade constante
- 2- Analise o experimento funcionando e deixe-o por pelo menos 5 min.
- 3- Durante esse tempo analise como os gráficos de distância (s), velocidade (v) e aceleração (a) se comportam com a passagem do tempo (t).
- 4- Debata com o seu colega o significado desses tipos de gráficos.
- 5- Após os 5 min, pause o experimento clicando no **BOTÃO AMARELO**.
- 6- Enumere pelas cores quais foram os três carros com mais retardados e menos retardados na tabela a abaixo com suas respectivas velocidades:

CARROS	CARROS – retardados	CARROS + retardados	a (m/s²)
A			
B			
C			

7- Quanto tempo levou para cada veículo da tabela anterior a atingir a velocidade de $V = 0$ m/s, ou seja, parar o seu movimento. Responda na tabela a seguir:

CARROS	CARROS – acelerados	CARROS + acelerados	T (s)
A			T (s)
B			T (s)
C			T (s)

3.1.2 Aula experimental – Movimento Vertical

Conceitos estudados

MRUV sob um campo gravitacional

Objetivos

- Analisar os movimentos nas verticais
- Entender os princípios de Galileu
- Estudar lançamento vertical

Problematização

Galileu Galilei surpreendeu o mundo em seu tempo quando trouxe diversas definições sobre os tipos de movimento tanto de corpos celestiais quanto aqui na terra. Formulou princípios cujos são respeitados até hoje, princípios esses que regem os movimentos numa dimensão diferente da horizontal. Nessa prática será feita uma análise e um estudo sobre esses princípios sobre os movimentos verticais.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Roteiro de práticas
- Simulador

Fundamentação Teórica

Os movimentos verticais são regidos pelos princípios do movimento segundo Galileu:

- 1º Princípio: A massa não interfere na queda livre dos corpos sujeitos a um campo gravitacional.
- 2º Princípio: Em um lançamento vertical, o tempo de subida é igual ao tempo de descida.

$$T_S = T_D$$

- 3º Princípio: Quando um corpo em lançamento vertical, em um mesmo ponto, tanto na subida quanto na descida, o módulo da velocidade é o mesmo.

As equações do MRUV são aplicadas aqui com algumas alterações de símbolos, pois a distância percorrida (S) se torna altura (H), as velocidades ganham um índice (y) para indicar que são verticais e a aceleração (a) é substituída pelo valor da gravidade (g).

$$H = H_0 + V_{0y} \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$V_y = V_{0y} + g \cdot t$$

$$V_y = V_{0y} + 2 \cdot g \cdot \Delta H$$

Procedimento

Será feito simulações a respeito dos princípios de Galileu a respeito dos movimentos verticais.

Procedimento I

QUEDA LIVRE

- 1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação “Teste de queda livre”.
- 2- Esse experimento é dividido em duas partes, uma com tempos iguais, distâncias diferentes e outra com distâncias iguais e tempos diferentes.
- 3- Tempos iguais, qual a velocidade final de cada bolinha, preencha a tabela a baixo:

H0 (m)	V (m/s)
5	
20	
45	
80	

4- De que alturas um corpo deve ser abandonado para que leve respectivamente, 5.0, 6.0 e 7.0 segundos, preencha a tabela a baixo:

H0 (m)	t (s)
5	1
20	2
45	3
80	4
	5
	6
	7

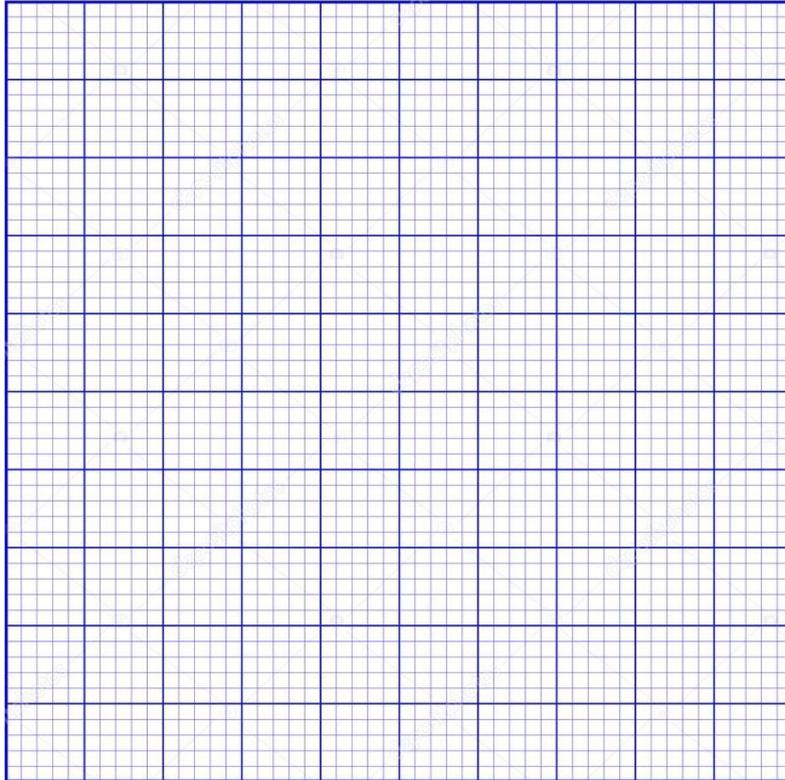
5- Esboce um gráfico da posição com o tempo nas planilhas abaixo:

6- Esboce o gráfico da velocidade com tempo nas planilhas abaixo:

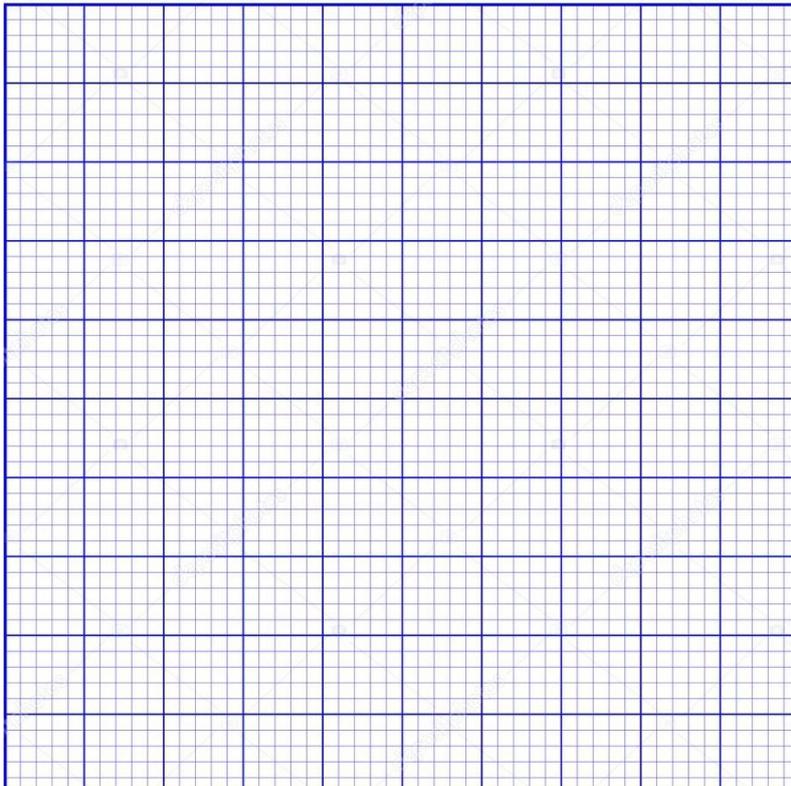
7- Tempos diferentes, qual a velocidade final de cada bolinha, preencha a tabela a baixo:

H0 (m)	V (m/s)
20	
40	
60	
80	

Velocidade x tempo



Posição x tempo



Procedimento II

INDEPENDÊNCIA DA MASSA

1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação “Tubo de Newton” e “Queda livre”.

2- Abram os dois simultaneamente, nesta prática, ambas as simulações serão executadas juntas.

3- Essas simulações serão apenas em caráter qualitativo, com a função de exemplificar o primeiro princípio.

4- Clique no botão verde da simulação tubo de Newton e descreva o que acontece em cada situação.

R₁:

R₂:

R₃:

5- Na simulação queda livre clique no botão verde uma vez a cada término de queda.

6- Descreva cada movimento que foi observado, que características diferentes e comuns eles tinham:

Diferenças	Semelhanças

7- Qual a velocidade com que qualquer corpo, livre de forças de arrasto, chega ao solo quando abandonado de uma altura de 45 m.

Procedimento III

LANÇAMENTO VERTICAL

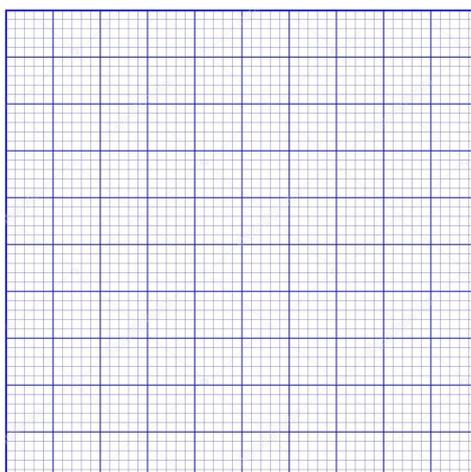
1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação “Projétil verticalmente lançado”.

2- Na prática, ajuste a velocidade inicial de lançamento do projétil para 10 m/s.

3- Obedecendo a ordem da tabela a baixo, preencha as colunas da tabela abaixo com o tempo de subida, tempo de descida, tempo total e altura máxima alcançada no lançamento até o gorila ficar feliz.

V0 (m/s)	Ts (s)	Td (s)	Tt (s)	Hmax (m)
10				
20				
30				
40				
50				

4- Faça o esboço do gráfico, altura x tempo, tanto na subida quanto na descida e classifique os tipos de movimentos.



3.1.3 Aula experimental – LANÇAMENTO EM DUAS DIMENSÕES

Conceitos estudados

Estudo do movimento sob um campo gravitacional em duas dimensões

Objetivos

- Ver a decomposição de vetores em prática
- Aplicações dos princípios de Galileu
- Estudar lançamento horizontal
- Estudar lançamento Oblíquo

Problematização

Vive-se em um universo tridimensional, logo não faz sentido manter os estudos sobre os movimentos apenas em uma única dimensão, dado a importância de entender mais sobre o arremesso de uma bola de basquete, o lançamento de um míssil e outros tipos de lançamentos, faz-se necessário o estudo das funções e das características desses tipos de situações.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Roteiro de práticas
- Simulador

Fundamentação teórica

Os movimentos em duas dimensões se dividem em duas classes, os lançamentos horizontais e os lançamentos oblíquos, todos obedecem aos princípios de Galileu:

Um movimento em uma dimensão não interfere na outra.

Portanto estes são os casos:

Lançamento horizontal

Partindo de $H = \frac{g \cdot t^2}{2}$ tem-se que o tempo de queda de um corpo partindo de uma altura H é:

$$t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}} \text{ (Tempo de queda)}$$

$$A = V_o \cdot t_q \text{ (Alcance do lançamento)}$$

Lançamento oblíquo

Esse lançamento tem duas fases, uma ascensão e uma queda, logo:

$$T_T = t_s + t_d$$

$$T_t = \frac{2 \cdot V_o \cdot \text{sen} \theta}{g}$$

Nesse lançamento tem-se o objetivo de se calcular a altura máxima atingida e o alcance pelo projétil.

