



**DESCOBRINDO CONCEITOS CINEMÁTICOS E DINÂMICOS  
ATRAVÉS DA INTERATIVIDADE E DA LEITURA: UMA PRÁTICA  
INVESTIGATIVA EM FÍSICA**

**MARCELO DOS SANTOS JÚNIOR**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação Polo 4 IFAM/UFAM no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. **Márcio Gomes da Silva**

**Manaus - AM  
Julho de 2019**

“Eu tinha, na verdade, desde menino, um certo gosto docente, que jamais se desfez em mim. Um gosto de ensinar e de aprender que me empurrava à prática de ensinar, que, por sua vez, veio dando forma de sentido àquele gosto. Umas dúvidas, umas inquietações, uma certeza de que as coisas estão se fazendo e se refazendo e, em lugar de inseguro, me sentia firme na compreensão que, em mim, crescia de que a gente não é, de que a gente está sendo.

Às vezes, ou quase sempre, lamentavelmente, quando pensamos ou nos perguntamos sobre a nossa trajetória profissional, o centro exclusivo das referências está nos cursos realizados, na formação e na experiência vivida na área da profissão. Fica de fora como algo sem importância a nossa presença no mundo. É como se a atividade profissional dos homens e das mulheres não tivesse nada que ver com suas experiências de menino, de jovem, com seus desejos, com seus sonhos, com seu bem-querer ao mundo ou com seu desamor à vida. Com sua alegria ou seu mal-estar na passagem dos dias e dos anos.

Na verdade, não me é possível separar o que há em mim de profissional do que venho sendo como homem. Do que estive sendo como menino [...]

FREIRE, Paulo. **Política e educação**. São Paulo: Cortez, 2003. p. 79-80.  
(Questões da nossa época).

## 1 PRODUTO EDUCACIONAL

Desde que ingressou na carreira do magistério no ano de 2013 pela secretaria de estado da educação de Rondônia através de concurso público que o professor da referida dissertação se defrontou com os desafios presentes quando se pretende ensinar física no ensino médio. Entre inúmeros fatores, cita-se a falta de bagagem de conhecimentos básicos de aritmética do ensino fundamental, a falta de entusiasmos dos estudantes acerca do tema que envolvia alguma dose de abstração, a visão memorística da Física que muitos alunos traziam do ensino fundamental, como músicas decoradas para fórmulas da cinemática, etc.

Em virtude dessas condições adversas presentes no processo de ensino e aprendizagem em aulas do ensino médio, o professor ancorou nesses últimos anos as simulações computacionais como recurso complementar em suas aulas. Sem dúvida, tais recursos põem as aulas de Física numa perspectiva mais dinâmica e atrativa.

Segundo Monteiro (2014) na maioria dos livros didáticos os conceitos tratados na dinâmica, através das Leis de Newton, parecem não ter ligação alguma com os temas tratados na cinemática. Ainda destaca que os conteúdos dentro da própria cinemática são abordados numa estrutura separada.

Somado todo esse contexto à falta de experimentos presentes na maioria das abordagens dessa disciplina, que estão norteadas basicamente no ensino propedêutico e tradicional, nasceu o referido trabalho. Baseado numa integração entre atividades experimentais (reais e virtuais), leitura e discussão coletiva acerca de conceitos da cinemática e da dinâmica com suas respectivas relações, o referido projeto foi ancorado na ótica investigativa de Jorde (2009) *apud* Carvalho (2017).

Nessa perspectiva de ensino por investigação as atividades devem proporcionar ao aluno oportunidades como: a) “atividades de aprendizagens baseadas em problemas autênticos; b) experimentações e atividades práticas, incluído a busca de informações; c) atividades autorreguladas, isto é, que priorizam a autonomia dos alunos; e d) comunicação e argumentação”.

Por envolver os estudantes em atividades grupais e discussões coletivas o projeto didático recorreu a teoria de aprendizagem interacionista de Lev Vygotsky. E por utilizar os conhecimentos prévios dos estudantes e organizadores prévios como instrumento didático também foi incorporada como referencial teórico a teoria da aprendizagem significativa de

David Ausubel. O referencial teórico sintetizado referente aos conteúdos abordados no trabalho encontra-se no apêndice F.

Com esse mecanismo didático traçado a pesquisa da dissertação opiou-se nos seguintes objetivos:

### **OBJETIVOS GERAIS:**

- Fomentar o apreço pela disciplina, compreender a dinâmica do trabalho científico, sobretudo da Física, e visualizar sua aplicação nos mais variados segmentos sociais.
- Oportunizar que o corpo discente compreenda a relação inerente das Leis de Newton com as causas dos tipos de movimento presente na cinemática e relacione vários conceitos cinemáticos entre si.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Compreender conceitos cinemáticos como repouso, referencial, como velocidade média e instantânea, aceleração, Princípio da Interdependência de Galileu, algumas simetrias cinemáticas do lançamento oblíquo, como ângulo de alcance máximo, alcance para ângulos complementares, tempo de voo, relação entre altura e tempo de voo, dentre outros.
- Compreender o conceito de força de campo e de contato, bem como as características da força peso.
- Compreender em diversas perspectivas as duas primeiras leis de Newton e correlacioná-las com conceitos cinemáticos.

Com intuito de alcançar tais metas a prática educativa foi dividida em sete etapas, denominada seções didáticas. Segue assim a estrutura dos sete segmentos de aula proposta na dissertação, bem como os objetivos da pesquisa. Destacando que a sequência didática poderá ser adaptada por outro professor que queira aplicar o produto em outra ocasião e com outros objetivos.

## ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 1

**Nº DE AULAS:** 1 aula/50min

### CONTEÚDOS TRABALHADOS

Soma de vetores

### OBJETIVOS ALMEJADOS

Que os discentes compreendam a noção de vetor e sua propriedade de equipolência, bem como dominem a soma geométrica de vetores para aplicação futura.

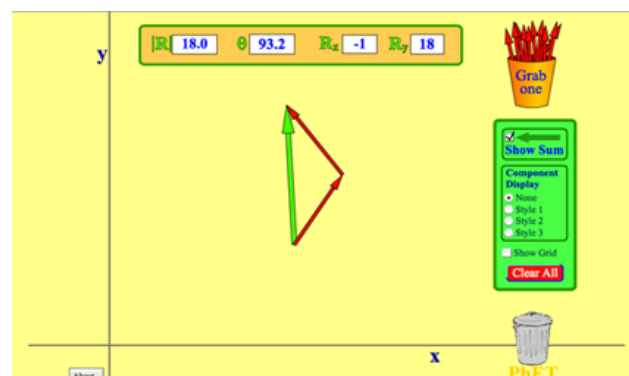
### JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

A aula busca inserir o corpo discente numa posição mais ativa no processo educativo, pois “em igualdade de condições, uma atividade é preferível à outra quando atribui ao aluno um papel ativo em sua realização” (RATHS 1973 *apud* LARERA & FORRALEZA, 2006, p 44). Para tanto o professor oportunizará através da mediação que o corpo discente interaja com o objeto de conhecimento de forma a facilitar a sua assimilação. Segundo Matui (1995, p.187), “a aprendizagem é sempre mediada”.

Em termos de favorecimento de aprendizagem significativa tal seção didática se mostra frutífera uma vez que a utilização de uma simulação antes de um determinado conteúdo constitui um organizador prévio (MOREIRA, 2012), contribuindo assim para que ocorra aprendizagem significativa.

### RECURSO DIDÁTICO

Figura 1-Simulador de adição de vetores



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

Trata-se de um simulador, Intitulado *PhET Interactive Simulations*, oferecido pela University of Colorado Boulder( Universidade do Colorado) de forma gratuita e presente em [https://phet.colorado.edu/sims/vector-addition/vector-addition\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/vector-addition/vector-addition_pt_BR.html). Sua característica básica é fornecer o vetor soma, bem como o valor de seu módulo para uma adição razoável de vetores. \_

## **PROCEDIMENTO DIDÁTICO**

Através do simulador mencionado, o professor gerenciou a metodologia que consistia em proporcionar que os discentes através da propriedade de equipolência do vetor, somasse pelo menos 3 a 4 vetores de forma diversificada. Favorecendo ainda que os mesmos percebam que a essência (módulo, direção e sentido) do vetor soma permanece a mesma para o conjunto de vetores adicionados. Também foi incentivado que a turma enfrentasse algumas questões (pertinentes ao assunto), como uma adição de três vetores quaisquer, em pequenos grupos, pois,

“É preciso que os estudantes tenham oportunidades de compartilhar suas ideias com seus pares, tanto em pequenos grupos, quanto com a sociedade em sala de aula. Pequenos grupos proporcionam oportunidades para os alunos explicarem e defenderem seus pontos de vista, o que estimula a aprendizagem “(CARVALHO, 2014, p. 25).

Após isso preferimos aplicar uma pequena avaliação (apêndice B) que contemplava as características conceituais de um vetor e a soma geométrica do mesmo, com uma das questões envolvendo o vetor oposto.

## **ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 2**

**Nº DE AULAS:** 1 aula/50min

### **CONTEÚDOS TRABALHADOS**

Princípio da Interdependência de Galilleu (PIG), MRU, MRUV e força peso.

### **OBJETIVOS ALMEJADOS**

Oportunizar um contato interativo com os conteúdos trabalhados bem como servir de base para a próxima aula, onde os estudantes terão a oportunidade de comparar o fenômeno real com o virtual.

