



**UDESC**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC**

**CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS,  
MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**SEQUÊNCIA DE ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO: ESTUDO DE  
CINEMÁTICA NO LANÇAMENTO DE  
FOGUETES DE GARRAFA PET**

**ODIRLEI FORSTER**

JOINVILLE, SC  
2019

**Instituição de Ensino:** UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

**Programa:** ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

**Nível:** MESTRADO PROFISSIONAL

**Área de Concentração:** Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

**Linha de Pesquisa:** Ensino Aprendizagem e Formação de Professores

**Título:** Sequência de Ensino por Investigação: Estudo de Cinemática no Lançamento de Foguetes de Garrafas Pet

**Autor:** Odirlei Forster

**Orientador:** Luiz Clement

**Coorientador:** Alex Bellucco

**Data:** 29/07/2019

**Produto Educacional:** Sequência de Ensino por Investigação: Estudo de Cinemática no Lançamento de Foguetes de Garrafas Pet

**Nível de ensino:** Ensino Fundamental.

**Área de Conhecimento:** Física

**Tema:** Cinemática e Lançamento de projéteis

**Descrição do Produto Educacional:**

Apresentação de uma Sequência de Ensino Investigativa abordando conteúdos de Cinemática através da construção e lançamentos de foguetes de garrafas PET.

**Biblioteca Universitária UDESC:** <http://www.udesc.br/bibliotecauniversitaria>

**Publicação Associada:** [ESTUDO DE CINEMÁTICA SOB UMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: FOGUETES DE GARRAFAS PET]

**URL:** <http://www.udesc.br/cct/ppgecmt>

Arquivo	*Descrição	Formato
Registrar tamanho, 5871 kb	<b>Texto completo</b>	<b>Adobe PDF</b>

Este item está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#)

Atribuição-Não Comercial-Compartilhalgual CC BY-NC-SA

## Sumário

<b>Apresentação.....</b>	<b>3</b>
<b>Delineamento da SEI.....</b>	<b>4</b>
<b>Aula 01: Proposição do Problema Geral da SEI .....</b>	<b>6</b>
<b>Aula 02: Proposição do Problema Geral da SEI .....</b>	<b>7</b>
<b>Aula 03: Levantamento e Compartilhamento de Hipóteses .....</b>	<b>9</b>
<b>Aula 04: Refinamento das Hipóteses – Construção dos foguetes.....</b>	<b>11</b>
<b>Aula 05: Testes das hipóteses – Lançamento dos Foguetes .....</b>	<b>12</b>
<b>Aulas 06: Sistematização dos Conhecimentos Elaborados .....</b>	<b>14</b>
<b>Aula 07: Sistematização do Conteúdo .....</b>	<b>15</b>
A História do Lançamento de Projéteis .....	16
<b>Aula 08: Formalização Conceitual.....</b>	<b>18</b>
A definição de movimento e repouso .....	19
O Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) .....	19
O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) .....	19
<b>Aula 09: Formalização do Conteúdo .....</b>	<b>20</b>
O Lançamento Oblíquo.....	22
<b>Aula 10: Formalização do Conteúdo .....</b>	<b>23</b>
<b>Aula 11: Formalização do Conteúdo .....</b>	<b>25</b>
<b>Aula 12: Contextualização Individual do Conteúdo .....</b>	<b>26</b>
Atividade Avaliativa de Ciências.....	27
<b>Orientações aos professores.....</b>	<b>28</b>
<b>Sugestões de Leitura.....</b>	<b>31</b>
<b>Referências .....</b>	<b>34</b>



## Apresentação

Olá caro (a) professor (a)

Este guia apresenta uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) sobre conteúdos de Cinemática. Este trabalho é fruto de uma pesquisa de mestrado profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias. A partir de nossas experiências como professor de Ensino Médio, notamos uma demanda pela produção de material didático, para que o ensino de Cinemática deixe de ser realizado de forma tradicional. Decidimos, então, desenvolver uma SEI utilizando o referencial de Carvalho (2013)<sup>1</sup>. Esta SEI foi desenvolvida em torno de uma situação-problema, qual seja: “*Como construir e lançar um foguete de garrafa PET de modo que percorra a maior distância possível?*” E foi implementada, com a finalidade de teste, em uma turma de 9º Ano do Ensino Fundamental. Para construir uma solução ao problema central da SEI os alunos necessariamente, mobilizarão e desenvolverão novos conhecimentos, que vão desde os saberes de natureza manipulativa e interativa até os de natureza conceitual, particularmente aqueles relativos à Cinemática.

Neste sentido, apresentamos este material para uso por professores da educação básica, objetivando ofertar uma proposta alternativa para o ensino de Cinemática, estruturada de acordo com uma perspectiva didático-pedagógica inerente ao Ensino por Investigação.

Na sequência apresentamos a SEI e ao final indicamos alguns dos elementos teóricos centrais relativos a SEIs, bem como, um conjunto de sugestões de leituras para quem desejar aprofundar seus estudos sobre a temática.

Desejamos uma ótima leitura, professor! Esperamos que esta SEI auxilie e inspire o planejamento e o desenvolvimento de suas de Cinemática!

---

<sup>1</sup> CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 01-15.

### Delineamento da SEI

No Quadro 01 apresentamos o delineamento da SEI, voltada para o estudo de Cinemática através da construção e lançamento de foguetes de garrafas PET. A primeira coluna apresenta o número da aula. Na segunda coluna indicamos as etapas da SEI, conforme previsto por Carvalho (2013). Na terceira coluna constam as ações a serem desenvolvidas durante as aulas e na quarta coluna indicamos os recursos didático-pedagógicos a serem utilizados ao longo das aulas.