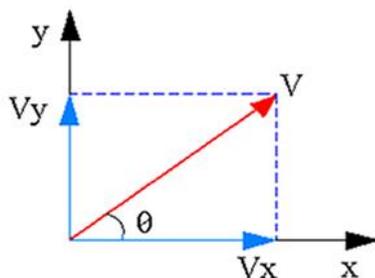
$$H = \frac{V_{oy}^2}{2g}$$

$$A = \frac{V_o^2 \cdot \text{Sen } 2\theta}{g}$$

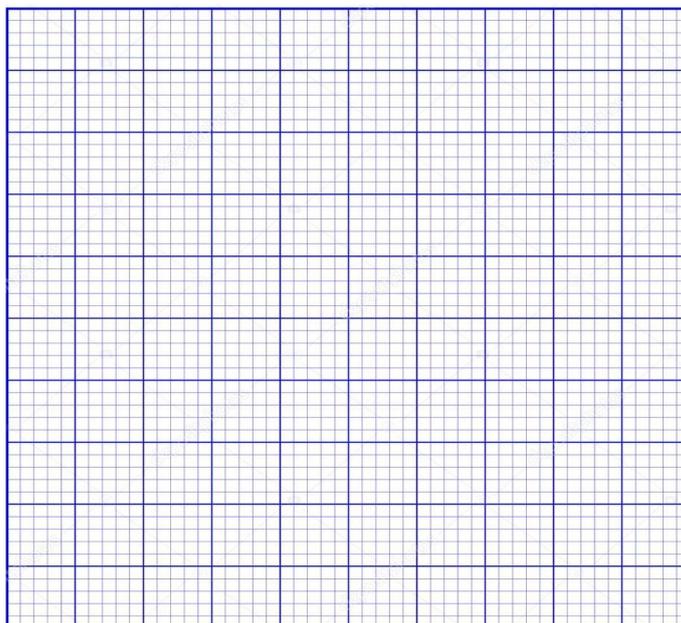
Decompondo a velocidade

$$V_{ox} = V_o \cdot \text{Cos } \theta$$

$$V_{oy} = V_o \cdot \text{Sen } \theta$$



6- Esboce um gráfico representando a dependência do alcance através da velocidade inicial de lançamento.



Procedimento II

LANÇAMENTO HORIZONTAL II

- 1- Ao acessar o simulador, procure pelo experimento “Projétil horizontalmente lançado 2”.
- 2- Regule a posição inicial do alvo para 20 m e a altura de lançamento para 80 m.
- 3- Execute a simulação e verifique se o alvo foi acertado, caso não, modifique a velocidade de lançamento para atingi-lo.
- 4- Registre o tempo que levou para atingir o alvo, a velocidade com que o projétil atingiu o chão e as suas componentes.

$T_q =$

$V_y =$

$V =$

- 5- Gradativamente aumente a distância do alvo e encontre a velocidade necessária para atingir o mesmo. Execute todas as simulações.

6- Preencha a tabela abaixo com os dados obtidos pelo procedimento anterior.

A (m)	V ₀ (m/s)	V _y (m/s)	V (m/s)	T _q (s)
20				
30				
40				
50				
60				

7- A componente da velocidade no eixo vertical altera com a mudança da velocidade de lançamento?

R:

8- Na simulação, procure os únicos elementos capazes de alterar a velocidade da componente vertical.

R:

Procedimento III

LANÇAMENTO OBLÍQUO

1- Ao acessar o simulador, procure pelo experimento "Lançamento Oblíquo".

2- Ajuste o ângulo de lançamento do projétil para 30°.

3- Ajuste a velocidade de lançamento para 20 m/s.

4- Execute a simulação e registre o alcance atingido pelo projétil, altura máxima, tempo para atingir essa altura e o tempo total do lançamento.

A =

H =

T_s =

T_t =

5- Aumente a velocidade de 10 e 10 até que o projétil atinja o alvo desejado, preencha a tabela abaixo com os dados obtidos.

A (m)	H (m)	Ts (s)	Tt (s)	V (m/s)
				20
				30
				40
				50

6- Execute o mesmo passo 5 com ângulo de lançamento de 60°.

A (m)	H (m)	Ts (s)	Tt (s)	V (m/s)
				20
				30
				40
				50

7- Execute o mesmo passo 5 e 6 agora com o ângulo de lançamento de 45°.

A (m)	H (m)	Ts (s)	Tt (s)	V0 (m/s)
				20
				30
				40
				50

8-Qual a velocidade com que a partícula chega ao alvo nos três lançamentos, preencha a tabela abaixo:

θ	V (m/s)
30°	
45°	
60°	

3.1.4 Aula experimental – Leis de Newton I

Assuntos abordados

Leis de Newton, Tipos de Força.

Objetivos

- Analisar as consequências da inércia.
- Aplicar o princípio fundamental da dinâmica.
- Entender a lei da ação-reação.

Problematização

As leis de Newton mudaram toda nossa compreensão desde o cair de uma maçã até o movimento dos planetas. Toda nossa compreensão de movimento, ações e atividades mecânicas são baseadas nos fundamentos dessas leis, portanto faz-se necessário a compreensão desses conceitos básicos de fundamental importância.

Materiais utilizados

- Computador ou Smartphone
- Simulador de física
- Roteiro de práticas

Fundamentação teórica

As leis de Newton para mecânica são divididas em três conceitos que se completam. Esses conceitos são da Inércia, o princípio fundamental da dinâmica e a lei da ação e reação.

Lei da Inércia

A lei da inércia traz o entendimento sobre a propriedade que corpos com massa possuem de conservar o seu estado cinemático, quanto maior a massa de um corpo mais difícil de alterar o movimento desse corpo.

“Todo corpo tende a conservar o seu estado de movimento se estiver livre de ações externas denominadas de forças.”

Princípio fundamental da dinâmica

Para se alterar o estado de movimento de um corpo é necessário que haja uma ação externa a este cuja mesma provoque uma aceleração no mesmo. Portanto:

$$FR = m \cdot a$$

$$\text{Onde: } a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Tipos de força

- **Peso:** Força exercida pelo planeta Terra sobre todos os corpos nela contidos.

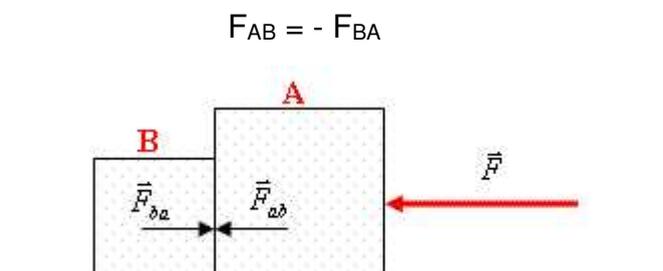
$$P = m \cdot g$$

$$\text{Onde } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

- **Tração:** Força aplicada em cordas, fios, linhas e etc.
- **Normal:** Força gerada através de uma reação que a superfície de contato provoca ao corpo, essa ação é sempre perpendicular à superfície.

Ação-Reação

As leis das trocas de forças entre dois corpos, chamada de ação e reação diz que toda força aplicada a um corpo, gera uma reação de mesma intensidade e direção, porém sentido contrário. Essas forças não se equilibram, pois são em corpos diferentes.



Procedimento

Será feito aqui algumas observações, análises de simulações que retratam as três leis de Newton.

Procedimento I

INÉRCIA

- 1- Procure pelo experimento “Lei da Inércia”.
- 2- Nessa experiência tem o botão de variar a velocidade do ônibus, o botão de frenagem.
- 3- Dentro do ônibus existem 4 elementos, destaque na tabela a baixo os elementos consistentes nesse ônibus:

ELEMENTO I	ELEMENTO II	ELEMENTO III	ELEMENTO IV

Elementos dentro do ônibus

- 4- Selecione uma velocidade qualquer do ônibus, ao aguardar um instante, clique no botão da frenagem.
- 5- O que acontece com cada um dos elementos APÓS A FRENAGEM?

ELEMENTO I	
ELEMENTO II	
ELEMENTO III	
ELEMENTO IV	

- 6- Após a frenagem completa e preencher a tabela, clique no botão verde de aceleração e observe o que se acontece.

7- O que acontece com cada um dos elementos após a aceleração?

ELEMENTO I	
ELEMENTO II	
ELEMENTO III	
ELEMENTO IV	

8- Repita os procedimentos anteriores alterando o valor da velocidade do ônibus.

Procedimento II

PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação “Segunda lei de Newton”.

2- Adicione massa ao sistema até que o mesmo atinja uma aceleração conforme a tabela sugere.

a (m/s²)	M₁ (kg)	M₂ (kg)
3		
5		
7		

3- Em cada caso acima calcule a velocidade ao final da régua e compare o valor com o mostrado do gráfico v x t.

V_A	
V_B	
V_C	

4- Faça uma simulação com $M_1 = 0,5 \text{ kg}$ e $M_2 = 2,0 \text{ kg}$.

5- Qual velocidade obtida no final do processo, aceleração e força resultante.

V (m/s)	a (m/s ²)	F (N)

Procedimento III

AÇÃO E REAÇÃO

1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação “Terceira lei de Newton”.

2- Movimente o dinamômetro da direita e descreva o que acontece.

R: _____

3- Movimente agora o dinamômetro da esquerda e relate o que acontece.

R: _____

3.1.5 Aula experimental – Leis de Newton II

Assuntos abordados

Leis de Newton, força de atrito.

Objetivos

- Diferenciar atrito cinético do estático
- Entender o plano inclinado

Problematização

No cotidiano, o atrito e as forças de arrasto, conhecidas como resistência do ar ou do meio em que o móvel se encontra, são fundamentais para existência dos movimentos existentes, em alguns casos sendo benéficas em outras prejudicando o desenrolar da situação.

O plano inclinado por sua vez é um tipo de máquina simples, cujas situações são distintas, sendo bastante aplicado em provas e testes.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Simulador de física
- Roteiro de práticas

Fundamentação teórica

Força de atrito

Essa força de interação entre dois corpos quando um ou ambos têm a tendência de escorregar sobre o outro. O atrito pode ser o agente que permite o movimento de corpos como o movimento de veículos, o caminhar de uma pessoa, mas em muitas vezes a força de atrito tem como função dissipar energia, por ter sua direção sempre oposta ao movimento, por isso se caracteriza como uma força dissipativa que depende exclusivamente da natureza dos materiais envolvidos e da força de interação entre a superfície e o corpo com tendência a se deslocar, conhecida como força normal.

Portanto:

$$F_{AT} = \mu \cdot N$$

Onde:

μ -> Coeficiente de atrito

N -> Força Normal

Tipos de Atrito

- Estático: Aquele cujo módulo da velocidade de um ponto do objeto é zero quando submetido às forças externas.
- Destaque: Quando o corpo está na eminência de se locomover.
- Cinético: Quando o módulo da velocidade de um ponto do objeto é diferente de zero quando submetido às forças externas.

$$\mu_E > \mu_C$$

Procedimento

Conforme feito na aula prática Leis de Newton I, será feito algumas simulações com blocos, porém agora será considerada a força de atrito, tanto em um plano horizontal quanto em um plano inclinado.