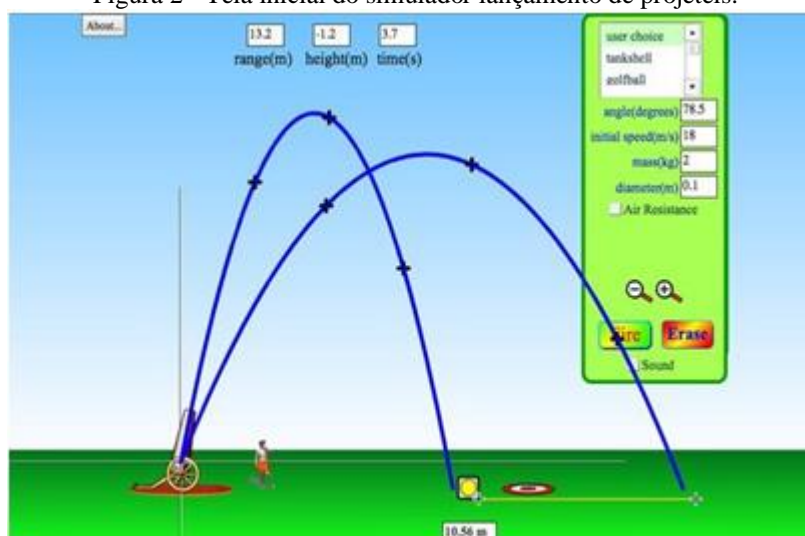
## JUSTIFICATIVA PARA ATIVIDADE

Conforme Veite & Teodoro (2002) a Física trabalha mais com representação do que explicação de fenômenos. A utilização de simuladores no processo de ensino aprendizagem em Física tem sido apontado como recurso complementar potencial, devido sobretudo a oportunizar uma interação mais eficaz com o objeto de estudo e por ilustrar de forma dinâmica o fenômeno em estudo. No entanto, quando se aplica esse tipo de recurso no processo didático é necessário ter uma certa vigilância,

Se estas complementações não forem realizadas não existe garantia de que o aprendizado ocorra e de que o conhecimento possa ser aplicado à vida real. Além disto, pode levar o aprendiz a formar uma visão distorcida a respeito do mundo; por exemplo, ser levado a pensar que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma maneira que nos programas de simulação. Portanto, é necessário criar condições para o aprendiz fazer a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real. Esta transição não ocorre automaticamente e, portanto, deve ser trabalhada (VALENTE, 1995, p.12).

## RECURSO DIDÁTICO

Figura 2 - Tela inicial do simulador lançamento de projéteis.



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

Pertence também ao grupo PhET o referido software oferece ao usuário a oportunidade de visualizar muitas características acerca de lançamentos na Física. Focando-se no lançamento horizontal, o mesmo consegue ilustrar o mesmo tempo de queda para corpos lançados de uma determinada altura e com velocidades iniciais diferentes.

## **PROCEDIMENTO DIDÁTICO**

Em virtude de se tratar de um segundo contato com o PIG, a prática educativa iniciou-se com as seguintes questões.

- a) No lançamento horizontal qual o mecanismo para encontrar o alcance e o tempo de queda?
- b) O que você entende por movimentos independentes?

Diante dos resultados não tão satisfatórios do corpo discente acerca dessas perguntas, (o que de alguma forma era esperado uma vez que a primeira abordagem foi superficial com ênfase na exposição e aplicações em alguns exercícios sem explicitar a relação entre altura, tempo e velocidade presente nesse tipo de lançamento) evidenciamos que apenas um contato com o objeto de conhecimento é insuficiente para a sua efetiva assimilação.

Assim o professor propôs que cada aluno diante do simulador realizassem o seguinte procedimento:

c) Fixe certa altura e lance com diferentes velocidades e observe o que acontece com o tempo de queda. Qual conclusão você chega?

d) Agora da mesma altura aponte o canhão na vertical e pra baixo e lance com velocidade zero. Note que isso equivale a soltar o objeto com velocidade também nula. Observe e tire suas conclusões.

Posteriormente o docente mediou uma discussão acerca do fenômeno. Na discussão descreveu as características da força peso, as causas do MRU e do MRUV presentes no simulador. A pretensão era ocasionar que os discentes contemplassem os conceitos físicos tanto pela exposição dos colegas( respostas às perguntas do docente durante a aula) quanto do professor.

Posteriormente a essa dinâmica de aula foi proposto as seguintes questões



e) Após a explicação do professor acerca do fenômeno, relate com suas próprias palavras o princípio utilizado argumentando os tipos de movimento envolvidos e suas possíveis causas.

f) Até esse momento o que você entende por força peso?

g) E por MRU e MRUV?

Após o recolhimento dessas respostas foi providenciado a formação de grupo de até 4 alunos para uma livre discussão acerca de todo o conteúdo, sendo que no final dessa dinâmica cada discente poderia refazer suas respostas.

### **ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 3**

**Nº DE AULAS:** 1 aula/50min

#### **CONTEÚDOS TRABALHADOS**

PIG e lançamento horizontal.

#### **OBJETIVOS ALMEJADOS**

Analisar de forma real a validade do PIG presente no lançamento horizontal, compreender os aspectos inerentes a medidas físicas e que a Física trabalha mais no âmbito das representações do que das explicações.

#### **JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE**

A Física é uma ciência eminentemente experimental de maneira que uma abordagem didática que omita esse aspecto a torna incompleta. Conforme Rodolpho Caniato (*apud* SOMBRA JÚNIOR, 2015, p. 6.) “Estudar Física sem ser através da experiência é como fazer curso de natação por correspondência”.

De acordo com Couto (2009) as atividades práticas realizadas em sala de aula constituem uma forma de contextualizar o conteúdo, bem como reestruturar os conceitos presentes na teoria. No âmbito investigativo tal recurso se mostra relevante,

“As demonstrações realizadas em sala de aula podem ser chamadas de investigativas, porque o aluno foi levado a participar da formulação de hipóteses acerca do problema proposto pelo professor e da análise dos resultados obtidos, ou seja, foi levado a encarar os trabalhos experimentais desenvolvidos em sala de aula como atividades de investigação.”(AZEVEDO, 2009 p.27).

O destaque dado por Vygotsky ao professor valoriza as atividades experimentais em sala de aula no momento em que ela é um instrumento que serve prioritariamente ao professor, agente do processo e parceiro mais capaz a ser imitado. É de responsabilidade do professor, fazer, demonstrar e destacar o que deve ser observado, sobretudo, explicar o modelo teórico que possibilite a compreensão do que é observado e estabelecido cultural e cientificamente. (MOREIRA 2011, p. 36)

Conforme a teoria de aprendizagem construtivista de Vygotsky (1991) as atividades acadêmicas realizadas em grupo favorecem o desenvolvimento de conceitos, pois segundo essa perspectiva o conhecimento transita necessariamente das atividades interpessoais, como o diálogo entre os colegas ou com o parceiro mais capaz acerca do objeto de estudo, para as atividades intrapessoais, ou seja, aquelas onde o indivíduo exerce esforços cognitivos, agindo de forma individual sobre a informação, dando-lhe um significado próprio.

## **RECURSOS**

Laboratório de ciência contendo pelo menos algumas esferas de aço e um suporte horizontal.

## **PROCEDIMENTO DIDÁTICO**

Com grupos de até 5 alunos foi proposto que um deles segurasse uma esfera de aço a uma determinada altura, enquanto outro colocava em movimento uma outra esfera idêntica que deslizava sobre uma base horizontal da mesma altura. A que deslizava na horizontal sairia em um movimento parabólico, já a outra em movimento vertical.

Abaixo tem-se a ilustração do procedimento.

Figura 3 - Tela inicial do simulador lançamento de projéteis



Fonte: Autor (2019)

Para medir o tempo de queda das duas esferas simultaneamente cada grupo utilizou seus próprios celulares pelo recurso de câmera lenta presente nos mesmos.

As perguntas realizadas durante o experimento foram as seguintes:

Foi fácil garantir (se é que foi possível) que as duas esferas saíssem ao mesmo tempo do ponto horizontal?

O tempo de voo das esferas são exatos? São próximos? São totalmente diferentes? Quais os motivos você julga para esse fato (para a resposta de uma das três opções propostas)?

O princípio da intencionalidade é válido nessa situação?

Após gerenciar esse mecanismo experimental foi oportunizado ainda dois experimentos práticos realizados por alguns alunos.

Exemplo prático 1: medir com uma régua fixa o comprimento da largura da lousa.

Exemplo prático 2: medir pelo cronômetro o tempo de queda de uma esfera.

Os resultados diferentes divulgados pelos discentes, sobretudo, da discrepância apresentada no exemplo 2 e do relato do professor acerca do tema, culminou com o fechamento da aula utilizando a questão abaixo:

O que você diz sobre medidas realizadas em experimentos reais?

Assim com todas as respostas recolhidas fechou-se essa seção didática.

## ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 4

**Nº DE AULAS:** 1 aula/50min

## CONTEÚDOS TRABALHADOS

O conceito de seno e cosseno como função.

## OBJETIVOS ALMEJADOS

Compreender os aspectos do objeto matemático seno e cosseno enquanto função crescente e decrescente como mecanismo de aprendizagem para a próxima aula.

## JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

A interpretação de gráficos e tabelas é parte de um espectro de habilidades e competências preconizados em vários instrumentos legais, como no PCN ( 2000 ). Segundo o mesmo documento almeja-se que os estudantes sejam “capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemáticas e discursiva entre si”(PCN, 2000, p.29). Situações-problemas que envolve esses elementos são potenciais para desenvolver uma aprendizagem significativa, pois exigem daquele que a enfrenta comparação de informações, mobilizações de recursos, estimativas de grandezas apoiado em seus conhecimentos iniciais. E quando tais situações é introduzida em meio a discussões coletivas potencializar aprendizagem na ótica de Vygotsky.

## RECURSO

Tabela e perguntas associadas

## PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Primeiro o professor ministrou uma pequena aula de 5min sobre função (noção intuitiva). Após isso oportunizou que cada aluno individualmente possuísse a tabela abaixo com a respectiva pergunta:

Tabela 1 - Dados para o enfrentamento da questão 1

| Ângulo ( $\alpha$ ) | Sen $\alpha$ | Cos $\alpha$ |
|---------------------|--------------|--------------|
| 0°                  | 0            | 1            |
| 10°                 | 0,17         | 0,98         |
| 20°                 | 0,34         | 0,93         |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 30° | 0,50 | 0,86 |
| 40° | 0,64 | 0,76 |
| 45° | 0,70 | 0,70 |
| 60° | 0,86 | 0,5  |
| 80° | 0,98 | 0,17 |
| 90° | 1    | 0    |

Fonte: Autor (2019)

Usando a penas a tabela como referência qual a diferença da função seno e da função cosseno para o intervalo de ângulos apresentados?

As respostas plausíveis para o propósito da questão deveriam se aproximar da seguinte afirmação: À medida que o ângulo cresce de 0° a 90° os valores correspondentes da função seno aumenta e os valores correspondentes da função cosseno diminui.