Quadro 01: Delineamento da Sequência de Ensino Investigativa.

Nº da aula	Etapa da SEI contemplada	Ações a serem desenvolvidas	Matérias necessários
01	Problematização inicial;	Iniciar a aula discutindo sobre: <b>Os tipos de foguete que os alunos conhecem; A finalidade de cada foguete apontado; e como são lançados os diferentes tipos de foguete.</b>	Quadro branco e canetões.
02	Problematização inicial; e Levantamento e compartilhamento de hipóteses;	Iniciar a aula retomando a discussão realizada na aula anterior. Em seguida apresentar o problema geral da SEI: <b>“Como construir e lançar um foguete de garrafa PET de modo que percorra a maior distância possível?”</b> É possível já nesse momento mostrar a base de lançamentos para que os alunos saibam como serão lançados os foguetes. No tempo que restar da aula, solicitar que os alunos formem equipes para levantarem as hipóteses sobre como irão construir seus foguetes.	Quadro branco, canetões e a base de lançamento.
03	Levantamento e compartilhamento de hipóteses;	Iniciar a aula retomando o problema geral da SEI: <b>“Como construir e lançar um foguete de garrafa PET de modo que percorra a maior distância possível?”</b> Em seguida solicitar que os alunos formem equipes para terminarem o levantamento as hipóteses sobre como irão construir seus foguetes. Após o levantamento das hipóteses solicitar que as equipes compartilhem as hipóteses levantadas.	Quadro branco, canetões e a base de lançamento.
04	Refinamento das hipóteses (construção dos foguetes)	Solicitar que as equipes construam os foguetes conforme as hipóteses levantadas e compartilhadas na aula anterior. Ao final da aula, o professor pode solicitar que as equipes elaborem uma estratégia sobre como realizarão os lançamentos dos foguetes.	Base de lançamento, e matérias para construção dos foguetes.
05	Testes das hipóteses (lançamento dos foguetes)	Solicitar que as equipes lancem os foguetes conforme as estratégias elaboradas na aula anterior. Recomenda-se que essa aula tenha um tempo maior (02 aulas consecutivas) para que as equipes possam testar diferentes hipóteses de lançamentos. Importante que um aluno de cada equipe, anote as características de cada lançamento para discussão nas aulas seguintes.	Base de lançamento e os foguetes construídos pelos alunos.
06	Sistematização do conteúdo;	Iniciar a sistematização do conteúdo com as perguntas <b>“como”</b> e <b>“por que”</b> vocês construíram os foguetes da forma que construíram? ”	Base de lançamento, os foguetes construídos pelos alunos, quadro branco e canetões.

07	Sistematização do conteúdo;	Continuar a sistematização do conteúdo com a leitura e a discussão de um texto sobre a história do lançamento de projéteis.	Texto, quadro branco e canetões.
08	Formalização do conteúdo;	Discutir sobre o tipo do movimento realizado pelos foguetes. Em seguida, classificar o movimento dos foguetes como sendo bidimensional, explicar que na direção horizontal o movimento realizado é uniforme e apresentar as equações do movimento uniforme. Explicar também que na direção vertical o movimento realizado é uniformemente variado e apresentar as equações do movimento uniformemente variado.	Quadro branco, canetões e projetor multimídia.
09	Formalização do conteúdo;	Explicar que o movimento oblíquo é a composição dos movimentos realizados na horizontal e na vertical e apresentar as equações do movimento oblíquo. Apresentar o software educacional Modellus e propor aos alunos um desafio: 1º fazer um lançamento virtual atingir o centro de um campo de futebol na parte inferior do plano de fundo da projeção.	Quadro branco, canetões e projetor multimídia.
10	Formalização do conteúdo;	Propor outros dois desafios através do software educacional Modellus: 2º fazer um lançamento virtual atingir um círculo vermelho na parte superior do plano de fundo da projeção; e 3º descobrir qual o alcance de um lançamento virtual alterando apenas o ângulo de inclinação dos lançamentos.	Quadro branco, canetões e projetor multimídia.
11	Formalização do conteúdo;	Apresentar outro software educacional, Tracker, para determinar os valores da velocidade e da aceleração de alguns foguetes durante lançamentos realizados.	Quadro branco, canetões e projetor multimídia.
12	Contextualização individual do conteúdo.	Realizar a contextualização individual do conteúdo, com o professor solicitando aos alunos que escrevam uma carta fictícia ou um manual de instruções ensinando um amigo a construir e lançar foguetes de garrafas.	Quadro branco, canetões e projetor multimídia.

Fonte: Produzido pelo autor, 2019.

## Aula 01: Proposição do Problema Geral da SEI

A primeira aula tem como objetivo contextualizar o problema geral da SEI, discutindo sobre os diferentes tipos de foguetes que os alunos conhecem ou já ouviram falar, como são lançados esses foguetes e quais as finalidades desses foguetes. Para atingir esse objetivo a aula será composta por um único momento. E os materiais necessários para realização dessa aula são: quadro branco e canetões.