Procedimento I

BLOCOS COM ATRITO

- 1- Ao acessar o simulador procure pela simulação "Segunda lei de Newton".
- 2- Marque a opção atrito, pois essa prática será realizada com a presença da força de atrito.
- 3- Na barra que seleciona o coeficiente de atrito μ , selecione de modo a deixar $\mu = 0,5$.
- 4- Adicione massa à direita de modo que a massa total seja 0,5 kg.

5- Sobre o caminhão adicione massas conforme indicado na tabela a seguir, e preencha todos os outros espaços.

m (g)	a (m/s²)	V_F (m/s)	t (s)
500			
700			
900			
1000			

6- O que acontece quando a $m = 1,0 \text{ kg}$?

R: _____

7- Obtenha, adicionando m à direita, uma aceleração de $5,0 \text{ m/s}^2$, e preencha a tabela a seguir.

m (g)	a (m/s²)	V_F (m/s)	t (s)
500			
1000			
1500			
2000			

Procedimento II

PLANO INCLINADO

- 1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação “Atrito e arrasto”.
- 2- Verifique as expressões matemáticas apresentadas e classifique as forças envolvidas nesse sistema.

R:

- 3- Desmarque a opção da força de arrasto (resistência do ar), pois ela não será utilizada.
- 4- Na simulação mexa no plano inclinado para que o mesmo tenha o ângulo mais próximo possível de 30° .
- 5- Posicione o indicado do coeficiente de atrito em $\mu = 0,5$.
- 6- Agora clique no play da simulação para observar o comportamento do móvel, em 10 s.

a (m/s)	V (m/s)	F_{AT} (N)	P_x (N)

- 7- Agora na barra de alterar a massa do móvel, selecione pelo menos 5 massas diferentes e descreva o que acontece com a aceleração do móvel e a velocidade no fim dos 10 s.

R:

- 8- Deste modo, encontre qual o ângulo e a força de atrito destaque, ou seja, qual o ângulo do corpo entrar na eminência de se movimentar ou que se movimente com velocidade constante.

R:

9- Repita o passo 6 agora para um ângulo de 45° com $\mu = 0,7$.

a (m/s)	V (m/s)	F_{AT} (N)	P_x (N)

10- Qual o ângulo da eminência do movimento com esse coeficiente atrito.

R:

3.2 TERMOLOGIA

3.2.1 Aula experimental – Termometria e Calor

Conceitos Estudados

Temperatura, termômetro, escalas termométricas, equilíbrio térmico, calor, processos de troca de calor.

Objetivos

- Estudar escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.
- Criar escalas próprias.
- Analisar os processos de troca de calor.

Problematização

As definições físicas de frio e quente em nosso cotidiano por muitas vezes acaba sendo associada aos valores da temperatura dos corpos, porém temperatura e sensação térmica são conceitos distintos, sendo assim nessa prática iremos obter algumas medições de temperatura com escalas diferentes com auxílio de um simulador.

Há diferentes maneiras de se detectar e analisar os processos de troca de calor, o entendimento desses conceitos é de fundamental importância para o nosso comportamento em cidadania.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Manual de práticas
- Simulador (Física na Escola)

Fundamentação teórica

Termometria é a parte da termologia que se estudam as escalas termométricas, para isso, estudam-se as formas de medições de temperaturas com o uso de termômetros.

Gradação de um Termômetro

- 1º Ponto fixo = Ponto de Fusão do Gelo (corresponde a 0 °C a um 1 atm)
- 2º Ponto Fixo = Ponto de Ebulição da água (corresponde a 100 °C a um 1 atm)

Lembrarmos que a pressão varia proporcionalmente a temperatura, somente, podemos dizer que a água pura satura (vaporiza) a 100°C a uma dada pressão correspondente a 1 atm.

Definidos os pontos fixos da água na escala Celsius, destacamos 2 escalas importantes de temperatura; Fahrenheit e Kelvin.

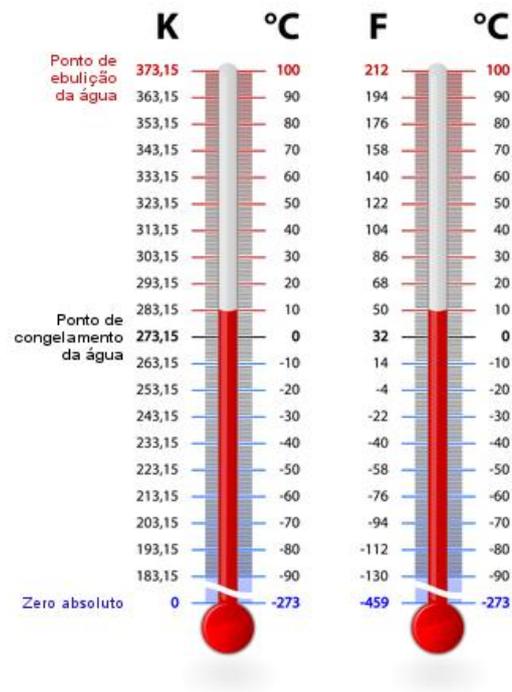
Escala Fahrenheit (Utilizada em países de língua inglesa)

- 1º ponto Fixo: 32
- 2º ponto Fixo: 212

Escala Kelvin (Unidade de temperatura do SI)

- 1º ponto Fixo: 273
- 2º ponto Fixo: 373

A partir dos respectivos valores dos pontos fixos de cada escala podemos relacionar essas escalas de modo a obter uma equação que converta uma temperatura em uma dada escala para outra escala. Vejamos:



Escalas termométricas: Kelvin, Fahrenheit e Celsius.

Por Interpolação obtemos a equação

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

Vale destacar que o zero absoluto é um valor teórico obtido experimentalmente que indica a “paralisação /morte da matéria” cujo valor é 0K.

$$\frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} = \frac{\Delta K}{5}$$

Varição da temperatura.

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

Transmissão de Calor

O calor é uma energia em trânsito, isso significa que não se armazena calor, pode-se receber ou distribuir, mas nunca guardar, e há diversas maneiras de se haver essa troca de energias. Essas formas são, condução, convecção e irradiação térmica e ambas são responsáveis por inúmeros fenômenos e comportamentos em nossa sociedade.

Condução

Procedimento que ocorre preferencialmente em meios sólidos, o calor é transportado molécula por molécula ao longo de um condutor térmico, onde há a necessidade de haver contato entre os corpos envolvidos. Esse procedimento não ocorre no vácuo.

Convecção

Através da movimentação de fluídos, líquidos e gasosos, com a diferença de temperatura vem uma diferença de volume, logo a diferença de densidade faz com que uma massa de um líquido ou gás se movimente, trocando calor com o ambiente. Esse processo também não ocorre no vácuo.

Irradiação

Troca de calor que ocorre com a emissão de ondas eletromagnéticas que transmitem calor, como a radiação infravermelha. É o único processo que ocorre no vácuo.

Procedimento

Procedimento I

ENTENDENDO O CONCEITO DE TEMPERATURA

Ao acessar o simulador, procure pelo experimento “Difusão Molecular”. Ao utilizar o simulador responda as perguntas a seguir.

1- Como alterar a agitação/movimentação das moléculas de um corpo?

R:

2- O que significa as moléculas pararem todo seu movimento? Como é chamada a temperatura desse estado?

R:

Procedimento II

UTILIZANDO OS TERMÔMETROS

Ao acessar o simulador, procure pelo experimento “Escala de Temperatura” e com seu auxílio preencha a tabela a baixo:

CELSIUS (°C)	FAHRENHEIT (°F)	KELVIN (K)
	77 °F	
190 °C		
		233 K
510 °C		
	- 31 °F	
		198 K

Utilizando uma escala arbitrária X, onde o ponto de ebulição e fusão são respectivamente 180 °X e 30 °X. Qual o valor das três temperaturas principais quando X for igual a 60 °X?

C =

F =

K =

Procedimento III

PROCESSOS DE TROCA DE CALOR

Ao acessar o simulador procurar pelos experimentos “Transferência de calor por condução/convecção/irradiação”, esses experimentos eles são puramente qualitativos, tendo em vista que a maioria dos problemas dos livros e de questões abordadas em vestibulares como o ENEM, são puramente teóricas.

Descreva o que foi observado explicando o porquê e as características de cada processo.

Condução: _____

Convecção: _____

Irradiação: _____

3.2.2 Aula experimental – Termodinâmica I

Conceitos estudados

Transformações isotérmicas, isobáricas, isocóricas e adiabáticas, leis da termodinâmica.

Objetivos

- Analisar as transformações gasosas
- Compreender a 1ª lei da termodinâmica

Problematização

As leis da termodinâmica são absolutas em todo o domínio do universo, sem exceções, ela garante e rege todo o funcionamento de máquinas, mudanças gasosas, criação e aniquilação de estrelas e planetas. Compreender a existência dos estados termodinâmicos é compreender a origem do universo, em uma escala macroscópica, a termodinâmica decide o que é possível ou impossível.

Dada a sua extrema importância, faz-se necessário a compreensão básica desses conceitos como uma maneira de unificar os conhecimentos a respeito de grandezas físicas como energia, calor, temperatura, pressão e volume.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Manual de práticas
- Simulador (Física na Escola)

Fundamentação Teórica

A Termodinâmica estuda a capacidade que o calor tem de gerar trabalho, isso quer dizer, quais condições, consequências são responsáveis por essa energia. Muitos foram os responsáveis pelo desenvolvimento de tal área, num copilado de leis, obtém-se as leis da termodinâmica.

O estudo da termodinâmica consiste em analisar as transformações gasosas e as propriedades dos gases quando alterado pressão, volume e temperatura, denominadas como **variáveis de estado**. Com a contribuição de Boyle, Gay-Lussac, Charles, entre outros, compreende-se as variações gasosas e quatro classificações, além dessas contribuições, faz-se necessário o entendimento sobre os gases perfeitos e a teoria cinética dos gases.