Diante do resultado (abaixo do esperado) foi utilizado como estratégia didática que aqueles alunos que obtiveram resposta mais coerente com a pretendida, ajudassem os demais colegas a refazerem suas respostas numa discussão coletiva, provocando ocasiões de interação e aprendizagem por Vygotsky. Ao final dessa etapa o professor explicou o resultado da tabela e o que seria uma função crescente e decrescente.

Por fim para essa seção didática foi proposta ainda duas questões de acordo com um dos argumentos presente na justificativa. São elas:

Suponha que duas grandezas físicas A e B dependam da grandeza ângulo ( $\alpha$ ), ou seja,  $A = \sin \alpha$  e  $B = \cos \alpha$ . Com isso julgue em verdadeiro ou falso as seguintes proposições:

\*Se supormos que a grandeza  $\alpha$  seja o tempo, então se ela aumentar a grandeza A também aumentará ( )

\*Se supormos que a grandeza  $\alpha$  agora represente ângulo e B represente a grandeza distância, então se o ângulo cresce a distância diminui. ( )

## ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 5

**Nº DE AULAS:** 2 aulas de 50min

## CONTEÚDOS TRABALHADOS

Lançamento oblíquo.

## OBJETIVOS ALMEJADOS

Descobrir algumas simetrias e conceitos do lançamento oblíquo pela mediação do professor, bem como compreender a essência do método da própria Física, ou seja, alguns ingredientes do método científico

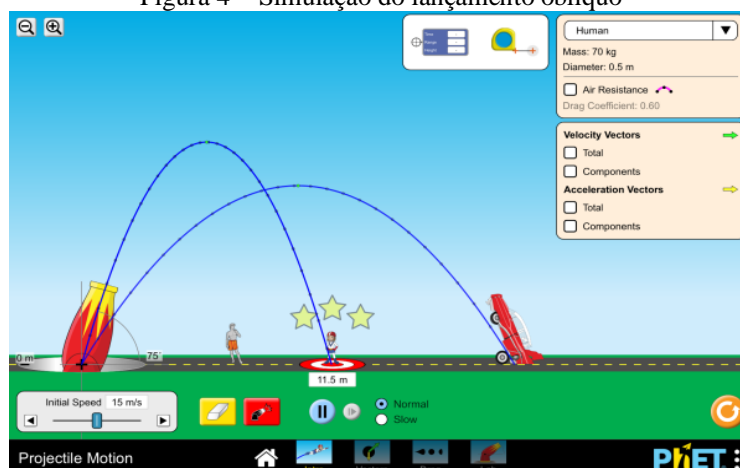
## JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

Apesar do processo didático ancorado em aprendizagem por descoberta não acarretar necessariamente aprendizagem significativa, tal mecanismo tem importância pedagógica em procedimentos científicos (MOREIRA, 2012). Segundo Pozo & Gomes, [...] “não há razão para que essa descoberta tenha de ser necessariamente autônoma senão que pode e deve ser guiada pelo professor por meio do planejamento das experiências e atividades didáticas” (POZO; GOMEZ; 2009, p.253). Assim é o professor que deve guiar e gerenciar o processo para que ocorra a descoberta pelos alunos e que a mesma implique em aprendizagem significativa.

Inserir os estudantes em procedimentos investigativos em ciência deve estar permeados de ingredientes do método científico, sobretudo, das limitações dos conhecimentos por ele produzido, pois “a Ciência produz conhecimentos abertos, sujeitos a mudanças e reformulações”(CARVALHO & SASSERON, 2010, p. 110-111).

## RECURSOS

Figura 4 - Simulação do lançamento oblíquo



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

Tem a característica de ilustrar a trajetória e o alcance para ângulos complementares, alcance máximo para o ângulo de  $45^\circ$ , opção de inserir resistência do ar e alterar o objeto lançado. Destacando que tal simulação não mostra o tempo de voo do objeto lançado, assim para esse propósito também foi empregado nessa aula o simulador presente na seção didática 2.

## PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Os discentes individualmente ou em dupla (alguns) realizavam o seguinte procedimento experimental (parte 1 da aula):

a) Com a base do canhão fixa no solo aponte o canhão formando um determinado ângulo com a horizontal e escolha uma velocidade qualquer. Feito isso lance o carro e depois a bola de canhão, ambos lançados sem a resistência do ar. Logo após realize os mesmos procedimentos com a resistência do ar. Faça os mesmos passos para outros parâmetros, ou seja, para outros ângulos, velocidades e objetos. Que conclusão você chegou? Descreva-a.

b) Com a base do canhão fixa no solo e com uma velocidade também fixa e sem a resistência do ar, lance qualquer objeto com os seguintes pares de ângulos:  $(30^\circ, 60^\circ)$ ;  $(40^\circ, 50^\circ)$ ;  $(25^\circ, 65^\circ)$ ;  $(34^\circ, 56^\circ)$ . Que conclusão você chegou? Há alguma generalização?

c) Novamente coma a base do canhão fixa no solo e com uma velocidade inicial também fixa e sem a resistência do ar, tente descobrir em qual ângulo ocorrerá o alcance máximo. Se conseguiu descobri-lo mude para uma outra velocidade, o alcance máximo ainda ocorre para o mesmo ângulo encontrado? Descreva suas conclusões.

Destacando que o docente mediu toda a atividade para garantir a consecução dos objetivos almejados como argumentado na justificativa, garantindo assim que todos os discentes chegassem nas respostas esperadas de uma maneira provocadora e interativa. Durante o gerenciamento foi oportunizado que os alunos lançassem hipótese acerca das perguntas para posterior reanálise.

Posteriormente e na mesma aula o professor oportunizou a seguinte estratégia  
Observe a relação entre a altura e ângulo. Relate suas conclusões.

Observe a relação entre tempo e altura (com o simulador da aula 2). Relate suas conclusões.

Observe a relação entre alcance e ângulo. Relate suas conclusões

Observe o vetor velocidade (vertical e horizontal) e o vetor aceleração. Relate suas conclusões.

De acordo com Gilbert (2005) a visualização, além de constitui um mecanismo do fazer científico, no âmbito educacional tem se mostrado uma ótima ferramenta.

Como segunda parte da aula o professor demonstrou as expressões que regem o lançamento oblíquo supondo o PIG como hipótese teórica. Seguem algumas palavras do docente durante a aula:

Vamos supor que o princípio de Galileu é verdadeiro, então vamos analisar a subida ( a altura alcançada ) como se o movimento horizontal não existisse, então temos  $V_y = V_{0y} - g \cdot t$  pelas equações do lançamento vertical. Na altura máxima  $V_y = 0$  então por aritmética básica  $t = V_{0y} / g$ , ou seja, vemos que o tempo de subida depende do seno do ângulo (Autor, 2019)

O mesmo seguiu argumentando:

Então vemos que se o Princípio da Interdependência estiver correto, as equações advindas deles representam bem o fenômeno, não é? Pois vemos diretamente dessas fórmulas que o tempo de voo depende da função seno que é crescente, logo se o ângulo cresce o tempo de voo aumenta, não foi assim que vimos no simulador? Também notamos pelas fórmulas que o alcance depende da função cosseno que é decrescente, logo se o ângulo aumenta o alcance diminui, não foi assim também no simulador? Pois bem essas expressões quando comparada com os fenômenos reais tem mostrado sucesso com uma excelente aproximação, devido ao caráter aproximativo das medidas no âmbito real (Autor, 2019)

Após isso o professor abriu mão da seguinte questão: “Se em algum planeta lançarmos um objeto e ele adquirir um movimento parabólico com o qual estamos estudando e sendo ainda verificado pela experiência que à medida que o ângulo de lançamento é aumentado o alcance do projétil também se eleva, nesse caso o princípio de Galileu é válido ou a tal experiência não pode acontecer, ou seja, a experiência não pode contrariar à teoria? Como recurso pedagógico complementar para tal indagação o pesquisador descreveu o seguinte relato:

Pela lei da Gravitação de Newton (ele enfatizou que existir uma lei que “afirma” isso) se eu soltar este pincel que está aqui na minha mão ele irá direto pro chão, eu pergunto se eu soltasse esse pincel na lua, por exemplo, da mesma altura que eu solto aqui( explicou os motivos de objetos a certa altura não retornarem mais à



Terra para deixar o exemplo mais completo), mais ele subisse. O que é passível de mudança a realidade ou a lei da Gravitação de Newton que o representa ou “explica”? (Autor, 2019)

Por fim, em virtude dos objetivos da aula, o docente propôs que os estudantes respondessem individualmente uma questão de múltipla escolha após a leitura de texto de sua autoria com base em Popper (2001). Além disso, “toda e qualquer atividade relativa à compreensão dos métodos e procedimentos das Ciências da Natureza envolve habilidades que se sustentam na leitura e compreensão de textos” (KLEIMAN, 2002 *apud* GASPAR, 2016, p. 308). Segue o texto e a situação-problema atrelada:

Toda teoria para ser científica deve ser passível de refutação, por outros termos, deve passar por testes experimentais diversos. Se você diz que descobriu uma teoria que a Terra é plana e fez 10 experimentos constatando isso, mas pelo menos um teste experimental constatou que ela é esférica, sua teoria “foi científica”, mas como ela foi refutável (negada) por um experimento, já não é mais válida. Ora, se um experimento provou que ela é esférica é porque suas experiências anteriores foram equivocadas. Mas se você ao defender a teoria da Terra plana apoiado nos seus 10 experimentos (que justificam sua tese) nega que seja feita novas experiências para confrontá-la, isso a torna não científica. Ou seja, toda teoria pode ser “falseada” (negada) por algum teste de experiência, em outras palavras, se você diz que algo é verdadeiro na ciência, esse verdadeiro será sempre provisório. (AUTOR, 2019).

\*Sobre teoria, lei e princípio existente na ciência e sobre seus conhecimentos até aqui assinale a alternativa mais plausível.

- a) Toda teoria é sempre verdadeira
- b) Leis científicas explicam a realidade
- c) Toda teoria pode ser corrigida ou excluída
- d) Muitos experimentos apontam que a Lei da gravidade de Newton está correta, logo ela é verdadeira.