Problematização da Situação Problema;

Tempo previsto: 45 minutos;

Dinâmica: Visando problematizar a SEI, o professor irá iniciar a aula perguntando **quais tipos de foguetes os alunos conhecem**. É provável que boa parte dos alunos conheça, já tenha ouvido falar ou visto na televisão/internet foguetes espaciais, mísseis balísticos e fogos de artifício, que também são chamados genericamente de foguetes. Existe a possibilidade de algum aluno já ter visto, ou construído, foguetes de garrafas PET. O professor irá anotar na lousa todos os foguetes mencionados e em seguida ele irá perguntar **como são lançados esses foguetes**. Na maioria das vezes, os alunos sabem como são lançados os foguetes apontados. Caso deseje, o professor pode anotar essas respostas na lousa, ou apenas discutir sobre as respostas apontadas. Depois dos alunos terem respondido, como são lançados os foguetes apontados, o professor deve passar para terceira pergunta **qual a finalidade de cada tipo de foguete**. É provável que os alunos também saibam a finalidade da maioria dos foguetes citados, menos os foguetes de garrafas PET, que normalmente têm finalidades didáticas, são usados para tornar as aulas de Física/Ciências mais dinâmicas ao apresentar conceitos físicos relacionados ao movimento dos objetos.

### Dica de Planejamento: Caso

a turma onde estiver sendo implementada a atividade seja muito inibida, ou não conheça tantos tipos de foguetes, é possível que a problematização inicial seja concluída em menos tempo. Caso isso aconteça o professor pode utilizar algum outro recurso para criar um contexto apropriado para lançar o problema central da SEI (aula 02). Podem ser utilizados, por exemplo, pequenos vídeos que ilustram diferentes tipos de foguetes. O que é importante, é que se crie um ambiente de curiosidade e interesse dos alunos sobre a temática central da SEI.





## Aula 02: Proposição do Problema Geral da SEI

Os objetivos da aula dois são: i. Propor o problema geral da SEI; ii. Levantar as primeiras hipóteses sobre como os foguetes precisam ser construídos e lançados. Para alcançar esses objetivos a aula foi dividida em três momentos. Os materiais necessários para realização dessa aula são: quadro branco, canetões e a base de lançamento que será disponibilizada também, posteriormente, para os alunos lançarem seus foguetes.

1º momento: A retomada da discussão realizada na aula anterior;

Tempo previsto: 10 minutos;

Dinâmica: O professor irá retomar a discussão realizada na aula anterior, essa retomada pode ser realizada apenas de forma verbal, ou projetando na lousa as perguntas discutidas. É provável que da primeira para segunda aula, algum aluno se lembre de alguma informação e queira compartilhar nesse momento. Pode acontecer também, de os alunos terem visto alguma nota jornalística sobre lançamento de foguetes. Outra possibilidade, é os alunos terem pesquisado na internet ou youtube sobre lançamentos de foguetes. É importante o professor ouvir tudo o que alunos têm a falar, pois quanto mais próximo ele estiver dos alunos, mais à vontade os alunos estarão para emitir suas hipóteses. O objetivo dessa retomada é criar o momento propício para a apresentação do problema geral da SEI.



2º momento: Apresentação do problema geral da SEI;

Tempo previsto: 20 minutos;

Dinâmica: O professor irá apresentar o problema geral da SEI que é **“Como construir e lançar um foguete de garrafa PET de modo que percorra a maior distância possível?”** O problema geral da SEI, pode ser projetado ou escrito na lousa. Nesse momento os alunos costumam apresentar diferentes posicionamentos, aqueles que têm dificuldades de aprendizagem costumam dizer que não sabem nada de Física, portanto é impossível que eles

construam algo que funcione. Por outro lado, os alunos que não têm dificuldades de aprendizagem já têm diferentes hipóteses para serem testadas. No entanto, esses últimos costumam solicitar que o professor lhes diga qual dessas hipóteses é a melhor. No Ensino por Investigação o professor deve sugerir que os alunos testem suas hipóteses e fomentar a discussão e reflexão. Poderá fomentar os alunos com informações quando perceber que estas serão importantes para que possam prosseguir no percurso investigativo. Caso algum aluno



pergunte como os foguetes serão lançados, o professor pode apresentar a sua base de lançamentos. Ou pode sugerir que os próprios alunos construam suas bases de lançamento, nesse caso atividade demandará de um tempo maior que o previsto. Depois de certificar-se que os alunos compreenderam o desafio proposto o professor pode passar para o momento seguinte.

3º momento: O levantamento de hipóteses;

Tempo previsto: 15 minutos;

Dinâmica: Nesse momento o professor irá solicitar que os alunos formem equipes com no máximo quatro integrantes cada. Em seguida, ele irá certificar-se que todas as equipes compreenderam o desafio



proposto e solicitará que levantem hipóteses sobre como pretendem construir seus foguetes. Qual tipo e tamanho de garrafas pretendem usar? Como será a ponta (bico) do foguete? E as aletas (asas) do foguete como serão? Todas estas escolhas/hipóteses devem ser justificadas pelos estudantes.

### Aula 03: Levantamento e Compartilhamento de Hipóteses

Os objetivos da aula três são: i. Concluir o levantamento de hipóteses; ii. Compartilhar as hipóteses levantadas. Para alcançar esses objetivos a aula foi dividida em três momentos. Os materiais necessários para realização dessa aula são: quadro branco, canetões e a base de lançamento que será disponibilizada para os alunos lançarem seus foguetes, em aulas seguintes.