I- Lei de Boyle

Transformação Isotérmica

Quando determinada massa de um gás perfeito sofre uma transformação isotérmica, sua pressão varia de maneira inversamente proporcional ao volume por ele ocupado.

$$p \cdot V = K_1$$

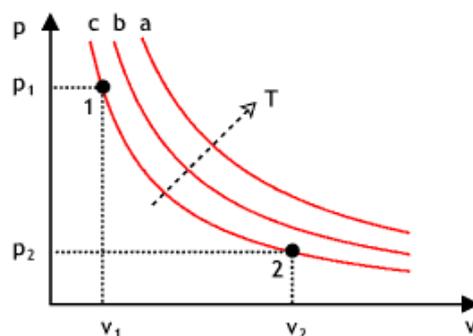
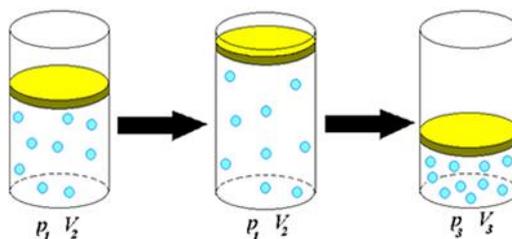


Gráfico de uma transformação isotérmica

Isso significa que para toda transformação isotérmica, é válida a seguinte relação:



$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3$$

II- Lei de Charles e Gay-Lussac

Transformação isobárica

Quando determinada massa de gás perfeito passa uma transformação isobárica, seu volume deve variar mantendo-se diretamente proporcional à temperatura desse gás. Esta lei é expressa matematicamente por:

$$V = K_2 \cdot T$$

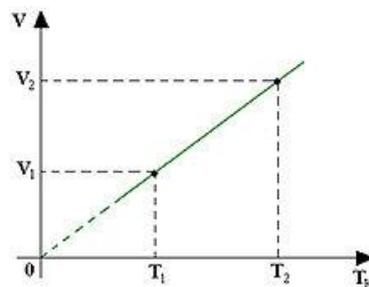
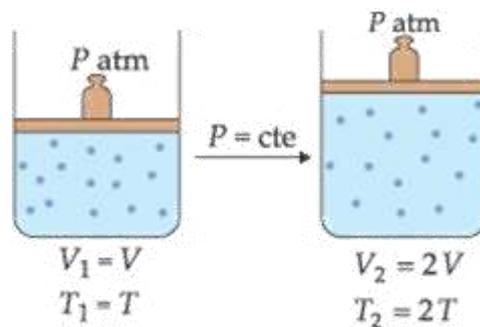


Gráfico de uma transformação isobárica

Isso significa que a lei de Charles e Gay-Lussac garante a validade da relação:



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

III- Lei de Charles

Transformação isocórica

Quando determinada massa de gás perfeito sofre uma transformação isocórica, sua pressão mantém-se diretamente proporcional à sua temperatura. Essa lei é definida por:

$$p = K_3.T$$

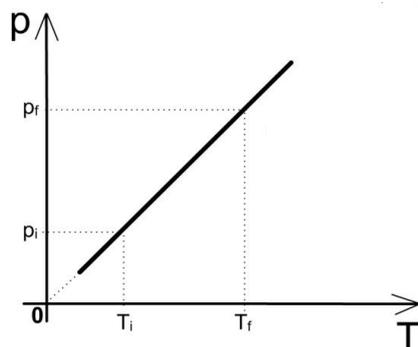
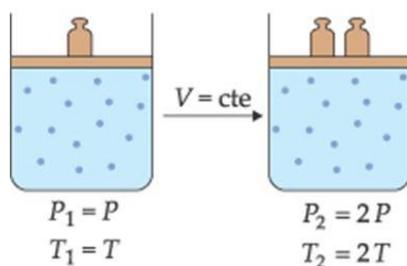


Gráfico de uma transformação isocórica

Isso significa que a partir da transformação isocórica é garantida a seguinte relação:



$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Equação de Clapeyron

$$pV = nRT$$

onde:

R: constante universal dos gases perfeitos. Seu valor depende das unidades utilizadas para medir as variáveis de estado, podendo ser:

$$R = 0,082 \frac{\text{atm.L}}{\text{mol.k}} \text{ ou } R = 8,317 \frac{\text{J}}{\text{mol.k}}$$

Leis da Termodinâmica

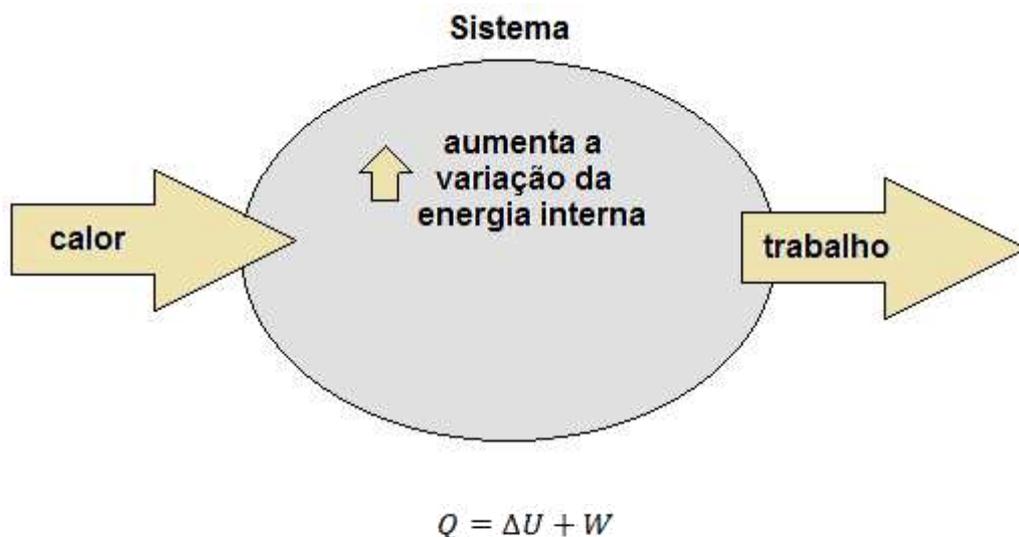
A Termodinâmica é composta por um compilado de estudos apresentados aqui, somado com conclusões de outras mentes brilhantes, ao se chegar a três leis, estas são; a lei zero da termodinâmica, a primeira lei sobre a conservação de energia e a segunda lei que vem limitar o que se pode fazer com as transformações de energia prevista na primeira.

Lei zero da termodinâmica

Finalmente a definição da Lei zero é: “se dois corpos estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro, estarão em equilíbrio térmico entre si.”.

Primeira lei da termodinâmica

O calor recebido por um sistema é igual à soma entre a variação da energia interna do sistema e o trabalho efetuado pelo sistema.



Lembrando que:

$$U = \frac{3}{2}nRT \rightarrow U = \frac{3}{2}PV$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

Procedimento

Procedimento I

TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA

1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação transformação isotérmica da Lei de Boyle.

2- Inicie a simulação apertando no botão **VERDE**.

3- Analise a curva formada durante a transformação e como ocorre essa transformação.

4- Que tipo de transformação gasosa foi observado?

R:

5- Quais as características que essa transformação possui?

R:

6- Considere a tabela abaixo, ela lista vários gases diferentes.

H₂	O₂	CO₂	SO₂	
3	5	8	2	n (mols)
				T (K)
				V (p = 2.10⁵)

Tabela 6.1

7- Encontrem os valores da temperatura de cada gás descrito na tabela 6.1 e o volume quando $p = 2.10^5$ Pa.

8- Na simulação vista o gás realizou trabalho ou sofreu trabalho? Qual a consequência disso?

R:

Procedimento II

TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA

1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação Transformação isobárica da Lei de Gay-Lussac.

2- Inicie a simulação apertando no botão **VERDE**.

3- Analise a curva formada durante a transformação e como ocorre essa transformação.

4- Que tipo de transformação gasosa foi observada?

R:

5- Quais as características que essa transformação possui?

R:

6- Considere a tabela abaixo, ela lista vários gases diferentes.

H₂	O₂	CO₂	SO₂	
3	5	8	2	n (mols)
				p (Pa)
				ΔU

7- Complete a tabela com os valores de pressões que cada gás contém e o valor da variação da energia interna dessa transformação do início ao fim.

Lembrando que:

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR \cdot \Delta T$$

Procedimento III

TRANSFORMAÇÃO ISOCÓRICA

- 1- Ao acessar o simulador, encontre a simulação transformação isocórica da Lei de Charles.
- 2- Inicie a simulação apertando no botão **VERDE**.
- 3- Analise a curva formada durante a transformação e como ocorre essa transformação.
- 4- Que tipo de transformação gasosa foi observado?
- 5- Quais as características que essa transformação possui?
- 6- Considere a tabela abaixo, ela lista vários gases diferentes.

H₂	O₂	CO₂	SO₂	
3	5	8	2	n (mols)
				ΔU
				φ (J/s)

- 7- Com ajuda de um cronômetro, encontre os valores da variação da energia interna e o fluxo de calor transmitido pela fonte.
- 8- Houve trabalho realizado sob ou sobre o gás? Se não houve, por quê?

R:

Procedimento IV

TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA

- 1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação Sistema adiabático.

2- Inicie a simulação apertando no botão **VERDE**.

3- Analise a curva formada durante a transformação e como ocorre essa transformação.

4- Que tipo de transformação gasosa foi observado?

R:

5- Quais as características que essa transformação possui?

R:

6- Considere a tabela abaixo, ela lista vários gases diferentes.

H₂	O₂	CO₂	SO₂	
3	5	8	2	n (mols)
				T1
				T2
				ΔT
				ΔU

7- Preencha os valores da tabela 6.4 com base no demonstrado da simulação.

8- Na simulação observada o gás realizou trabalho ou o trabalho foi realizado sobre o gás? Qual valor do trabalho em cada gás?

R:

3.2.3 Aula experimental – Termodinâmica II

Conceitos estudados

Segunda lei da termodinâmica e ciclo de Carnot

Objetivos

- Analisar o ciclo de Carnot
- Compreender a 2ª Lei da termodinâmica
- Observar o funcionamento de máquinas térmicas

Problematização

Após a compreensão do significado do calor por James P. Joule, com o desenvolvimento da teoria cinética dos gases, grandes inventores surgiram com o advento da 1ª e 2ª revoluções industriais com o surgimento das máquinas térmicas com aplicações diretas dos fundamentos das transformações gasosas, com ênfase para as leis da termodinâmica, julga-se necessário a compreensão desses conceitos para um melhor entendimento da evolução humana como sociedade globalizada.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Manual de práticas
- Simulador (Física na Escola)

Fundamentação teórica

Segunda lei da termodinâmica

A segunda lei da termodinâmica nos traz o que é possível ou não de ser executado com a conservação de energia. É composta por alguns enunciados de Kelvin, Clausius, Planck entre outros grandes da física.

Enunciado – 1ª forma

“É impossível remover energia térmica de um sistema a certa temperatura e converter essa energia integralmente em trabalho mecânico sem

que haja uma modificação no sistema ou em suas vizinhanças.” (Enunciado de Kelvin).