## **ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 6**

**Nº DE AULAS:** 1 aula/50min

### **CONTEÚDOS TRABALHADOS**

Primeiras duas leis de Newton e a força peso

### **OBJETIVOS ALMEJADOS**

Compreender de forma introdutória os aspectos fundamentais oriundos da primeira e segunda lei de Newton, bem como o entendimento da força peso como um tipo de força de campo.

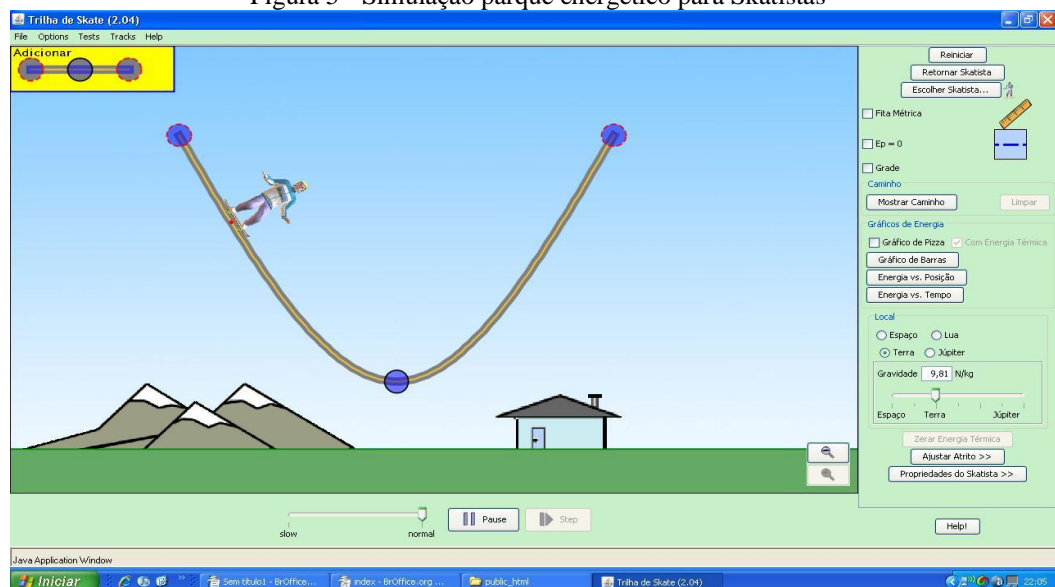
## JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

A utilização de um organizador prévio constitui um elemento fundamental para ocorrência de aprendizagem significativa, sobretudo, quando o subsunçor ainda não apresenta uma ancoragem rígida na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo Moreira (2012) o uso de simuladores corresponde um organizador desse tipo. Para o autor um organizador prévio deve se apresentar algumas características, assim sintetiza que “a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este”(MOREIRA, 2012, p.48).

Como a leitura de um texto pode implicar numa atividade investigativa (CARVALHO, 2017) lançou-se mão de um texto que aborda a força peso como uma força de campo. Logo, por utilizar o conceito de campo para se referir ao conteúdo da força peso, podemos concluir que se trata de um organizador prévio, assim favorecendo a ocorrência da aprendizagem significativa.

## RECURSO

Figura 5 - Simulação parque energético para Skatistas



Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

## PROCEDIMENTO DIDÁTICO

A primeira parte da dessa seção didática constituiu em propor aos alunos as duas questões baixo cujo enfrentamento durou cerca de 6min.

a) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e ângulo qualquer, com gravidade zero e sem resistência do ar, que tipo de trajetória você esperaria para esse caso?

b) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e um ângulo qualquer com gravidade diferente de zero e novamente sem a resistência do ar, qual seria a trajetória do projétil agora?

Ao término do prazo o professor recolheu as respostas e partiu para o próximo passo da atividade. Nesse momento cada aluno diante da simulação citada realizavam os seguintes procedimentos:

Escolha gravidade  $10\text{m/s}^2$ (próxima à da Terra), escolha uma velocidade e ângulo razoáveis. Observe a trajetória? Que tipo de trajetória você observou? Descreva-a

Agora faça o mesmo procedimento anterior apenas mudando a gravidade para  $0\text{ m/s}^2$ . O que você observa agora? Qual é o tipo de trajetória? Descreva-a.

Como todas as respostas foram satisfatórias em virtude da exigência da simples visualização do fenômeno, o docente realizou a aproxima atividade.

Através de um texto de própria autoria e de explicações básicas a acerca do conteúdo trabalhado(algumas observações pertinentes as aulas passadas sobre MRU e MRUV e suas causas) o docente finalizou a aula. Segue o texto e suas perguntas associadas:

A força peso está associada ao conceito de campo. Para entendermos isso imagine um ímã, como sabemos ele atrai um prego quando posto próximo dele. Diz assim que o ímã gera um campo magnético, mas ele apenas se manifesta se for posto algo perto dele, como um pedaço de ferro ou uma substância do mesmo tipo, pois sabemos que o ímã não atrai uma borracha, por exemplo. Assim o campo magnético surgido é devido ao ímã, mas a força magnética que atrai o ferro só se manifesta quando este é posto próximo dele. Imagine agora que a Terra gere um campo, mas agora denominado campo gravitacional. Se você colocar qualquer objeto que tenha massa (basta apenas que possua massa) próximo dela, ela irá atrair-lo e, além disso, irá puxá-lo para o seu centro (da Terra). Portanto, a Terra gera um campo ao seu redor e uma força é manifestada quando algo massivo é posto nas suas proximidades, sendo tal força a responsável em dirigir o corpo para o seu centro. Esta força citada na Física foi chamada de força peso. Por que então objeto não vai até o centro? É devido à superfície do planeta, mas isso já faz parte de outros fenômenos e que por isso não iremos abordá-lo aqui (Autor, 2019)

\*Sabendo que o campo gerado pela Terra é o denominado gravidade e que você aprendeu que se trata de uma aceleração, refaça as duas questões da parte 1 com os acréscimos apresentados:

a) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e ângulo qualquer com gravidade zero e sem resistência do ar, que tipo de trajetória você esperaria para esse caso?

R \_\_\_\_\_

A) Agora marque a questão mais coerente (apenas uma) para a situação-problema acima.

i) Se não houver nenhuma força atuando no corpo e ele foi posto em movimento, ele permanecerá em MRU.

ii) Se não houver forças atuando no corpo ele não poderá continuar em movimento.

b) Se fosse lançado um determinado projétil com velocidade não nula e um ângulo qualquer com gravidade diferente de zero e novamente sem a resistência do ar, qual seria a trajetória do projétil agora?

R \_\_\_\_\_

—

B) Marque a alternativa correta com respeito a questão acima

i) A força peso (que é uma força sempre vertical) é a única responsável pelo movimento ser do tipo MRUV na subida e na descida e, como não há força no sentido horizontal, o movimento nessa direção é MRU.

ii) A força peso causa aceleração e desaceleração tanto na vertical quanto na horizontal.

Descreva o que você entende por força peso?

## **ESTRUTURA DIDÁTICA DA AULA 7**

**Nº DE AULAS:** 3 aulas de 50min

**CONTEÚDOS TRABALHADOS**

As duas primeiras leis de Newton

## OBJETIVOS ALMEJADOS

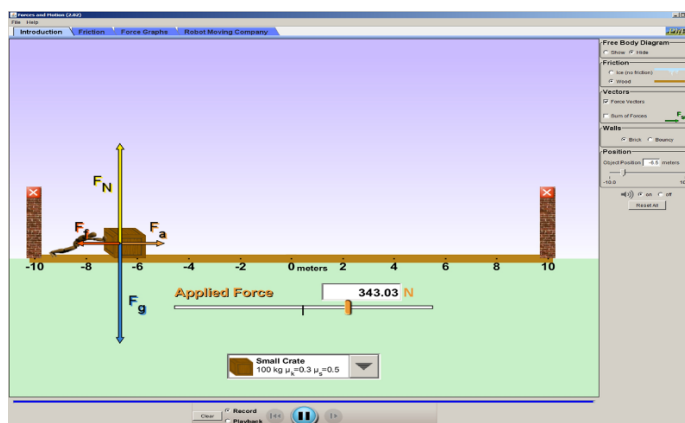
Compreender as causas do movimento retilíneo uniforme e do movimento com algum tipo de aceleração, interligando conceitos cinemáticos e dinâmicos através da confecção de um mapa conceitual.

## JUSTIFICATIVA PARA A ATIVIDADE

Quanto mais se utiliza um subsunçor como âncora para outros aprendizados, este também é refinado, tornando-se mais robusto (MOREIRA, 2012). Assim nessa seção didática foi oportunizado a aplicação da soma de vetores para encontrar a força resultante, pois “em igualdades de condições, uma atividade é preferível à outra quando obriga o aluno a examinar, em um contexto novo, uma ideia, conceito, lei, etc., que já conhece”(RATHS, 1973 *apud* LAHERA; FORTALEZA 2006, p.44).

O organizador prévio através de simuladores computacionais também se mostrar proveitosa para essa atividade, pois a visualização da possibilidade de movimento na ausência de forças é um fenômeno bastante abstrato. Por utilizar os conhecimentos prévios dos estudantes, o uso de organizador prévio e de mapa conceitual julga-se uma ótima atividade para ocorrer aprendizagem significativa. Conforme Moreira (2012) não existe mapa conceitual correto, o importante é se que ele evidencia alguns elementos de aprendizagem significativa, ou seja, se o aluno consegue relacionar conceitos de forma consistente e coerente.