1º momento: Continuação do levantamento das hipóteses;

Tempo previsto: 10 minutos;

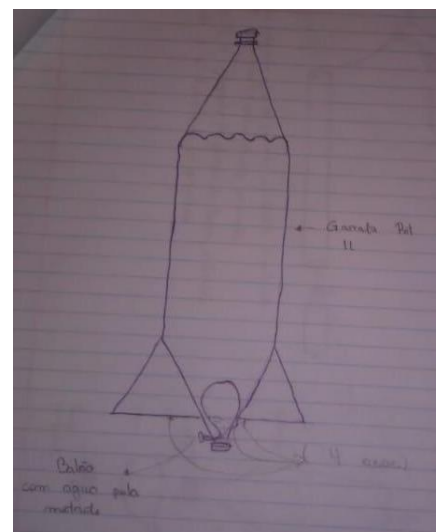
Dinâmica: Nesse momento o professor irá relembrar o desafio principal da SEI. Em seguida ele irá solicitar que os alunos formem novamente as equipes, para concluírem o levantamento das hipóteses. Assim como na aula anterior, é importante que o professor transite entre as equipes sanando as eventuais dúvidas que forem surgindo e incentivando os alunos a testarem suas hipóteses.

2º momento: Compartilhando as hipóteses;

Tempo previsto: 30 minutos;

Dinâmica: Para saber o como cada equipe planejou a construção do seu foguete o professor irá solicitar que eles apresentem suas hipóteses, essa apresentação não precisa ser formal, as equipes podem ficar sentados como estão e apenas mostrar o desenho que fizeram ou descrever verbalmente como pensaram em construir. É importante que o professor explore esse momento e questione sobre as hipóteses apresentadas, uma possibilidade por exemplo, é solicitar que as equipes que não estão apresentando, apontem quais hipóteses da equipe que esta apresentando eles consideram boas e quais eles consideram falhas.

**Dica de Estratégia:** Caso o professor deseje realizar uma competição, e na escola tenha mais uma turma no mesmo ano letivo, sugerimos que essa seja realizada de turma contra turma, em que a turma campeã será a que obtiver o maior alcance médio. Na implementação que realizamos, sugerimos uma competição entre as equipes da mesma turma, isso não contribuiu para a criação de um ambiente investigativo.



3º momento: Finalização da aula.

Tempo previsto: 05 minutos.

Dinâmica: Para finalizar o professor irá explicar aos alunos que a próxima aula será dedicada à construção dos foguetes de garrafas PET. Todos os materiais necessários para construção, tais como: garrafas, tesoura, cola, papelão, isopor deverão ser providenciados por eles. Caso alguma equipe deseje e tenha acesso em casa, pode pesquisar na internet os diferentes tipos de foguetes de garrafas PET que existem e quais percorrem distâncias maiores ao serem lançados. A primeira vista essa pesquisa na internet já responderia ao desafio proposto, uma vez que bastaria encontrar o registro do maior lançamento já obtido, verificar com aquele foguete foi construído e lançado e concluir que aquela é a forma de construir e lançar o foguete para que percorra a maior distância possível. Na nossa proposição essas informações podem utilizadas como hipóteses para a construção e o lançamento de foguetes pelos alunos.



### **Dica para a Construção:**

Para poder auxiliar os alunos na construção dos foguetes é interessante que o professor já tenha construído e lançado alguns foguetes. Sugerimos como fonte de pesquisa o site da Olimpíada Brasileira de Astronomia

(<http://www.oba.org.br/site/>) - nesse site o professor irá encontrar o regulamento da MOBFOG com várias indicações de como construir foguetes. Além disso, na internet também há vários tutoriais ensinando como se constroem foguetes e bases de lançamento, em especial sugerimos o tutorial que nos baseamos para construir nossas bases de lançamento <https://www.youtube.com/watch?v=LdcDrhiklrw&feature=youtu.be>. Em anexo a esse plano aula, apresentamos os materiais que foram utilizados na construção da base de lançamento que utilizamos e algumas indicações sobre

#### **Aula 04: Refinamento das Hipóteses – Construção dos foguetes**

Essa aula é reservada para que as equipes possam construir os foguetes de garrafas PET e analisar de que forma irão realizar os lançamentos. Elencamos os seguintes objetivos para esta aula: i. Construir os foguetes para serem lançados; ii. Desenvolver e refinar as hipóteses levantadas. Assim, nessa aula serão necessários os materiais para a construção dos foguetes e a base de lançamento que será disponibilizada para os alunos lançarem seus foguetes. Essa aula foi organizada em um único momento:

Construção dos foguetes de garrafas PET.

Tempo previsto: 45 minutos.

Dinâmica: Essa aula será reservada para a construção dos foguetes de garrafas PET pelas equipes e para a organização das estratégias de lançamento. Até o final da aula os estudantes devem informar ao professor as configurações do primeiro lançamento que pretendem fazer, tais como: quantidade de água e pressão que irão colocar no interior do foguete e o ângulo de inclinação com que farão o lançamento. É necessário que seja informado também como pretendem medir o tempo de voo, a distância percorrida e como farão a gravação do lançamento para o tratamento analítico que será realizado nas próximas aulas. A ordem dos lançamentos será conforme a apresentação (entrega) das configurações do lançamento ao professor.

**Dicas de Planejamento:** Muitas vezes uma aula não é o suficiente para a construção dos foguetes, então sugerimos que o professor esteja atento para verificar se é necessário disponibilizar mais uma aula para construção.

Ainda sobre a construção dos foguetes pode acontecer de os alunos não trazerem os materiais no dia combinado, então para evitar uma situação desagradável e ter que parar a sequência por esse motivo, sugerimos que o professor solicite à direção da escola fita adesiva, cola quente, papel cartão e um pacote de balões. Sem dizer a finalidade o professor pode solicitar aos alunos que tragam garrafas PET de diferentes tamanhos e formatos, caixinhas de leite longa vida vazias e bandejas de isopor.