Enunciado – 2ª forma

“Não há nenhum processo onde o único efeito de energia térmica seja o de transferir energia de um corpo frio para outro quente.” (Enunciado de Clausius)

$$\varepsilon = W/Q_q$$

Assim é impossível uma máquina térmica real desenvolver um rendimento de 100%. Disso decorre que o trabalho total é dado por:

$$W = Q_q - Q_f$$

Esse resultado, confirmado experimentalmente, é o enunciado Kelvin-Planck da segunda lei:

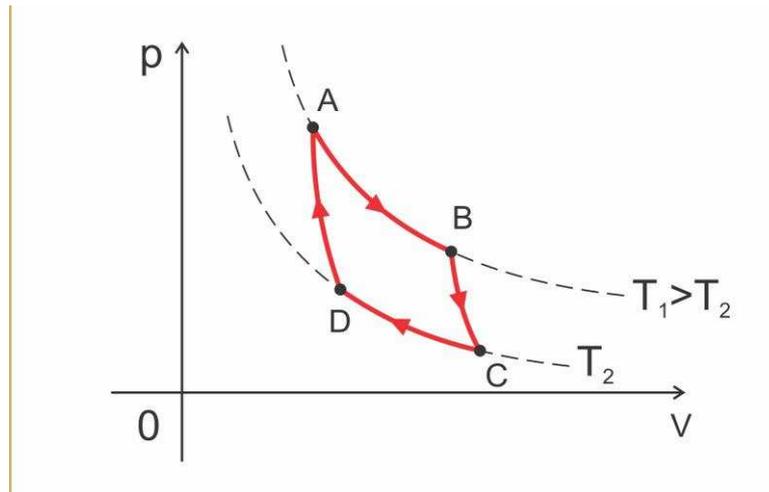
Enunciado – 3ª forma

“É impossível que uma máquina térmica, operando em ciclos, tenha como único efeito a extração de calor de um reservatório e a execução de trabalho integral dessa quantidade de energia.” (Enunciado de Kelvin-Planck)

Ciclo de Carnot

Este ciclo seria composto de quatro processos, independente da substância:

- Uma expansão isotérmica reversível. O sistema recebe uma quantidade de calor da fonte de aquecimento (L-M)
- Uma expansão adiabática reversível. O sistema não troca calor com as fontes térmicas (M-N)
- Uma compressão isotérmica reversível. O sistema cede calor para a fonte de resfriamento (N-O)
- Uma compressão adiabática reversível. O sistema não troca calor com as fontes térmicas (O-L)



Numa máquina de Carnot, a quantidade de calor que é fornecida pela fonte de aquecimento e a quantidade cedida à fonte de resfriamento são proporcionais às suas temperaturas absolutas, assim:

$$\frac{|Q_f|}{|Q_q|} = \frac{T_f}{T_q}$$

Assim, o rendimento de uma máquina de Carnot é:

$$\varepsilon = 1 - \frac{|Q_f|}{|Q_q|} \text{ e } \frac{|Q_f|}{|Q_q|} = \frac{T_f}{T_q}$$

Logo:

$$\varepsilon = 1 - \frac{T_f}{T_q}$$

Sendo:

T_2 = temperatura absoluta da fonte de resfriamento.

T_1 = temperatura absoluta da fonte de aquecimento.

Com isto se conclui que para que haja 100% de rendimento, todo o calor vindo da fonte de aquecimento deverá ser transformado em trabalho, pois a temperatura absoluta da fonte de resfriamento deverá ser 0K.

Partindo daí conclui-se que o zero absoluto não é possível para um sistema físico.

Procedimento

Procedimento I

CICLO DE CARNOT

- 1- Ao acessar o simulador, procure pela simulação Ciclo de Carnot.
- 2- Acesse-a e observe por um momento.
- 3- Classifique com base no ciclo de Carnot, quais as fases do funcionamento desse motor.

R:

- 4- Ao Fixar a temperatura da fonte quente em 950 K, preencha a tabela a seguir com as seguintes informações, valor da energia da fonte quente e fria e qual temperatura da fonte fria nos seguintes rendimentos.

η (%)	Q_f (KJ)	Q_q (KJ)	T_f (K)	W (KJ)
31,6				
25,0				
15,7				

Procedimento II

OBSERVAR O FUNCIONAMENTO DE MÁQUINAS TÉRMICAS

- 1- Ao acessar o simulador, procure pelas simulações Locomotiva à vapor, Frigorífico, Motor de dois e quatro tempos.
- 2- Faça uma análise do funcionamento dos motores e detalhe, associando com as transformações gasosas do ciclo de Carnot, o funcionamento das mesmas.

3.3 ÓPTICA

3.3.1 Aula Experimental – Óptica geométrica

Conceitos estudados

Fenômenos base da óptica geométrica, reflexão, refração e dispersão.

Objetivos

- Ver na prática as leis da reflexão
- Comprovar a veracidade da lei de Snell-Descartes
- Entender a composição da luz branca

Problematização

A óptica geométrica é a área da física que estuda fenômenos como visualização das cores, obtenção de imagens através de espelhos e lentes, bem como fenômenos astronômicos como eclipses, sombras e penumbras. Fenômenos que estão sempre a volta do cotidiano da sociedade, logo faz-se necessário o entendimento dos fenômenos bases de todas essas maravilhas da natureza.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Simulador de física
- Roteiro de práticas

Fundamentação teórica

Os principais fenômenos da óptica geométrica consistem em detalhar as ocorrências e consequências da dispersão da luz, da reflexão da mesma e por fim sua refração e difração.

Dispersão

A dispersão é um fenômeno óptico que consiste na separação da luz branca, ou seja, separação da luz solar em várias cores, como as do arco-íris,

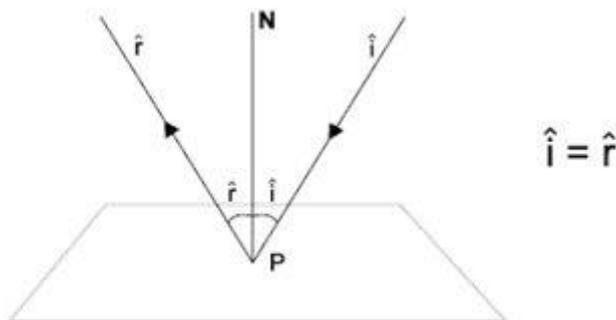
cada qual com uma frequência diferente. Esse fenômeno pode ser observado em um prisma de vidro, por exemplo.

Reflexão

A reflexão da luz consiste em um raio, ao incidir em um anteparo (superfície), retornar ao plano de origem. Esse fenômeno é regido por duas leis:

1ª Lei da reflexão: “O raio incidente, o raio refletido e a reta Normal são coplanares. Ou seja, coexistem no mesmo plano geométrico”.

2ª Lei da reflexão: “O ângulo de incidência é igual ao refletido”.



Refração

O fenômeno da refração da luz consiste em alteração da velocidade quando há mudança de meio devido ao índice de refração e natureza do meio em que a luz se propaga. Em algumas situações além da alteração da velocidade há também uma alteração na direção original da propagação.

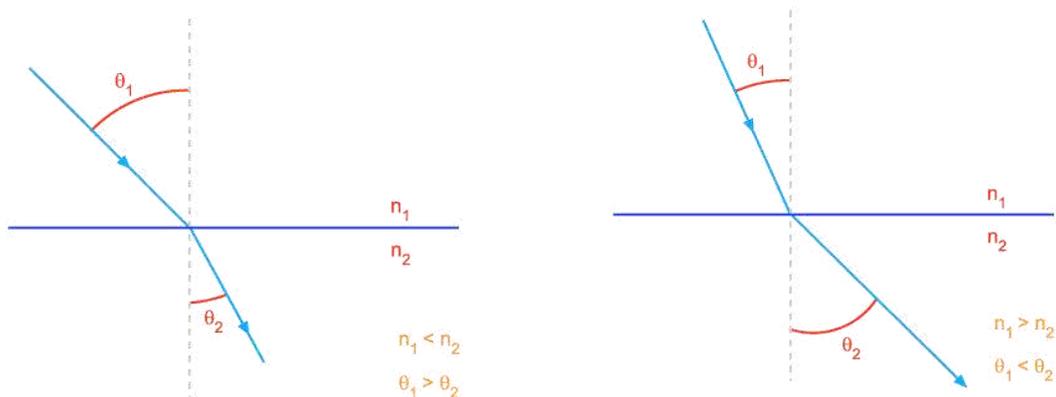
A refração é regida por duas leis de forma análoga ao fenômeno da reflexão:

1ª Lei da Refração: “O raio incidente I, a normal N e o raio refratado R, pertencem ao mesmo plano, denominado plano de incidência da luz, ou seja, o raio incidente, a reta normal e o raio refratado são coplanares”.

2ª Lei da Refração: “Para cada par de meios e para cada luz monocromática que se refrata é constante o produto do seno do ângulo que o raio forma com a normal e o índice de refração do meio em que o raio se encontra”.

Essa lei é conhecida como lei de Snell-Descartes.

$$n_1 \overline{\text{sen}} \theta_1 = n_2 \overline{\text{sen}} \theta_2$$



Procedimento

Serão demonstradas algumas simulações a respeito dos principais fenômenos ópticos, dispersão, reflexão e refração.

Procedimento I

REFLEXÃO DA LUZ

- 1- Ao acessar o simulador, procure pelo experimento “reflexão”.
- 2- Selecione a velocidade 5 para os raios que representam a luz.
- 3- Altere o valor do ângulo de incidência para 20°.
- 4- Repita o procedimento acima para os ângulos 30°, 40°, 50° e 60°.

5- Preencha o valor usando a tabela a seguir.

α_i	α_r
20°	

Procedimento II

REFRAÇÃO DA LUZ

- 1- Ao acessar o simulador, procure pelo experimento "Refração".
- 2- Posicionem os raios de luz de modo que os mesmos incidam com ângulo $i = 30^\circ$
- 3- Altere a velocidade de modo que o índice de refração do meio 2 seja igual ao meio 1.
- 4- Considere o índice do meio de incidência igual a 1, encontre o valor do índice de incidência do meio para cada valor de velocidade v_4 , v_3 , v_2 e v_1 com o auxílio de uma calculadora científica.
- 5- Preencha os valores obtidos na tabela a baixo.

α_2	V_R (m/s)	n_2

6- Ajuste a velocidade de refração para v_3 e para cada $\Delta\alpha_i = 15^\circ$ no ângulo de incidência preencha os valores observados.

Ângulo de incidência (α_i)	Ângulo de refração (α_r)	Sen (α_i)	Sen (α_r)	$\frac{\text{Sen } \alpha_i}{\text{Sen } \alpha_r}$
0°				
15°				
30°				
45°				
60°				
75°				

Procedimento III

DISPERSÃO DA LUZ

- 1- Ao acessar o simulador, procure pelo experimento "Prisma".
- 2- No experimento, modifique os valores dos índices de refração tanto do meio incidente quanto do prisma, para mínimo e máximo, respectivamente. (Valores colocados a esquerda da tela)
- 3- Caso diferente, posicione o ângulo de incidência da luz para 60°.
- 4- Preencha a tabela abaixo com os ângulos de desvios.

α_1	β_1 (V/R)		β_2 (V/R)		α_2
60°					
45°					
30°					

- 5- Por que a faixa de cor vermelha sofre menos desvio que a faixa de cor roxa?
- 6- Qual das cores tem a velocidade maior?
- 7- Posicione o $\alpha_1 = 0^\circ$ e descreva o que acontece com o raio de luz quando transpassa pelo prisma.

3.3.2 Aula experimental – Espelhos

Assuntos abordados

Associação de espelhos planos, espelhos esféricos.

Objetivos

- Entender a formação de imagens na associação de espelhos planos.
- Características de imagens em espelhos esféricos.
- Testar veracidade da lei da Gauss para os espelhos esféricos.