Figura 6 - Simulador forças e movimento

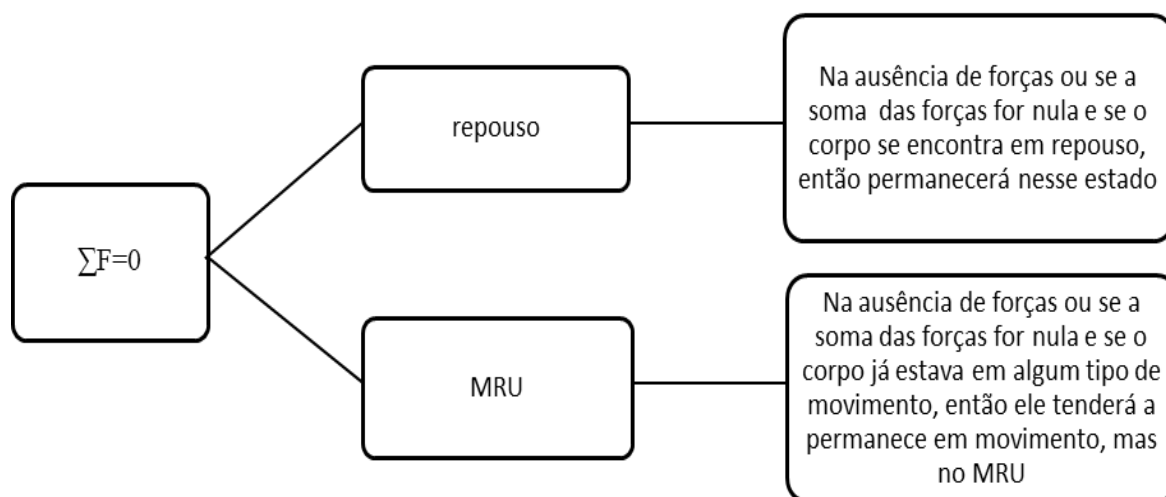


Fonte: PhET Interactive Simulations (2019)

## PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Primeiro o professor lembrou os aspectos da aula anterior, focando-se nas trajetórias retilínea e parabólica e suas respectivas causas. Diante do recurso digital o professor ilustrou uma força causando um movimento sobre uma pista de gelo e através de um diagrama de forças (forças opostas e de iguais intensidades) os discentes visualizam o corpo deslizar infinitamente em linha reta em com velocidade constante. O corpo apenas alterava o sentido da velocidade quando colidia com uma mola. Apesar do vetor velocidade alterar o sentido, omitimos o detalhe dessa causa (surgimento de uma força) para o propósito da aula. Durante a aula o professor mudava a pista de gelo para a de madeira, sendo possível visualizar pelo simulador a velocidade decrescer e aceleração (desaceleração) permanecer constante até a parada do corpo. Após iniciar as explicações inerentes ao conteúdo o professor sintetizou a primeira lei de Newton no quadro usando o esquema abaixo:

Figura 7 - 1ª Lei de Newton



Fonte: Autor (2019)

Após a explicação do esquema acima juntamente com a mediação da resolução dos exercícios teóricos (Apêndice C), foi apresentada a segunda parte da aula pela através da síntese abaixo:

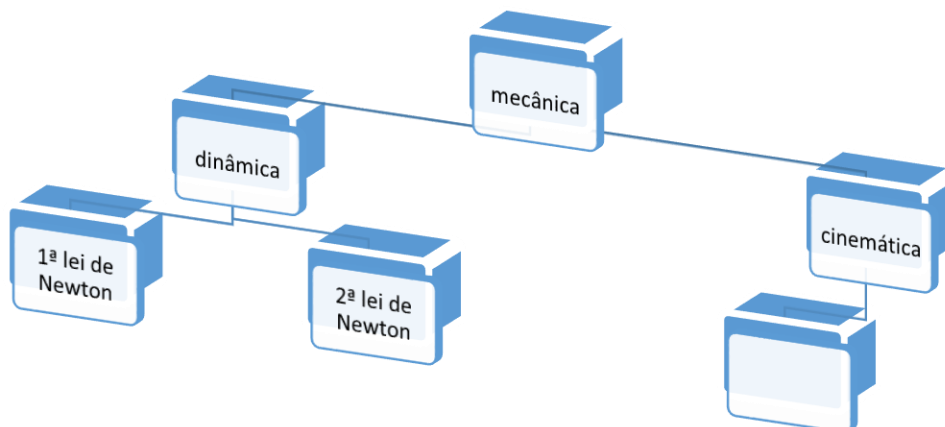
Figura 8 - 2ª Lei de Newton



Fonte: Autor (2019)

Após a explicação do esquema acima, foi pedido que os discentes iniciassem a construção de um mapa conceitual. Para tanto o professor ilustrou alguns mapas conceituais, como um envolvendo mistura química. Salientado que “o que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo” (MOREIRA, 2012, p. 10). Segue abaixo o ponto de partida para a confecção do mapa conceitual:

Figura 9 - Base para construção do Mapa conceitual



Fonte: Autor (2019)

Ainda foi solicitado que o corpo discente resolvesse uma questão básica do Princípio Fundamental da Dinâmica (PFD), ou seja, estima a direção e o sentido da aceleração de um

corpo contendo 5kg de massa e sujeito a ação de duas forças perpendiculares, uma de intensidade 8N e outra de 6N.

O professor a critério poderá aplicar um pré-teste e pós-teste (apêndice A) antes e depois da aplicação dessas etapas didáticas para verificar a evolução conceitual de seus alunos em conceitos cinemáticos e dinâmicos. Também poderá aplicar um questionário (apêndice D) posterior a aplicação da sequência didática para averiguar o nível de satisfação da metodologia pelo corpo discente.



## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE<sup>1</sup>

1-Quando um móvel percorre distâncias iguais em tempos iguais, podemos afirmar que:

- a) Este móvel apresenta um movimento no qual sua velocidade está variando;
- b) Este móvel apresenta um movimento no qual sua velocidade permanece constante.

2-Para se calcular a velocidade média de um móvel em MRU, devemos conhecer:

- a) A distância total percorrida pelo móvel e o tempo total gasto no percurso;
- b) Apenas o tempo gasto no percurso;
- c) Apenas a distância total percorrida.

3-Para determinarmos a velocidade instantânea de um móvel, devemos:

- a) considerar espaços cada vez menores nos deslocamentos em relação ao tempo de percurso;
- b) considerar que o tempo em determinado deslocamento se aproxima do zero.

4-A velocidade média de um móvel, em um determinado trajeto, nos dá:

- a) uma visão geral do movimento do móvel;
- b) a capacidade de saber quantas vezes o móvel se manteve parado durante o trajeto.

5- Quando uma esfera é lançada horizontalmente, com uma dada velocidade  $v_0$  de um ponto próximo à superfície da Terra. Podemos afirmar que:

- a) Sua trajetória será uma reta vertical descendente;
- b) Sua trajetória será uma curva conhecida como parábola;
- c) A esfera seguirá horizontalmente ao solo até parar e cair verticalmente.

6- Ao abandonar a superfície de lançamento com certa velocidade  $v_0$ , a esfera fica animada com:

- a) Um MRU seguindo na trajetória horizontal;
- b) Um MRUV seguindo uma trajetória vertical;
- c) Uma composição destes dois movimentos e suas respectivas trajetórias.

7- As equações que regem o estudo do lançamento horizontal de uma esfera são:

- a) As mesmas usadas para estudar o MRU, exclusivamente;
- b) As mesmas usadas para estudar a queda livre dos corpos, exclusivamente;
- c) As equações estudadas em ambos os movimentos.

8) No lançamento oblíquo de projéteis, a distância máxima alcançada depende:

---

<sup>1</sup> SOUZA, N.J.G. **A experimentação em cinemática como facilitador da aprendizagem da física no ensino médio**. 2018, Dissertação (Mestrado em ensino de Física), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2018. Esse questionário é composto por questões de vestibular, de autoria própria e da dissertação citada.

- a) Tempo de voo do projétil;
- b) Da altura máxima alcançada pelo projétil;
- c) Da velocidade inicial de lançamento;
- d) Do ângulo de lançamento;
- e) Do ângulo de lançamento e da velocidade inicial de lançamento.

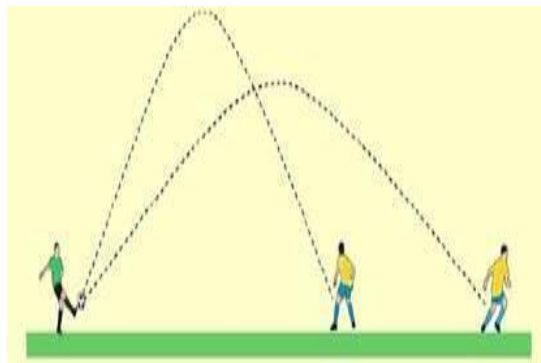
9-A velocidade resultante em qualquer ponto da trajetória no lançamento oblíquo é sempre:

- a) Horizontal
- b) Vertical
- c) Tangencial à trajetória

10-Ao tomarmos dois pontos da trajetória que estejam no mesmo nível em relação a horizontal, os módulos das velocidades do projétil nesses pontos serão:

- a) Diferentes e maior no ponto de descida da trajetória;
- b) Diferentes e menor no ponto de descida da trajetória;
- c) Iguais nos dois pontos.

11-Após um ataque frustrado do time adversário, o goleiro se prepara para lançar a bola e armar um contra-ataque. Para dificultar a recuperação da defesa adversária, a bola deve chegar aos pés de um atacante no menor tempo possível. O goleiro vai chutar a bola, imprimindo sempre a mesma velocidade, e deve controlar apenas o ângulo de lançamento. A Figura mostra as duas trajetórias possíveis da bola num certo momento da partida.



Assinale a alternativa que expressa se é possível ou não determinar qual destes dois jogadores receberia a bola no menor tempo. Despreze o efeito da resistência do ar.

- a) Sim, é possível, e o jogador mais próximo receberia a bola no menor tempo.
- b) Sim, é possível, e o jogador mais distante receberia a bola no menor tempo.
- c) Os dois jogadores receberiam a bola em tempos iguais.