### Aula 05: Testes das hipóteses – Lançamento dos Foguetes

Essa aula é reservada para que as equipes possam realizar o lançamento dos foguetes de garrafas PET. Recomenda-se que essa aula tenha um tempo maior (02 aulas consecutivas) para que as equipes possam testar diferentes hipóteses de lançamentos. Importante que um aluno de cada equipe, anote as características de cada lançamento para discussão nas aulas seguintes. Nessa aula serão necessários os foguetes construídos pelos alunos e a base de lançamento. Assim, como a aula anterior a aula cinco também foi organizada em um único momento:

Lançamento dos foguetes de garrafas PET.

Tempo previsto: 90 minutos.

Dinâmica: Essa aula será reservada para o lançamento dos foguetes de garrafas PET pelos grupos. É preciso que os lançamentos sejam realizados em um espaço aberto como: quadras esportivas, campos de futebol, estacionamentos sem uso, etc., as dimensões do espaço aberto não podem ser inferiores a (30 x 80) metros. Lançamentos em espaços com dimensões menores que as citadas podem fazer com que os foguetes danifiquem objetos próximos ao local de lançamento, ou atrapalhe o processo de investigação uma vez que o professor terá de solicitar aos alunos que coloquem menos pressão fazendo com que os foguetes não percorram as distâncias que poderiam atingir. É importante que haja tempo suficiente para se realizar mais de uma rodada de lançamentos, assim as equipes podem escolher se mantêm as configurações iniciais do lançamento ou alteram para o segundo lançamento. É importante que o professor e os alunos tomem nota das configurações de cada lançamento, anotando o ângulo de inclinação, a quantidade de água e a pressão colocada no interior

**Dicas de Planejamento:** Em escolas com turmas pequenas, em torno de 20 alunos, e com espaços para o lançamento no próprio pátio, 45 minutos são suficientes para todas as equipes realizarem os lançamentos. Em escolas sem espaços próprios para o lançamento ou com turmas maiores, 25 ou mais alunos, será necessário mais de uma aula de 45 minutos para todas as equipes realizarem os lançamentos. Escolas que não tem espaço próprio para os lançamentos podem estabelecer parceria com instituições próximas que disponibilizam seu espaço para esse fim (campo de futebol é um espaço



do foguete, tempo de voo e distância percorrida. As medidas realizadas durante os lançamentos, serão utilizadas na passagem da ação manipulativa para a ação intelectual para construir uma explicação causal do fenômeno. É necessário que além das fotos e filmagens feitas pelos alunos seja realizada uma filmagem de um ponto mais distante, capaz de capturar toda a trajetória percorrida pelo foguete, essa filmagem será utilizada na décima primeira aula, para um tratamento analítico com o software educacional Tracker.



## Aulas 06: Sistematização dos Conhecimentos Elaborados

Os objetivos da aula seis são: i. Fazer com que esses alunos se deem conta de “**como**” resolveram o problema apresentado; ii. Expliquem “**por que**” escolheram essas estratégias. Para alcançar esses objetivos a aula será composta por um único momento. E os materiais necessários para realização dessa aula são: quadro branco, canetões, a base de lançamento e os foguetes construídos pelos alunos.

1º momento: Contextualização do Conhecimento.

Tempo previsto: 45 minutos.

Dinâmica: O professor irá solicitar que os alunos formem um semicírculo para uma discussão coletiva. As perguntas que embasaram essa discussão serão:

1. *Como vocês fizeram para construir e lançar um foguete de modo que percorresse a maior distância possível?*
2. *Por que vocês fizeram dessa forma?*
3. *Tem como construir e lançar foguetes que percorram distâncias ainda maiores?*
4. *Vocês conseguem identificar objetos que realizam movimento semelhante aos foguetes?*
5. *Construir e lançar um foguete de garrafa PET de modo que ele percorra uma distância maior ainda é possível?*

É importante que o professor só passe para a segunda pergunta depois de todas as equipes terem respondido a primeira, uma estratégia para se conseguir isso talvez seria solicitar que um aluno por equipe escrevesse na lousa o “*Como fizeram para construir e lançar o foguete*”. Nesse momento os alunos costumam analisar quais das hipóteses deram certo e quais falharam é aqui que eles buscam uma explicação causal para o fenômeno observado. É interessante que o professor ajude-os relembrando situações que ocorreram, mas não apresentando logo no início a sua explicação causal para o fenômeno observado. As perguntas de 03, 04 e 05 podem surgir naturalmente durante as discussões das primeiras duas, essas últimas podem ser deixadas de lado caso o professor considere que tenha havia uma boa discussão em torno das primeiras.



## **Aula 07: Sistematização do Conteúdo**

Os objetivos da aula sete são: i. Compreender que humanidade lança projéteis (objetos) desde a pré-história, inicialmente para conseguir alimentos e depois nas guerras e nos esportes. ii. Discutir o fato de uma dessas guerras ter se transformado em corrida espacial, com o lançamento de projéteis para fora da atmosfera terrestre. iii. Discutir as condições necessárias para que um projétil ao ser lançado percorra grandes distâncias. Para alcançar esses objetivos a aula será dividida em dois momentos. E os materiais necessários para realização dessa aula são: quadro branco, canetões e o texto sobre a história do lançamento de projéteis.