Problematização

Espelhos são aplicações diretas do estudo do fenômeno da reflexão da luz, muitos desses espelhos cercam o cotidiano nas atividades mais básicas das vidas das pessoas, alguns utilizados em transportes, outros na área da saúde, suas aplicações parecem não ter fim, ainda mais com o aumento da tecnologia, desenvolvimentos de novos instrumentos ópticos como telescópios, câmeras e afins, faz-se necessário o estudo básico sobre esses espelhos.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Simulador de física
- Roteiro de práticas

Fundamentação teórica

ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS

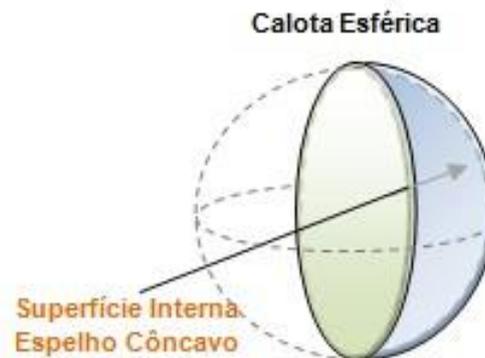
Quando dois espelhos planos são colocados em associação sob um determinado ângulo α , o número de imagens observadas por um observador central à essa associação é determinado pela seguinte expressão:

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

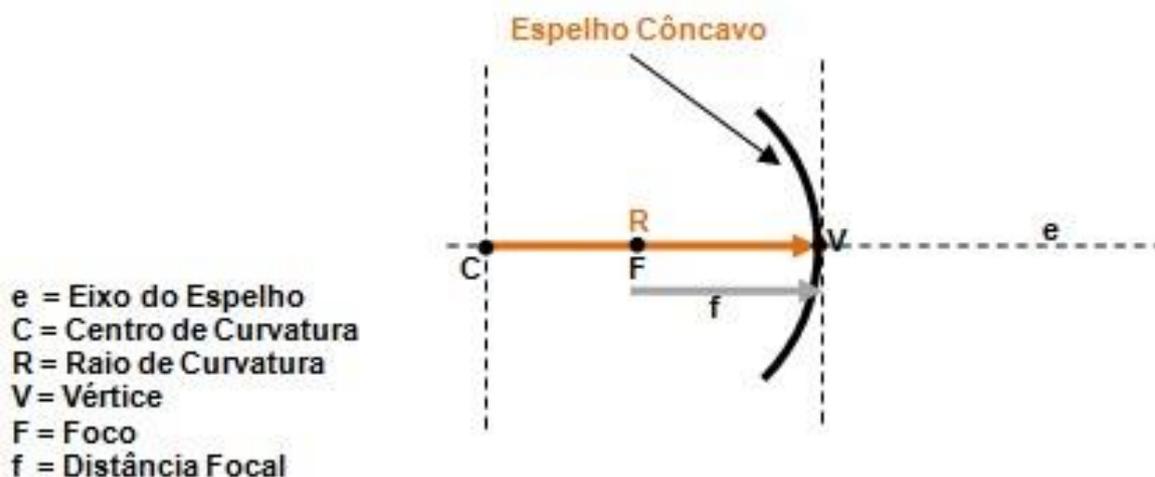
Uma imagem pode ser classificada segunda três características:

- Segundo sua natureza: Real ou Virtual
- Segundo Seu tamanho: Menor, Mesmo tamanho ou Maior que o objeto real.
- Segundo sua orientação: Direita ou Invertida

ESPELHO CÔNCAVO

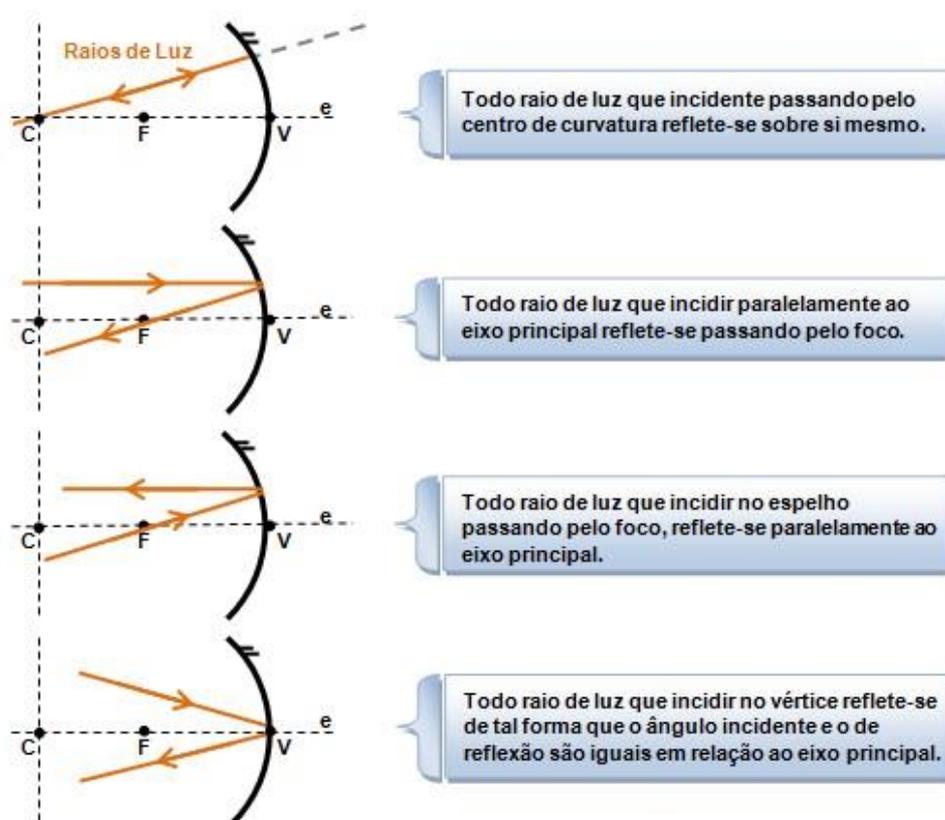


Esse tipo de espelho tem o caráter esférico, uma “calota” onde a parte espelhada é a interna e tem como principal função a ampliação da imagem de um objeto, seus elementos são:



Onde, $f = R/2$

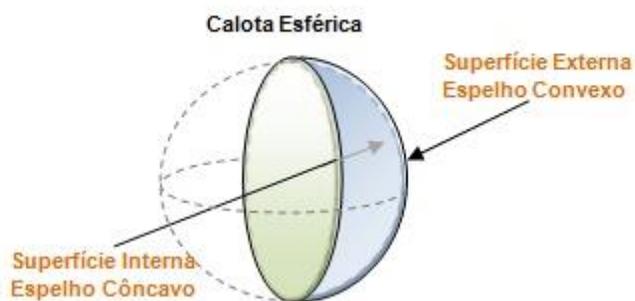
As imagens formadas por esse tipo de espelho são determinadas pelos cruzamentos dos raios refletidos ou prolongados, aonde as características desses raios são descritas abaixo:



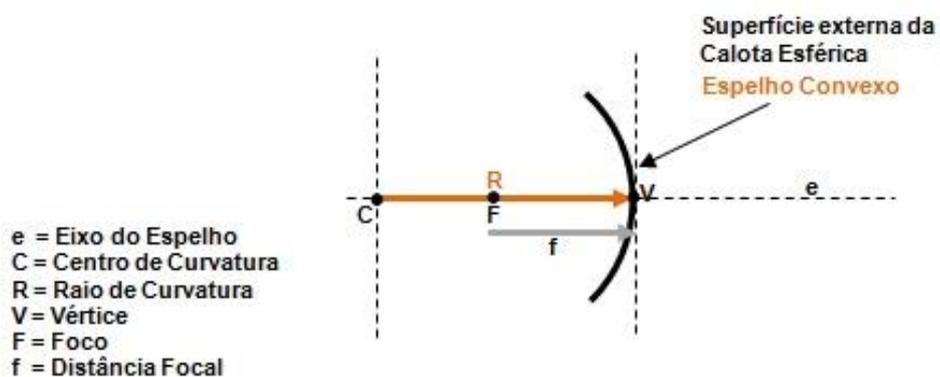
De forma qualitativa há 5 tipos de imagens possíveis nesse tipo de espelho:

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Além de C	Sobre C	Entre C e f	Sobre f	Entre f e v
REAL	REAL	REAL	IMPRÓPRIA	VIRTUAL
INVERTIDA	INVERTIDA	INVERTIDA	IMPRÓPRIA	DIREITA
MENOR	MESMO TAMANHO	MAIOR	IMPRÓPRIA	MAIOR

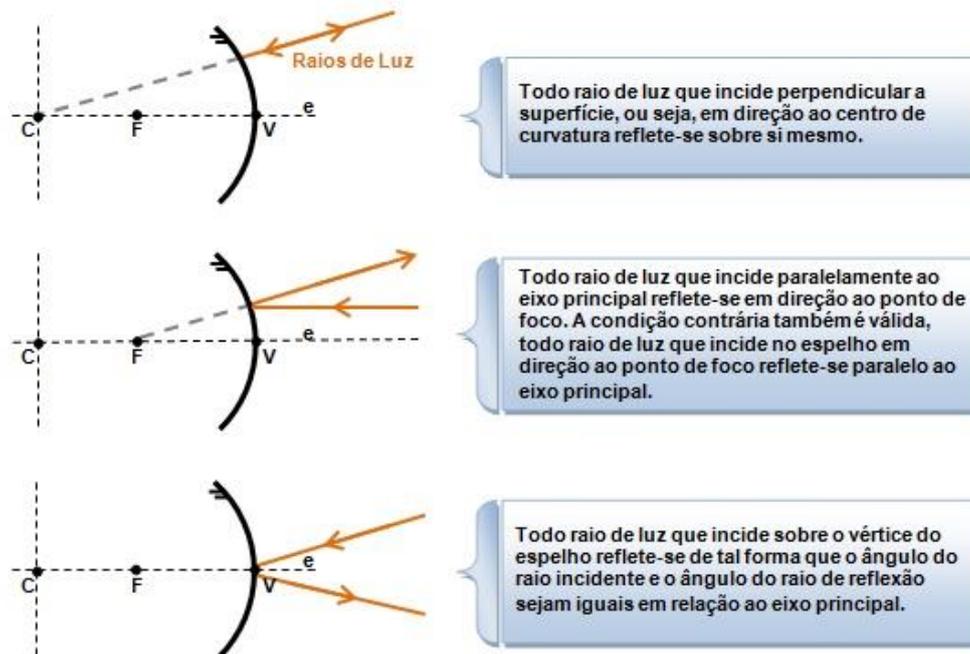
ESPELHO CONVEXO



Este tipo de espelho tem a parte externa da calota espelhada e tem como característica principal a ampliação do campo de visão do observador, os elementos desse espelho são os mesmos do espelho côncavo, porém o objeto é colocado na direção oposta aos elementos.



De forma análoga ao espelho côncavo, as imagens do espelho convexo são formadas pelo cruzamento dos raios prolongados ao se encontrarem com o espelho.