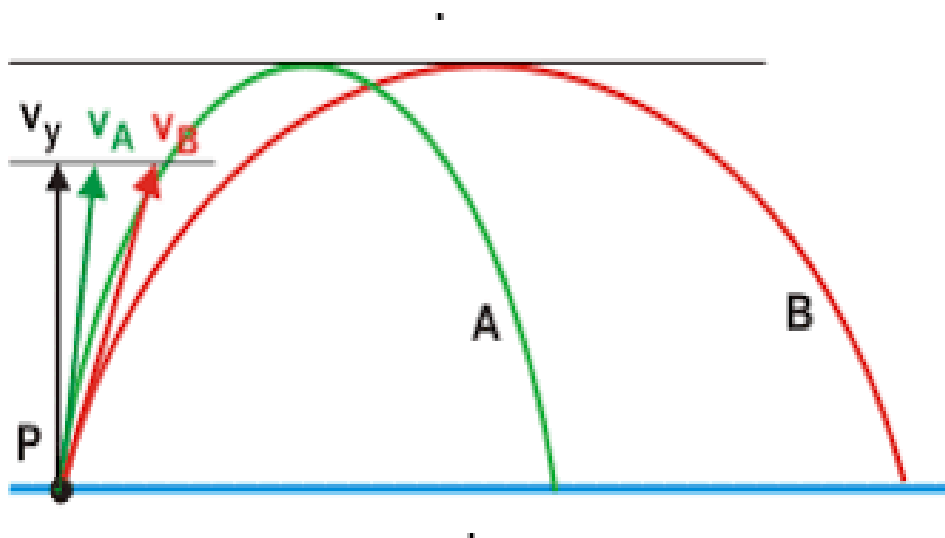
12) Sobre o lançamento oblíquo e referencial podemos afirmar:

- a) É possível para algum referencial o lançamento ser vertical
- b) O lançamento sempre será oblíquo independente do referencial
- c) Só os conceitos de repouso e movimento dependem do referencial

13) Sejam dois lançamentos com ângulos diferentes (ambos os pontos de partida e de retorno se encontram na mesma base horizontal) e cujas velocidades iniciais de lançamentos são as mesmas. Aponte os pares de ângulos que terão o mesmo alcance nessa situação:

- a)  $20^\circ$  e  $60^\circ$
- b)  $40^\circ$  e  $50^\circ$
- c)  $70^\circ$  e  $10^\circ$
- d)  $60^\circ$  e  $45^\circ$

14) Duas bolas são lançadas, como ilustrado abaixo, com velocidades desconhecidas. Por essa configuração pode-se afirmar, em relação ao tempo de permanência das bolas no ar, que:

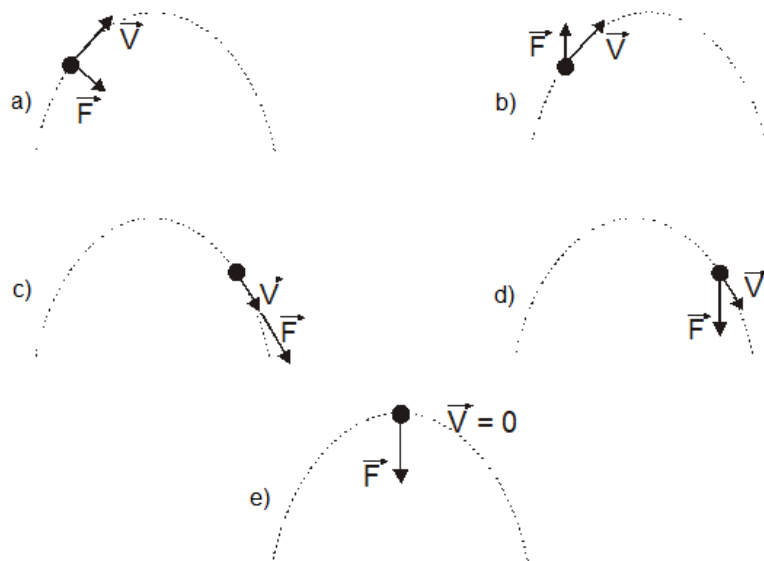


- A) A bola A permanecerá mais tempo no ar
- B) A bola B permanece mais tempo no ar
- C) Ambas as bolas permanecerão o mesmo tempo no ar

15) Um goleiro chuta uma bola aplicando-lhe uma certa velocidade. Desprezando a resistência do ar pode-se concluir que o alcance será máximo se a bola sair do seu pé formando um ângulo, em relação a horizontal, de :

- a)  $30^\circ$
- b)  $40^\circ$
- c)  $45^\circ$
- d)  $60^\circ$
- e)  $70^\circ$

16) Cada uma das figuras abaixo ilustra a trajetória (linha pontilhada) de um projétil (círculo preto), lançado da superfície da Terra. Desprezando a resistência do ar, em qual das figuras estão mostrados CORRETAMENTE o vetor velocidade do projétil e o vetor força que age sobre o projétil?



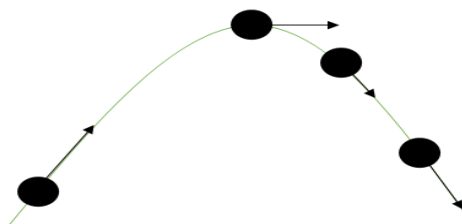
17) Se a resultante das forças que agem sobre um corpo for nula, então o corpo:

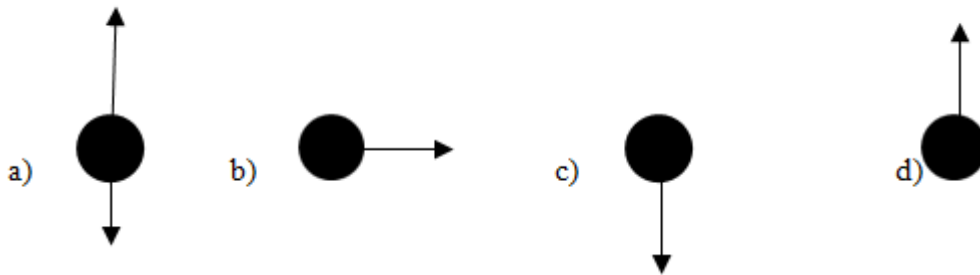
- a) Certamente estará em repouso
- b) Certamente estará em movimento retilíneo uniforme
- c) Estará em MRUV
- d) Poderá estar em repouso ou em MRU.

18) Um corpo já se encontra em movimento quando por algum motivo cessam as forças (não existe mais nenhuma força atuando sobre o corpo) que atuam sobre ele, assim

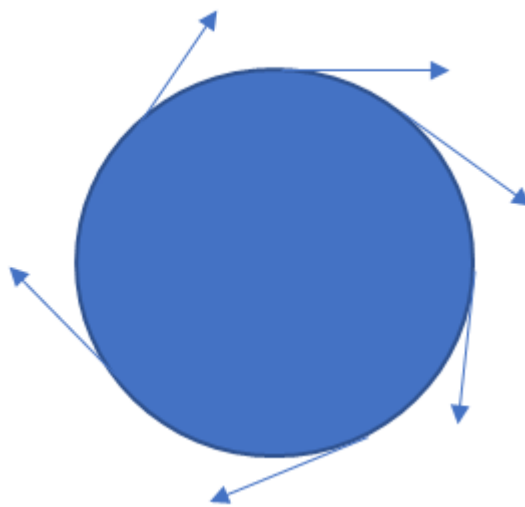
- a) Ele parará
- b) Ele se moverá com o módulo da velocidade constante
- c) Ele entrará em MRU
- d) Ele entrará em MRUV

19) A situação abaixo ilustra a trajetória de um corpo sujeito apenas à gravidade Terrestre (desconsiderando a resistência do ar). Os vetores presentes são os vetores velocidade resultante em cada ponto. Nesse caso hipotético pode-se afirmar que a força resultante atuante no corpo no ponto mais alto da trajetória é melhor representada pela configuração do vetor da alternativa:



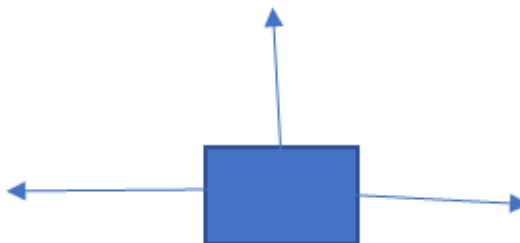


20) Considere a situação ilustrada abaixo onde uma partícula executa uma trajetória circular e o módulo do vetor velocidade permanece constante. Nessa situação pode-se afirmar que:



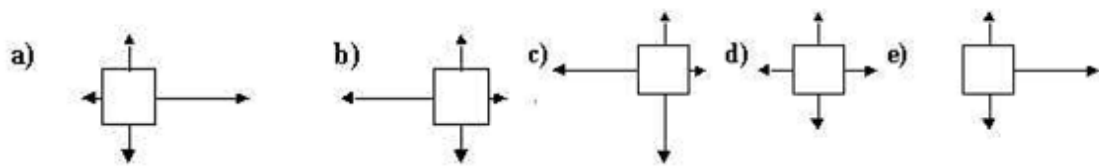
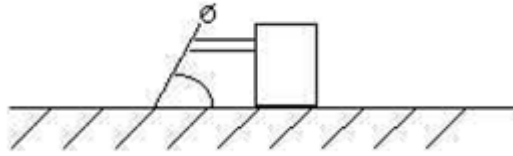
- a) Não há aceleração nesse tipo de movimento
- b) Há aceleração nesse tipo de movimento
- c) Não se pode afirmar se há aceleração ou não

21) A ilustração abaixo representa três forças atuando em corpo de massa qualquer. Assim podemos afirmar que:



- a) Caso haja movimento e este seja retilíneo, o movimento será MRUV.
- b) Caso haja movimento e este seja retilíneo, o movimento será MRU.
- c) O corpo permanecerá em repouso.