1º momento: A leitura do texto sobre o lançamento de projéteis;

Tempo previsto: 20 minutos;

Dinâmica: Para iniciar a aula o professor irá solicitar que os alunos formem as equipes novamente, entregará um texto sobre a história do lançamento de projéteis (anexo ao plano de aula), solicitando que leiam, façam um esquema com as principais ideias do texto, anotem as dúvidas e os pontos que desejam discutir com a turma toda. O texto é composto por quatro partes, que são: A história sobre o lançamento de projéteis para conseguir alimentos no período pré-histórico; A história do lançamento de projéteis nas guerras; A história de uma guerra que se transformou em corrida espacial; e As condições necessárias para que um projétil ao ser lançado percorra grandes distâncias. É provável que as equipes consigam identificar essas quatro partes e compreendam as primeiras três, talvez surjam dúvidas na última parte.

2º momento: Discussão sobre o texto;

Tempo previsto: 25 minutos;

Dinâmica: Após todas as equipes terem lido o texto e feito suas anotações o professor irá solicitar que os alunos formem um semicírculo para a discussão coletiva. As perguntas que embasaram essa discussão são: Com que finalidade se realizavam lançamentos nas diferentes épocas? Como eram feitos? O que era lançado? Quais as dúvidas encontradas durante a leitura? Além das dúvidas tem algum ponto que vocês desejam discutir?

## A História do Lançamento de Projéteis

Os primeiros indícios de que o ser humano lançou objetos com a intenção de conseguir algo em troca são de aproximadamente 20000 anos atrás. Quando os nossos ancestrais primitivos perceberam que galhos de árvore e ossos de animais mortos poderiam tanto serem armas para defesa quanto instrumentos para apanhar frutos em lugares altos. Após perceber que poderiam lançar objetos para derrubar frutos das árvores, nossos ancestrais perceberam que poderiam também lançar objetos para abater animais e assim comerem a sua carne.

O domínio das técnicas de lançar objetos para conseguir alimentos ocorreu inclusive antes do domínio do fogo.



Fonte: Google imagens.



Fonte: Google imagens.

Outro marco no lançamento de projéteis foi no desporto (esporte), as primeiras olimpíadas foram criadas pelos gregos por volta de 2500 a.C. Atletas das cidades-estados gregas se reuniam na cidade de Olímpia para disputarem diversas competições esportivas: atletismo, luta, boxe, corrida de cavalo e pentatlo

(luta, corrida, **salto em distância, arremesso de dardo e de disco**). Os gregos buscavam através dos jogos olímpicos a paz e a harmonia entre as cidades que compunham a civilização grega.



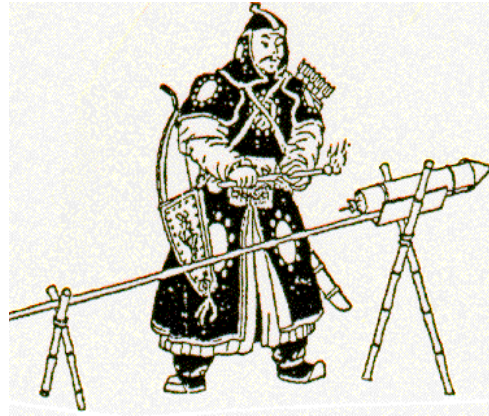
Fonte: Google imagens.

Um outro marco no lançamento de projéteis, foram as guerras, entende-se guerra como um conflito armado entre dois ou mais países, ou entidades independentes. A primeira guerra que se tem registro é a Guerra de Troia (1250 – 1240 a.C.).



Fonte: Google imagens.

Durante as primeiras guerras haviam muitas lutas braçais, homem contra homem, as armas utilizadas eram as mesmas utilizadas para abater animais. Com o passar do tempo as armas foram sendo melhoradas, a descoberta da pólvora provocou uma grande revolução, permitindo que objetos fossem lançados sobre os inimigos a partir de distâncias cada vez maiores.



Fonte: Google imagens.

As condições necessárias para que um projétil ao ser lançado percorra a maior distância possível são: possuir uma boa aerodinâmica, com pontas ou bicos capazes de minimizar o atrito devido à resistência do ar e asas ou aletas alinhadas e espaçadas igualmente ao redor do projétil; possuir massa suficiente para o vento ou resistência do ar não sejam capazes de alterar sua trajetória; ser lançado com a maior velocidade possível a partir de um ângulo adequado para que as componentes horizontal e vertical sejam igualmente distribuídas.



Fonte: Google imagens.

#### Referência:

CHASSOT, Atico. **A ciência através dos tempos**. 2 ed. reform. – São Paulo: Moderna, 2004.

As primeiras olimpíadas em **Só História**, 2018. Disponível em

<<http://www.sohistoria.com.br/ef2/grecia/p6.php>> Acesso em: 17 de outubro de 2018

PINTO, Tales Dos Santos. **"O que é Guerra de Troia?"**; Brasil Escola. Disponível em

<<https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/historia/o-que-e-guerra-troia.htm>>. Acesso em 17 de outubro de 2018.

CARDOSO, Luisa Rita. **Guerra Fria**. Infoescola, 2018. Disponível em: <

<https://www.infoescola.com/historia/guerra-fria/>>. Acesso em 17 de outubro de 2018.

### Aula 08: Formalização Conceitual

Os objetivos da aula oito são: i. Discutir sobre o tipo do movimento realizado pelos foguetes; ii. Classificar o movimento dos foguetes como sendo bidimensional (Oblíquo); iii. Explicar que na direção horizontal o movimento realizado é uniforme; iv. Apresentar as equações do movimento uniforme. v. Explicar que na direção vertical o movimento realizado é uniformemente variado; e vi. Apresentar as equações do movimento uniformemente variado. Para alcançar esses objetivos a aula foi dividida em dois momentos. E os materiais necessários para realização dessa aula são: quadro branco, canetões e projetor multimídia.