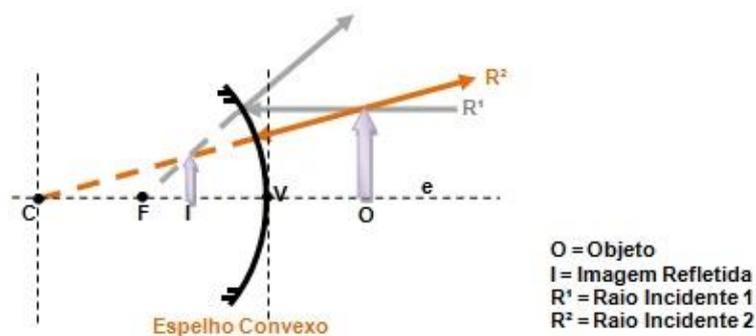
Todo raio de luz que incide perpendicular a superfície, ou seja, em direção ao centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.

Todo raio de luz que incide paralelamente ao eixo principal reflete-se em direção ao ponto de foco. A condição contrária também é válida, todo raio de luz que incide no espelho em direção ao ponto de foco reflete-se paralelo ao eixo principal.

Todo raio de luz que incide sobre o vértice do espelho reflete-se de tal forma que o ângulo do raio incidente e o ângulo do raio de reflexão sejam iguais em relação ao eixo principal.

Esse tipo de espelho só forma sempre um tipo de imagem:

VIRTUAL	DIREITA	MENOR
---------	---------	-------



EQUAÇÃO DE GAUSS

A equação de Gauss é determinada através da seguinte expressão:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Onde:

p -> Posição do objeto

p' -> Posição da Imagem

f -> Foco

O aumento da imagem de um espelho é dado por:

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$$

Onde:

i -> Tamanho da Imagem

O -> Tamanho do Objeto

Estudo do sinal dos elementos de uma imagem do espelho esférico

	POSITIVO (+)	NEGATIVO (-)
p'	Real	Virtual
A	Virtual	Real
f	Espelho Côncavo	Espelho Convexo

Procedimento

Procedimento I

ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS

- 1- Ao acessar o simulador procure pelo experimento "Espelhos".
- 2- Ajuste o ângulo entre os espelhos para 40°
- 3- Posicione o objeto na bissetriz do ângulo entre os espelhos.
- 4- Mova o observador ao redor do espaço disponível e debata sobre o número de imagens observadas.
- 5- Aumente o ângulo de abertura sempre colocando o objeto na posição mais próxima possível da bissetriz entre os espelhos.

6- Preencha a tabela abaixo com os valores dos ângulos e números de imagens que são formados por esses ângulos e também quantas imagens enantiomorfas e normais são formadas em cada caso.

α	η	Enan/Normal	
	2		
90°			
	5		
45°			
	4		

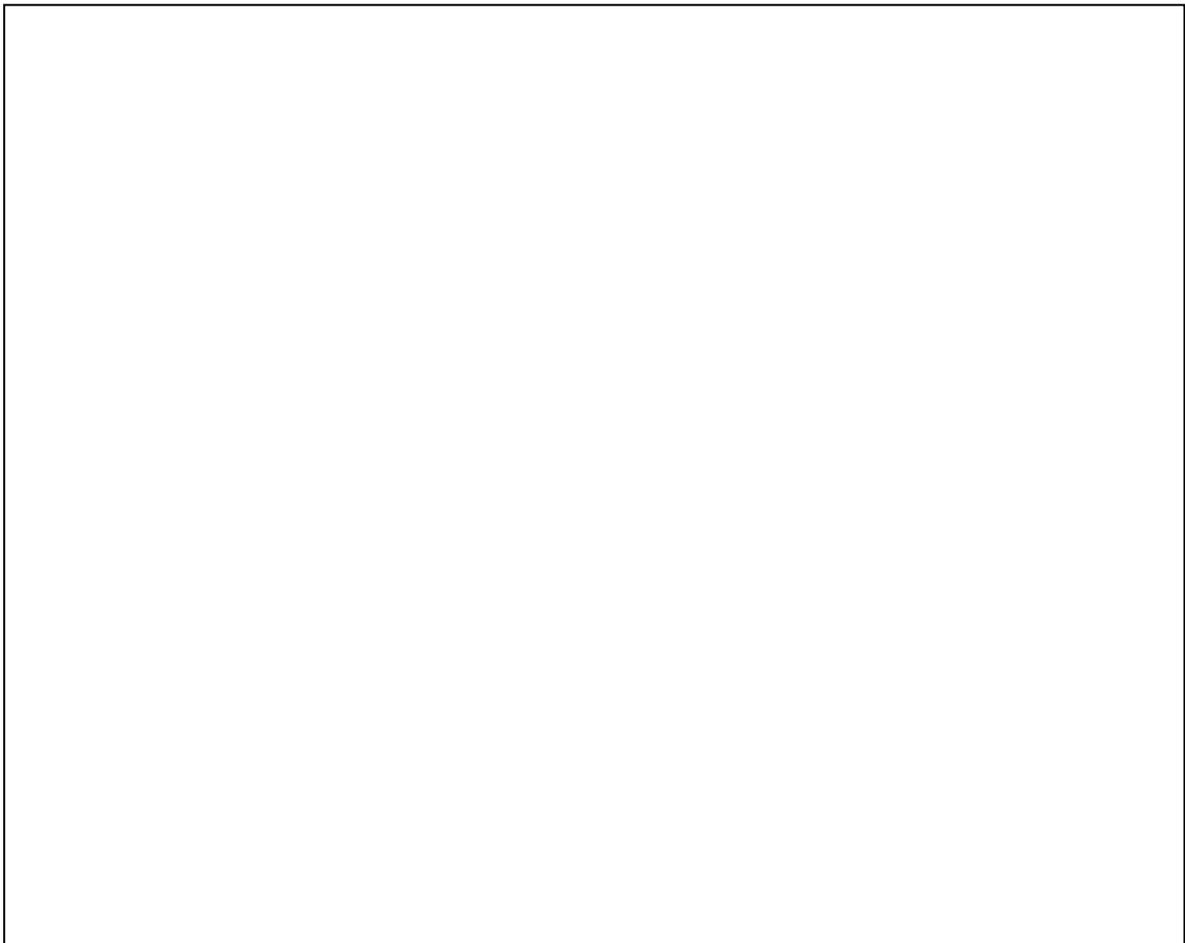
Procedimento II

ESPELHO CÔNCAVO

- 1- Ao acessar o simulador procure pelo experimento “espelho côncavo”.
- 2- Selecione a unidade de medida utilizada para decímetro.
- 3- Interrompa a emissão dos raios principais.
- 4- Ajuste o foco do espelho para 5 dm.
- 5- Selecione o tipo de objeto que deseja utilizar.
- 6- Ajuste a altura para o objeto de 3 dm.
- 7- Verifique a funcionalidade de cada um dos raios principais, por onde eles passam antes e depois da reflexão.
- 8- Encontre os 5 casos possíveis de imagem em um espelho côncavo usando esse simulado com essas configurações, faça o esboço do desenho obtido pelo simulador.

Posição do obj.	a (dm)	a' (dm)	y (dm)	y'(dm)	Z (dm)
Além de C					
Em C					
Entre C e f					
Em f					
Entre f e V					

8- Espaço destinado para os esboços.



Procedimento III

Espelho Convexo

- 1- Ao acessar o simulador procure pelo experimento "Espelho convexo".
- 2- Ajuste a unidade de medida utilizada para decímetro.
- 3- Ajuste o foco do espelho para $f = -5$ dm.
- 4- Ajuste a altura do objeto para 5 dm.
- 5- Posicione o objeto para $a = 1$ dm.
- 6- Preencha os valores obtidos na tabela a baixo conforme distancia-se o objeto de $\Delta a = 2$ dm.

a (dm)	a' (dm)	y (dm)	y'(dm)	Z (dm)
1				
3				
5				
7				
9				

- 7- Faça um esboço das imagens observadas no espaço a baixo.

3.3.3 Aula experimental – Lentes

Assuntos abordados

Lentes delgadas e Lentes espessas.

Objetivos

- Verificar as características das imagens formadas pelas lentes de bordas finas e bordas grossas
- Atestar a veracidade da lei de Gauss para lentes.
- Identificar a lente correta para correção de problemas visuais.

Problematização

Hoje se vive em um mundo totalmente globalizado dominado pelas redes sociais, publicações de fotos a todo o momento, utilização de aparelhos ópticos como telescópios, câmeras fotográficas, microscópios e etc., todos tem como base de funcionamento associações de lentes para o seu melhor funcionamento, então se faz necessário o entendimento dos diferentes tipos de lentes e suas características e aplicações.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Simulador de física
- Roteiro de práticas

Fundamentação teórica

Uma lente é fabricada através de materiais transparentes, onde suas faces curvas podem ter o caráter esférico, cilíndrico e parabólico, podendo até uma dessas faces serem plana. Existe, por sua facilidade de construção, uma associação entre faces esféricas e planas na fabricação de uma lente.

Convergente	Divergente
Biconvexa	Bicôncava
Plano-Convexa	Plano-Côncava
Côncavo-Convexa	Convexo-Côncava
Bordas finas (Delgadas)	Bordas grossas (Espessas)

Elementos de uma lente

- Eixo: Reta perpendicular que passa simultaneamente entre os centros ópticos as duas faces da lente.
- Foco: Local para onde os raios convergem ou o prolongamento dos raios divergentes seguem.
- Antiprincipal: É um ponto localizado a uma distância f do ponto do F ou $2f$ do centro óptico C .
- Centro óptico: É o ponto central da lente.

Quando um raio paralelo ao eixo passa pela lente podem ocorrer dois tipos de refração: Os raios podem convergir, ou seja, aproximar-se do eixo em direção ao **FOCO** f , ou os raios podem divergir, ou seja, afastar-se do eixo, fazendo com que o prolongamento desses raios atinja também o **FOCO** f . A distância do foco principal do objeto f ou foco principal da imagem f' até ao **centro óptico** C da lente é chamada de distância focal.

Uma imagem gerada por uma lente pode ser determinada de duas maneiras, uma gráfica e outra analítica, para determinação gráfica é preciso seguir três passos:

- I. Um raio paralelo ao eixo principal ao incidir numa lente convergente, converge diretamente ao foco da outra face, caso a lente seja divergente, o prolongamento do raio divergente vai direto ao foco da face incidente.

- II. Um raio que incide numa lente convergente passando pelo foco do objeto principal converge para a outra face paralelamente ao eixo principal, caso a lente seja divergente, o prolongamento do raio refratado se dá paralelo ao eixo da face incidente (reversibilidade da luz).
- III. Um raio que incide diretamente ao centro óptico da lente, independente da mesma, não sofre desvio.

Tipos de imagem

- IMAGEM VIRTUAL: Formada pelo cruzamento dos raios prolongados.
- IMAGEM REAL: Formada pelo cruzamento dos raios refratados.

Lente convergente

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Além de A	Sobre A	Entre A e f	Sobre f	Entre f e C
REAL	REAL	REAL	IMPRÓPRIA	VIRTUAL
INVERTIDA	INVERTIDA	INVERTIDA	IMPRÓPRIA	DIREITA
MENOR	MESMO TAMANHO	MAIOR	IMPRÓPRIA	MAIOR

Lente divergente

Caso único		
Virtual	Menor	Direita

O método analítico para obtenção dos dados da imagem gerada por uma lente é determinado de forma análoga aos espelhos esféricos com a utilização da lei de Gauss determinada por:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Onde:

p -> Posição do objeto

p' -> Posição da Imagem

f -> Foco

O aumento da imagem de um espelho é dado por:

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$$

Onde:

i -> Tamanho da Imagem

O -> Tamanho do Objeto

Para a medição da vergência de uma lente, conhecida popularmente como "Grau" é medida por:

$$V = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

Conhecida como equação do fabricante de lentes

Procedimento

Será feita uma série de experimentos utilizando os tipos de lentes detalhados acima para uma análise gráfica e analítica sobre o uso de lentes.