22) Um homem empurra um caixote para a direita, com velocidade constante, sobre uma superfície horizontal. Desprezando-se a resistência do ar, o diagrama que melhor representa as forças que atuam no caixote é:

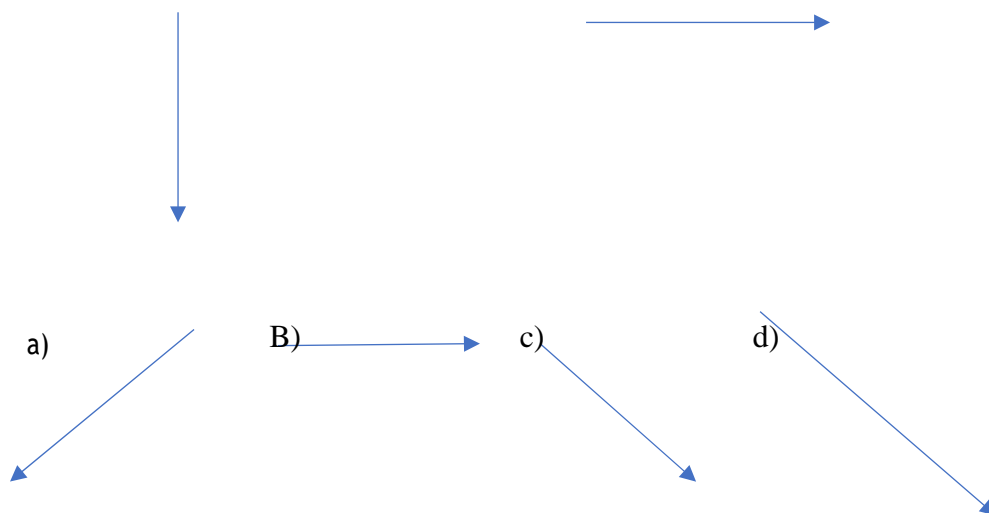


## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO SOBRE VETORES

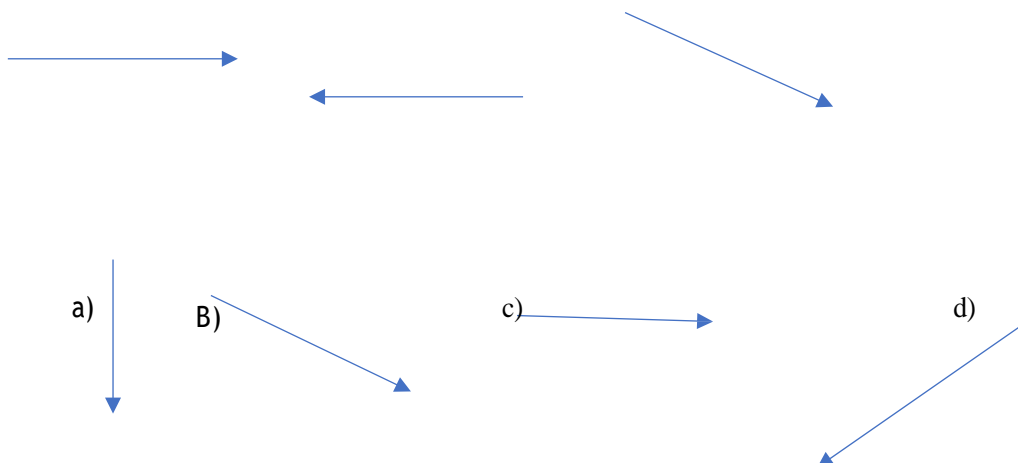
1) Quando a grandeza física é vetorial para que ela fique completamente definida devemos conhecer dela:

- a) valor (Intensidade), módulo e unidade.
- b) valor (Intensidade), desvio, unidade e direção.
- c) desvio padrão, unidade e sentido.
- d) desvio padrão e módulo.
- e) valor (Intensidade), unidade, direção e sentido.

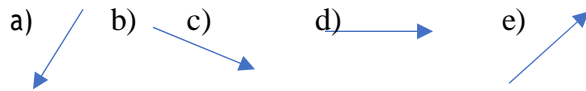
2) A soma dos dois vetores ilustrados abaixo é melhor representado pelo vetor:



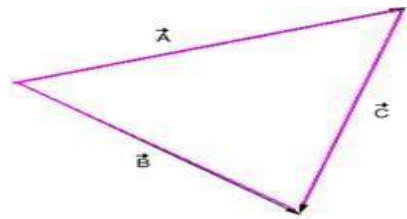
3) A soma dos três vetores ilustrados abaixo é melhor representada pelo vetor:



4) Pela representação abaixo, o vetor  $\vec{A} - \vec{B}$  é melhor representado pelo vetor:



5) É dado o diagrama vetorial da figura. Qual a expressão correta?



- a)  $\vec{B} + \vec{C} = -\vec{A}$  .    b)  $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$  .    c)  $\vec{C} - \vec{B} = \vec{A}$  .    d)  $\vec{B} - \vec{A} = \vec{C}$  .    .



## APÊNDICE C - EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO SOBRE AS LEIS DE NEWTON

1) (UNESP) As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com que lei?

2) (FUND. CARLOS CHAGAS) Uma folha de papel está sobre a mesa do professor. Sobre ela está um apagador. Dando-se, com violência, um puxão horizontal na folha de papel, esta se movimenta e o apagador fica sobre a mesa. Uma explicação aceitável para a ocorrência é:

- a) Nenhuma força atuou sobre o apagador;
- a) A resistência do ar impediu o movimento do apagador;
- b) A força de atrito entre o apagador e o papel só atua em movimentos lentos;
- c) A força de atrito entre o papel e a mesa é muito intensa;
- d) A força de atrito entre o apagador e o papel provoca, no apagador, uma aceleração muito inferior à da folha de papel.

3) Classifique como verdadeira (v) ou falsa (f) as seguintes afirmações:

- a) Um corpo livre da ação de forças está certamente em repouso. \_\_\_\_
- b) Um corpo livre de ação de forças pode estar em movimento retilíneo uniforme. \_\_\_\_
- c) Um corpo livre da ação de forças está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. \_

04. Se a resultante das forças que atuam numa partícula é nula, podemos afirmar que:

- a) a partícula pode executar um movimento circular uniforme.
- b) a partícula está necessariamente em repouso.
- c) a partícula não pode estar em movimento retilíneo.
- d) a partícula pode estar em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

05. Quando um astronauta sai de sua nave espacial, (no espaço vazio) como ele consegue se afastar ou se aproximar da nave?

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE ACEITAÇÃO METODOLÓGICA

Este questionário tem como intuito avaliar sobre a perspectiva do aluno o nível de aceitação da metodologia empregada. Assim tem como finalidade verificar o nível de satisfação do corpo discente acerca da sequência didática e dos recursos pertinentes a mesma, bem como averiguar a visão geral do aluno acerca do conhecimento científico.

### LEGENDA: 1-INSUFICIENTE    2-REGULAR    3-BOM    4-ÓTIMO

- 1) Você já tinha participado de experiências reais sobre assuntos da Física no ensino fundamental?

Sim (    )    Não (    )

- 2) Você já tinha participado de alguma simulação (experimento virtual) acerca de fenômenos antes de sua participação no projeto?

Sim (    )    Não (    )

- 3) Como você avalia, em termos de sua aprendizagem, a oportunidade de refazer suas respostas após uma discussão coletiva com os colegas e com o professor? (    )

- 4) Como você avalia o uso de recursos tecnológicos para o desenvolvimento de sua aprendizagem nesse projeto (    )

- 5) Entre as atividades realizadas durante o projeto, classifique-as de acordo com a legenda

Experimentos reais (    )    simulações (    )    discussão coletiva (    )    Leitura (    )

- 6) Como você classificaria a metodologia de ensino do professor utilizando experimentos reais, virtuais e na leitura (    )

- 7) As aulas foram satisfatórias para o desenvolvimento do pensamento científico e crítico, não se limitando a memorização de conceitos.

Sim (    )    Não (    )

- 8) Você se sentiu mais motivado para estudar conceitos físicos pelo uso da didática apresentada pelo professor durante o projeto?

Sim (    )    Não (    )

- 9) Descreva um breve relato de como o projeto contribui para o seu aprendizado de conceitos da cinemática e da dinâmica.
- 10) Descreva algo acerca do conhecimento científico.

## APÊNDICE E – DISCUSSÃO SOBRE O REFERENCIAL TÉORICO

Uma breve discussão sobre o referencial teórico dos conteúdos abordados na dissertação, pulando algumas etapas de conceitos correlatos uma vez que o assunto é bastante conhecido dos professores que lecionam para a primeira série do ensino médio.

### CONCEITOS CINEMÁTICOS

Segundo Ramalho Júnior (2007) se a posição de objeto varia no decorrer do tempo diz que ele se encontra em movimento em relação a algum referencial. Caso isso não ocorra o corpo estará em repouso.

O outro conceito que depende do referencial é o de trajetória. Assim um corpo poderá está executando trajetórias diversas dependendo do referencial.

De acordo com Hallyday e Resnick (2007), o MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) é caracterizado por um movimento em linha reta e velocidade constante. Assim o móvel percorre espaços iguais em tempos iguais. Como a velocidade escalar é constante, tem-se que a velocidade média é equivalente a instantânea. Logo,

$$V = V_{\text{inst}} = V_{\text{média}} = \Delta S / \Delta t \quad (1)$$

Segundo Gouveia (2018) o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) é aquele onde a trajetória é reta e a velocidade varia de maneira constante com o tempo, sendo tal taxa de variação denominada aceleração. Assim apesar da velocidade mudar com o passar do tempo, essa taxa de mudança permanece constante.

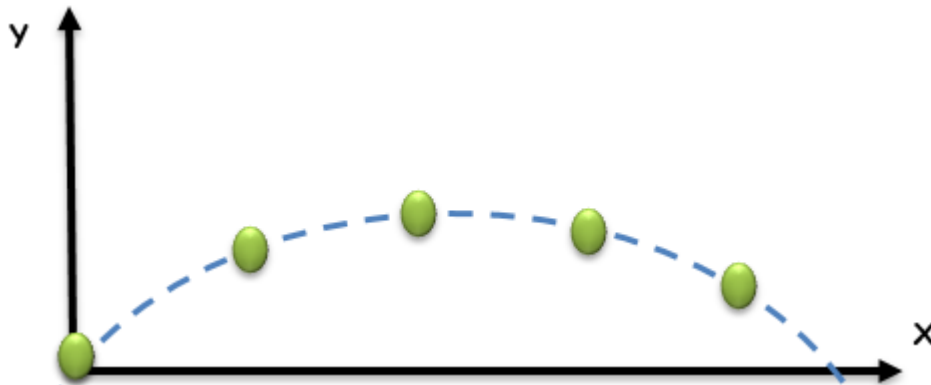
$$a = \Delta v / \Delta t \quad a = \text{aceleração (m/s}^2\text{)}. \quad (2)$$

O lançamento horizontal é analisado separadamente pela composição de dois movimentos independentes, na horizontal dotado por um MRU e na vertical por MRUV. Este estudo é tratado com base no princípio dos movimentos independentes

O lançamento oblíquo ocorre quando um corpo dá início ao seu movimento formando assim um ângulo com a horizontal. Neste contexto o corpo exerce diferentes tipos de movimentos e de maneira simultâneas, pois ao mesmo tempo que executa movimentos na vertical, subindo e descendo, também se desloca horizontalmente (JUNIOR, 2019).