1º momento: Qual é o movimento realizado pelos foguetes ao serem lançados?

Tempo previsto: 10 minutos.

Dinâmica: A aula será iniciada com o professor escrevendo na lousa a seguinte pergunta: Qual é o movimento realizado pelos foguetes ao serem lançados? É provável que no início os alunos apontem nomes aleatórios, que em algum momento eles tenham ouvido falar, por exemplo, movimento retilíneo, movimento uniformemente variado, ou movimento retilíneo uniforme. Entre essas tentativas é possível um aluno aponte o movimento oblíquo ou mostre com o braço a trajetória descrita pelo foguete. O professor pode afirmar então que o movimento oblíquo é a composição do movimento realizado na horizontal com o movimento realizado na vertical e que as características de cada um desses movimentos serão estudadas nessa e nas aulas seguintes.



2º momento: Caracterização do movimento uniforme e do movimento uniformemente variado;

Tempo previsto: 35 minutos.

Dinâmica: Nesse momento o professor irá apresentar de forma dialogada, as características do movimento uniforme e do movimento uniformemente variado conforme disposto no anexo ao plano de aula.



### A definição de movimento e repouso

Um corpo está em **movimento** quando, em certo intervalo de tempo, muda de posição em relação ao referencial adotado, e está em **repouso** quando, em relação ao mesmo referencial, não muda de posição.

### O Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)



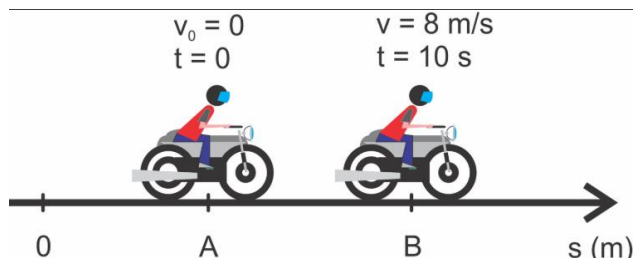
Fonte: Google imagens.

No MRU, as distâncias percorridas são iguais para intervalos de tempos iguais.

O MRU pode ser representado pela seguinte equação:  $S = S_i + v \cdot t$ , em que:  $S$  é a posição que varia com o tempo;  $S_i$  é a posição inicial;  $v$  é a velocidade; e  $t$  é o tempo.

O MRU é classificado como sendo progressivo ( $v > 0$ ) quando o deslocamento é no mesmo sentido do eixo de referência, ou regressivo ( $v < 0$ ) quando o deslocamento é no sentido contrário ao do eixo de referência.

### O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)



Fonte: Google imagens.

O MRUV pode ser representado pela seguinte equação:  $S = S_i + v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ , em que:  $S$  é a posição que varia com o tempo;  $S_i$  é a posição inicial;  $v_i$  é a velocidade inicial;  $t$  é o tempo; e  $a$  é a aceleração.

O MRUV também é classificado como sendo progressivo ( $v_i > 0$ ) ou regressivo ( $v_i < 0$ ). Além da classificação referente a velocidade inicial o MRUV é classificado conforme a sua aceleração, se a velocidade aumenta o movimento é considerado acelerado ( $a > 0$ ), se a velocidade diminui o movimento é considerado retardado ( $a < 0$ ).

Referência:

**Ser protagonista:** Física, 1º ano: ensino médio/obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM; editor responsável Ângelo Stefanovits. – 2 ed. – São Paulo: Edições SM, 2013.

### **Aula 09: Formalização do Conteúdo**

Os objetivos da aula nove são: i. Explicar que o movimento oblíquo é a composição dos movimentos realizados na horizontal e na vertical; ii. Apresentar as equações do movimento oblíquo; iii Apresentar o software educacional Modellus e propor aos alunos o desafio de fazer um lançamento virtual atingir o centro de um campo de futebol na parte inferior do plano de fundo da projeção. Para alcançar esses objetivos a aula foi dividida em três momentos. E os materiais necessários para realização dessa aula são: quadro branco, canetões e projetor multimídia.

1º momento: Retomada da explicação sobre movimento realizado pelos foguetes;

Tempo previsto: 10 minutos;

Dinâmica: A aula será iniciada com o professor relembrando que o movimento realizado pelos foguetes é oblíquo, podendo ser entendido como a composição do movimento realizado na horizontal com o movimento realizado na vertical. Ele irá perguntar se os alunos têm alguma dúvida da aula anterior e em seguida irá passar para o segundo momento da aula.

2º momento: Caracterização do Oblíquo;

Tempo previsto: 15 minutos;

Dinâmica: Nesse momento o professor irá apresentar de forma dialogada, as características do movimento oblíquo conforme disposto no anexo ao plano de aula.