Procedimento I

Lentes

1- Ao acessar o simulador procure pelo experimento "Lentes".

2- Nessa prática é possível analisar os tipos de lentes esféricas existentes.

3- Use o simulador para encontrar as três lentes convergentes.

Nome da Lente	Raio de curvatura de cada face da lente ($R_e R_d$)		Vergência

4- Use o simulador para encontrar as três lentes divergentes.

Nome da Lente	Raio de curvatura de cada face da lente ($R_e R_d$)		Vergência

Procedimento II

Lente Convergente I

1- Ao acessar o simulador procure pelo experimento “Lente convergente”.

2- Use os comandos localizados na parte de cima do simulador para desligar a animação dos raios principais.

3- Veja o caminho do raio VERMELHO.

Descreva esse caminho observado.

4- Pause a animação do raio VERMELHO e ative o caminho do raio ROXO.

Descreva esse caminho observado

5- Pause a animação do raio ROXO e ative o caminho do raio VERDE.

Descreva esse caminho observado

6- Pause a animação do raio verde e verifique aonde a imagem do objeto foi formada.

Descreva a imagem observada

7- Posicione o objeto na posição do ponto antiprincipal C, e descreva o que acontece com a imagem quando aproximada do centro óptico O da lente.

Descreva a imagem observada

Procedimento II

Lente convergente II

1- Usando o mesmo experimento do procedimento anterior, agora será feita uma experiência analítica da imagem com o uso da lei de Gauss.

2- Selecione a unidade de medida para cm.

3- Ajuste o foco da lente para 2 cm e posicione o objeto a uma distância $a = 6$ cm do centro óptico O.

4- Ajuste a altura do objeto para 3 cm.

5- Com uma variação de $\Delta a = - 1$ cm, aproxime o objeto do centro óptico e complete a tabela abaixo com os valores observados.

a (cm)	a' (cm)	O (cm)	i (cm)	i/O	p'/p
6		3			
5		3			
4		3			
3		3			
2		3			
1		3			

6- Descreva as imagens observadas em cada um dos pontos analisados.

Imagens quando a =					
6 cm	5 cm	4 cm	3 cm	2 cm	1 cm

Procedimento III

Lente divergente I

1- Ao acessar o simulador procure pelo experimento “Lente divergente”.

2- Use os comandos localizados na parte de cima do simulador para desligar a animação dos raios principais.

3- Posicione o objeto na posição do antiprincipal da imagem C' .

4- Veja o caminho do raio VERMELHO.

Descreva esse caminho observado.

5- Pause a animação do raio VERMELHO e ative o caminho do raio ROXO.

Descreva esse caminho observado

6- Pause a animação do raio ROXO e ative o caminho do raio VERDE.

Descreva esse caminho observado

7- Pause a animação do raio verde e verifique aonde a imagem do objeto foi formada.

Descreva a imagem observada

8- Posicione o objeto na posição do foco da imagem F' , e descreva o que acontece com a imagem quando aproximada do centro óptico O da lente.

Descreva a imagem observada

Procedimento IV

Lente divergente II

1- Usando o mesmo experimento do procedimento anterior, agora será feita uma experiência analítica da imagem com o uso da lei de Gauss.

2- Selecione a unidade de medida para cm.

3- Ajuste o foco da lente para -2 cm e posicione o objeto a uma distância $a = 2$ cm do centro óptico O.

4- Ajuste a altura do objeto para 3 cm.

5- Com uma variação de $\Delta a = +2$ cm, afaste o objeto do centro óptico e complete a tabela abaixo com os valores observados.

a (cm)	a' (cm)	O (cm)	i (cm)	i/O	p'/p
2		3			
4		3			
6		3			
8		3			
10		3			

6- Descreva as imagens observadas em cada um dos pontos analisados.

Imagens quando a =				
2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm

3.3.4 Aula experimental – Problemas oculares.

Assuntos abordados

Lentes delgadas e lentes espessas. Correção de problemas visuais.

Objetivos

- Analisar os problemas oculares mais comuns, miopia, hipermetropia, astigmatismo.
- Corrigir problemas oculares com uso de lentes

Problematização

Boa parte da população possui ou desenvolve ao longo do passar da vida problemas oculares que estão relacionados com desgaste da lente natural do olho, formação do globo ocular, localização da retina entre outros fatos. O estudo das lentes, além de desenvolver dispositivos para obtenção de imagem, pode ser utilizado para a saúde e bem estar na correção desses problemas desenvolvidos.

Nessa pratica serão analisados esses problemas e que tipos de lentes são capazes de corrigi-los.

Material utilizado

- Computador ou Smartphone
- Simulador de física
- Roteiro de práticas

Fundamentação teórica

Os problemas mais comuns são os devido ao formato do globo, alguns mais longos outros mais curtos, esses são:

- Miopia: Dificuldade de enxergar objetos colocados a uma distância maior.

Motivo: Globo ocular mais longo, fazendo com que os raios, quando atravessam o cristalino, convergem para um ponto à frente da retina ocular.

- Hipermetropia: Dificuldade de enxergar objetos colocados a uma distância curta.

Motivo: Globo ocular mais curto, fazendo com que os raios, quando atravessam o cristalino, convergem para um ponto atrás da retina ocular.

- Astigmatismo: Sensação de incomodo ou dor quando se está em um ambiente com bastante luminosidade.

Motivo: Devido a uma má formação do cristalino ou da córnea a luz que entra no olho converge para vários pontos diferentes dentro do globo ocular, anulando a simetria de imagem.

Para corrigir esses problemas dar-se a utilização de lentes para alterar o ponto em que os raios convergem dentro do olho, com a função de afastar ou aproximar esse ponto para coincidir com a retina e focalizar todos os pontos em uma única região para obtenção de uma imagem bem nítida.

Miopia	Hipermetropia	Astigmatismo
Lente divergente	Lente convergente	Lente cilíndrica

Procedimento

Aqui será feita a análise de situações problemas sobre as disfunções oculares e como que funciona o processo de correção desses defeitos visuais através do uso dessas lentes.

Procedimento I

Hipermetropia

1- Ao acessar o simulador procure pelo experimento “Defeitos visuais”.

2- Descreva a característica da imagem observada pelo olho e o problema observado.

3- Caracterize que tipo de lente deve ser utilizada para corrigir esse problema.

R:

4- Movimente a barra para o surgimento da lente até a imagem ficar nítida e diga qual o nome da lente utilizada.

R:

Procedimento II

Miopia

1- Ao acessar o simulador procure pelo experimento “Defeitos visuais”.

2- Descreva a característica da imagem observada pelo olho e o problema observado.

R:

3- Caracterize que tipo de lente deve ser utilizada para corrigir esse problema.

R:

4- Movimente a barra para o surgimento da lente até a imagem ficar nítida e diga qual o nome da lente utilizada.

R:

Procedimento III

Astigmatismo

1- Ao acessar o simulador procure pelo experimento “Defeitos visuais”.

2- Descreva a característica da imagem observada pelo olho e o problema observado.

3- Caracterize que tipo de lente deve ser utilizada para corrigir esse problema.

R:

4- Movimente a barra para o surgimento da lente até a imagem ficar nítida e diga qual o nome da lente utilizada.

R:

4 MÉTODO DE AVALIAÇÃO

A média bimestral nas escolas regulares geralmente é dada por uma média aritmética entre no mínimo duas notas, uma média parcial, que são atividades, minitestes rotineiros, trabalhos e uma nota de uma prova global que em algumas vezes é chamada de avaliação bimestral que tem como caráter avaliar todo o conteúdo aprendido durante aquele bimestre sendo composta por todos os assuntos trabalhados em sala de aula.

Após uma aula prática é de fundamental importância que o aprendizado do aluno seja avaliado, isto se dar por forma de relatórios, questionários ou minitestes relacionados à prática observada. Para um melhor desenvolvimento acadêmico e já como uma forma de preparar o aluno para o futuro ensino superior que o mesmo deve ingressar a anos posteriores, a confecção de relatórios, digitados seguindo alguns critérios inclusive com o domínio das normas de formatação da ABNT como sendo um dos critérios avaliativos do relatório.

O relatório deve conter os seguintes itens:

- Os objetivos da prática realizada
- Os materiais utilizados
- Uma breve síntese teórica sobre o tema abordado na prática, tendo que ser elaborado pelo próprio aluno.
- Resumo do que foi feito durante a prática e os resultados obtidos em tabelas e gráficos.
- Conclusão a respeito do que foi observado na prática.

Há ainda a possibilidade de haver um questionário ou um miniteste com algumas questões a respeito do tema trabalhado na prática, essa nota a ser somada com a nota do relatório deverá compor a nota de média parcial do aluno naquele bimestre. Sendo essa média parcial sendo dívida em:

- Relatório da prática + questionário (miniteste).
- Atividades de casa (Cobrança dos exercícios do livro texto adotado).

- Teste avaliativo.

Todo esse método avaliativo fica a cargo do docente, a ideia central é que seja utilizado esse roteiro com esse aplicativo/simulador para suprir uma necessidade que é o ensino prático experimental de física quando a escola não dispuser de um laboratório físico, a alternativa é utilizar o laboratório virtual.

APÊNDICE 2

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Cronologia do avanço da tecnologia de dados móveis

Figura 4.1 Inclinação da reta tangente

Figura 4.2 Lançamento Oblíquo.

Figura 4.3 Ação e reação entre dois blocos

Figura 4.5 Ilustração para transformação das escalas de temperatura Celsius e Fahrenheit

Figura 4.6 Curvas isotérmicas no diagrama $P \times V$. Quanto mais acima as curvas vermelhas, maior a temperatura

Figura 4.7 Leis da reflexão

Figura 4.8 Leis da refração

Figura 4.9 Reflexão da luz em um espelho plano

Figura 4.10 Espelho em movimento.

Figura 4.11 Espelhos esféricos – Côncavo

Figura 4.12 Elementos de um espelho côncavo

Figura 4.13 Raios notáveis na formação de imagens no espelho côncavo.

Figura 4.14 Espelhos esféricos – convexo

Figura 4.15 Elementos de um espelho convexo

Figura 4.16 Raios notáveis na formação de imagens no espelho convexo

Figura 4.17 Tipos de lentes.

Figura 5.1 Áreas da física que o simulador abrange

Figura 5.2 Parte dos experimentos da Termologia.

Figura 5.3 Simulação de MRU

Figura 5.4 Gráficos do MRU

Figura 5.5 Simulação de MRUV

Figura 5.6 Gráficos do MRUV

Figura 5.7 Transformação Isotérmica

Figura 5.8 Transformação Isobárica

Figura 5.9 Transformação isocórica

Figura 5.10 Transformação adiabática

Figura 5.11 Ciclo de Carnot