Na figura 03, abaixo, podemos ver um lançamento oblíquo onde a bola verde partindo de um instante qualquer passa ter uma composição de movimento vertical (MRUV) com um movimento uniforme na horizontal.

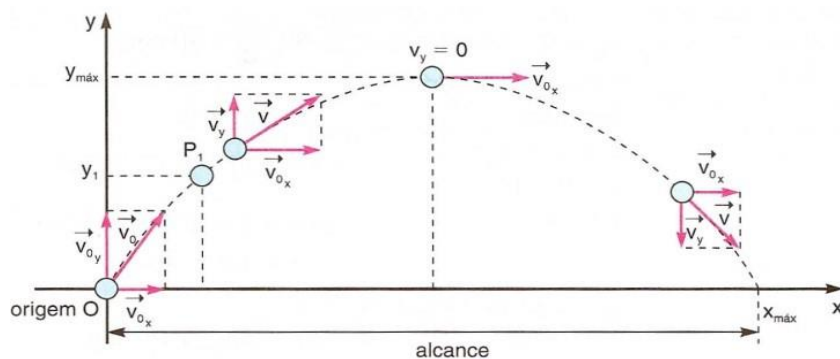
Figura 10: Lançamento Oblíquo



Fonte: Autor (2019)

Para termos um melhor entendimento quando se refere aos resultados inerentes ao lançamento oblíquo, podemos fazer o uso da decomposição do vetor velocidade  $V_0$  em duas componentes como ilustrado abaixo, bem como da aplicação do Princípio da Interdependência de Galileu (PIG).

Figura 11: Lançamento Oblíquo com ângulo de referência



Fonte: Bonjorno (1993)

Pela relação pitagórica,

$$V_0 y = V_0 \cdot \text{Sen}\theta \quad (3)$$

$$V_0 x = V_0 \cdot \text{Cos}\theta \quad (4)$$

Como na vertical o movimento é do tipo MRUV e na subida  $a = -g$ , temos:

$$Vy = V_0 y - gt \quad (5)$$

Se considerarmos  $V_y = 0$  (altura máxima) e denominando  $t_s$  o tempo de subida, tem-se que:

$$V_0 \cdot \text{Sen}\theta - gt_s = 0 \rightarrow t_s = V_0 \cdot \frac{\text{Sen}\theta}{g} \quad (6)$$

E como:

$$V_y^2 = V_{oy}^2 - 2gH \rightarrow \quad (7)$$

$$0^2 = V_{oy}^2 - 2gH t_s \rightarrow H_{\text{máx}} = \frac{V_{oy}^2}{2g} \quad (8)$$

Associando os casos (6) e (8), tem-se:

$$H_{\text{máx}} = \frac{gt_s^2}{2} \quad (9)$$

Logo, se as alturas alcançadas forem as mesmas em determinados lançamentos, pode-se afirmar que o tempo de voo serão iguais.

Como o movimento na horizontal é retilíneo e uniforme, temos que o alcance (A) máximo, considerando  $X_0 = 0$  como referencia, é:

$$A = X_0 + V_{0x} 2t_s \rightarrow \quad (10)$$

$$A = V_0 \text{Cos}\theta 2 \left( \frac{V_0 \text{Sen}\theta}{g} \right) \rightarrow \quad (11)$$

$$A = \frac{V_0^2 2 \text{Sen}\theta \cdot \text{Cos}\theta}{g} \rightarrow \quad (12)$$

Lançando mão da relação trigonométrica

$$\text{Sen}2\theta = 2\text{sen}\theta \cdot \text{Cos}\theta \rightarrow \quad (13)$$

Encontramos por (12) e (13).

$$A = \frac{V_0^2 \text{Sen}2\theta}{g} \quad (14)$$

Como  $0 \leq |\text{Sen}\theta| \leq 1$  e considerando  $\theta$  pertencente ao primeiro quadrante, conclui-se que seu máximo ocorre em  $\text{Sen}90^\circ = 1$ . Assim pela equação acima  $\theta = 45^\circ$  implica no valor que maximiza o valor de A. Portanto,

$$A_{\text{máx}} = \frac{V_0^2}{g} \quad (15)$$

Agora, sejam dois ângulos quaisquer ( $\theta_1$  e  $\theta_2$ ) pertencente ao primeiro quadrante, se

$$\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ \quad \text{então} \quad (16)$$

$$\text{Sen}\theta_1 \cdot \text{Cos}\theta_1 = \text{Sen}\theta_2 \cdot \text{Cos}\theta_2 \quad (17)$$

Utilizando o resultado da expressão (12), chega-se em:

$$A_1 = \frac{V_0^2 \cdot 2 \text{Sen}\theta_1 \cdot \text{Cos}\theta_1}{g} \quad \text{e} \quad A_2 = \frac{V_0^2 \cdot 2 \text{Sen}\theta_2 \cdot \text{Cos}\theta_2}{g} \quad (18)$$

Portanto, dois lançamentos cujo ângulos são complementares terão o mesmo alcance se o ponto de partida e de chegada estiverem no mesmo nível horizontal.

## CONCEITOS DINÂMICOS

### Primeira lei de Newton

.

A primeira lei de Newton baseia-se em vencer a inércia, ou manter-se nela, ou seja, se temos um corpo em movimento, a primeira lei da dinâmica fala que se desprezarmos as forças existentes como por exemplo o atrito do ar, esse corpo continuará em movimento (MRU), e nunca irá para. Agora quando o corpo está parado, sem movimento algum, por essa lei, ele continuará inerte, parado, sem nenhum movimento, até que uma força externa o coloque em movimento, podendo ser chamada também como a lei da inércia.

Assim se nenhuma força resultante atuar sobre o corpo ( $|\vec{F}_{\text{res}}| = 0$ ) a velocidade vetorial não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer aceleração. Isso significa que mesmo que um corpo esteja submetido a várias forças, se a resultante das forças for zero, o corpo não sofrerá aceleração (HALLIDAY, 2016).

Um exemplo básico simples em que podemos adotar é quando adentramos em um ônibus, se por qualquer motivo o motorista freia bruscamente, por inércia, somos atirados para frente e se não nos apoiarmos podemos nos machucar.

### Segunda lei de Newton

A Segunda lei de Newton basicamente estabelece que se a força resultante que atua sobre um corpo não for nula então ele terá algum tipo de aceleração. Sendo ela diretamente proporcional à força aplicada, mas inversamente proporcional à massa. Dessa forma podemos

entender que quanto maior a massa de um corpo maior será a força para colocá-lo em movimento acelerado (variar o vetor velocidade).

De forma matematizada a segunda lei de Newton é regida pela equação abaixo, essa equação é de fácil entendimento, mas não contempla todos os casos.

$$\vec{F}_{\text{res}} = m \cdot \vec{a} \quad (19)$$

Assim um modo mais abrangente de expressar essa lei é justamente lançar mão do conceito momento linear:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v} \quad (20)$$

onde P= módulo do momento linear ( kg.m/s)

Assim a equação (19) ganha a forma de

$$\vec{F}_{\text{res}} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (21)$$

Utilizando a equação (21) e (20) retornamos a (19) caso a massa seja uma constante. No entanto, a representação da força resultante em função da derivada temporal do momento linear se aplica mesmo se a massa variar, sendo assim uma forma mais robusta de representar a segunda lei de Newton.

Em muitos casos para determinar a força resultante é necessário o conhecimento das características de alguns tipos especiais de forças. Na dinâmica podemos destacar três delas: força peso, força normal e força de atrito.

### **Força peso**

A força peso tem sua definição alicerçada na teoria da gravitação de Newton. Assim se um corpo de massa  $m$  se encontrar na superfície de um planeta ou próximo dela ( para garantir um valor praticamente constante para a aceleração da gravidade ) ele experimentará uma força vertical apontando para o centro desse astro (HALLIDAY, 2016).



Sua intensidade pode-se expressar da seguinte forma:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (31)$$

onde  $P$ = representa o módulo do vetor peso(N)  
 $m$ =massa gravitacional (kg)  
 $g$ = módulo da aceleração do astro ( $m/s^2$ )

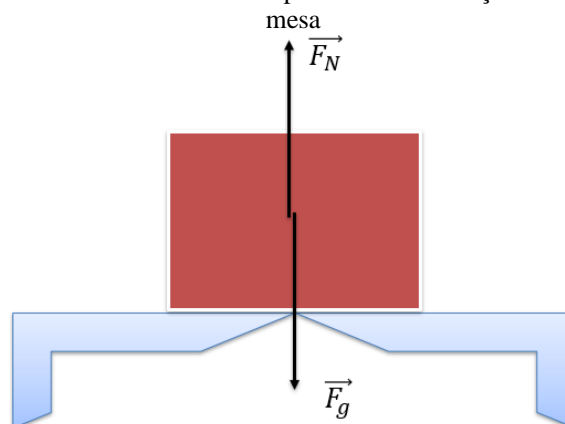
### Forças de atrito

De acordo com Halliday (2016) a força de atrito é um tipo de força que se opõem à tendência de movimento de um corpo. Quando a força impede o corpo de adquirir movimento ela é chamada força de atrito estático. Se o corpo já se encontra em movimento, mas há ainda uma força dificultando esse estado diz que o corpo está sobre a influência de uma força de atrito cinético.

### Força normal

Para quantificar ambas a força é torna necessário compreender o conceito de força normal. Quando um corpo exerce uma força sobre uma superfície, a superfície, mesmo que essa pareça rígida, ela se deforma e empurra o corpo com uma força normal que é perpendicular à superfície. Um exemplo prático, e de fácil compreensão, se colocarmos um corpo em uma mesa, mesmo que essa seja rígida e suporte o peso do corpo, mesmo assim a mesa se deforma, exercendo uma força normal, de maneira perpendicular à superfície da mesa.

Figura 07: Um Bloco que representa sobre uma mesa experimenta uma força normal perpendicular à superfície da mesa



Fonte: Autor (2019)

Outras características importantes da força normal (N) são: a intensidade depende da compressão entre as superfícies e não depende da área de contato entre o corpo e a superfície.

É verificado experimentalmente que as duas forças de atrito são diretamente proporcionais à força normal.

.