3º momento: O primeiro desafio, fazer um lançamento virtual atingir o centro de um campo de futebol na parte inferior do plano de fundo da projeção;

Tempo previsto: 20 minutos;

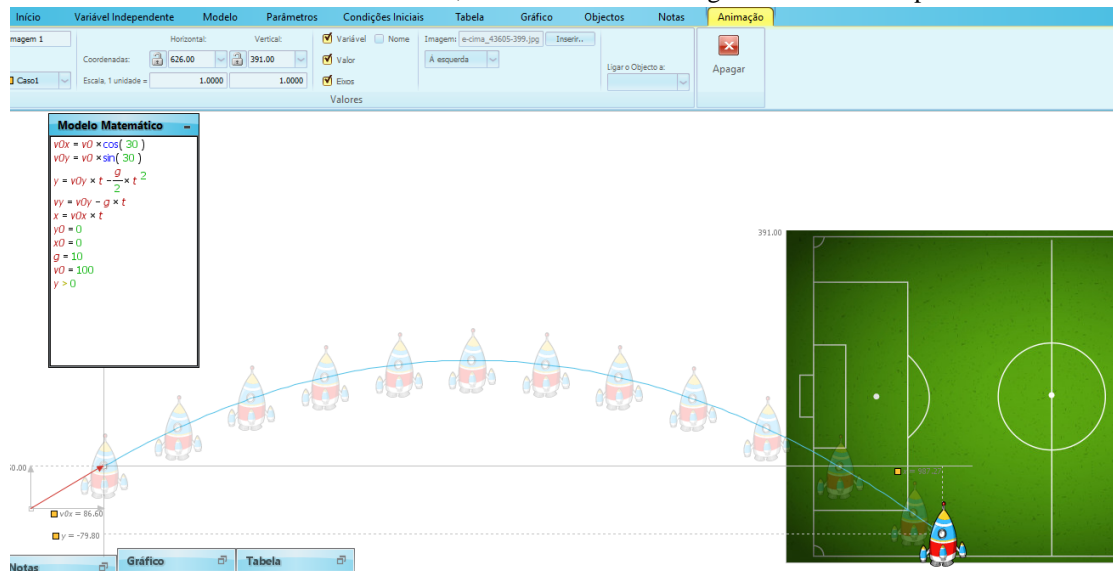
Dinâmica: Após certificar-se de que os alunos, não tem mais nenhuma pergunta, sobre a classificação dos movimentos, o professor irá apresentar o Software educacional Modellus. Normalmente no ensino de Física, as simulações computacionais são utilizadas para ilustrar situações que são difíceis de serem ilustradas com experimentos reais. Nesse caso desejamos mostrar, quais termos podem ser alterados nas equações do movimento oblíquo e o que causam essas alterações no movimento realizado pelo objeto virtual.

O professor deve projetar a simulação com os parâmetros ilustrados na imagem abaixo. Realizar um ou dois lançamentos, responder aquilo que os alunos perguntarem sobre a



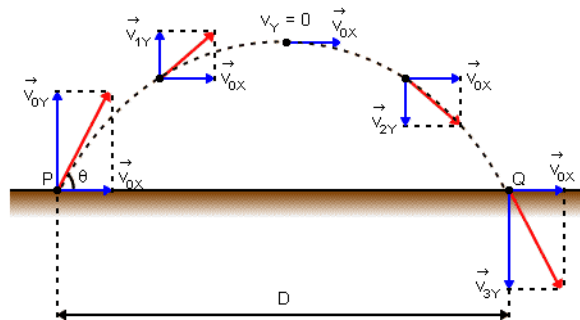
simulação e, então propor aos alunos o desafio de fazer um lançamento virtual atingir o centro do campo de futebol. No início os alunos sugerem valores aleatórios para serem colocados no ângulo de inclinação, na velocidade inicial e na aceleração de gravidade. À medida que o professor vai inserindo os valores sugeridos, os alunos passam a refletirem antes de sugerir qualquer valor e passam a fazer sugestões baseadas nos lançamentos reais. Durante esse primeiro desafio, é provável que ao menos um aluno sugira que seja alterado o valor da aceleração da gravidade, o professor pode fazer a alteração proposta pelo aluno, mas após a realização do lançamento o deve-se questionar se nos reais é possível alterar o valor da aceleração da gravidade. E o que significa fisicamente alterar o valor da aceleração da gravidade.

Software Educacional Modellus, Primeiro desafio: Atingir o centro do campo de futebol.



Fonte: Produzido pelo autor, 2019.

### O Lançamento Oblíquo



Fonte: Google imagens.

O lançamento oblíquo é o movimento no qual o vetor velocidade inicial está inclinado em relação à direção horizontal, podemos entender esse movimento como sendo a composição de dois movimentos diferentes. No lançamento oblíquo, ação da aceleração da gravidade ocorre apenas na direção vertical tornando o movimento nessa direção uniformemente variado. Na direção horizontal, desprezando-se a resistência do ar, o movimento é uniforme.

As equações para o movimento oblíquo são:

$$x = x_i + v_i \cdot \cos \alpha \cdot t \quad \text{e} \quad y = y_i + v_i \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Em que  $x$  é a posição que varia com o tempo na horizontal,  $x_i$  é a posição inicial na horizontal,  $v_i$  é a velocidade inicial em ambas as direções,  $\alpha$  é o ângulo de inclinação com a horizontal,  $t$  é tempo que dura o movimento,  $g$  é aceleração de gravidade,  $y$  é a posição que varia com o tempo na vertical,  $y_i$  é a posição inicial na vertical.

As condições necessárias para que um projétil ao ser lançado percorra a maior distância possível são: possuir uma boa aerodinâmica, com pontas ou bicos capazes de minimizar o atrito devido à resistência do ar e asas ou aletas alinhadas e espaçadas igualmente ao redor do projétil; possuir massa suficiente para o vento ou resistência do ar não sejam capazes de alterar sua trajetória; ser lançado com a maior velocidade possível a partir de um ângulo de um ângulo apropriado para que as componentes horizontal e vertical sejam igualmente distribuídas.

Referência:

**Ser protagonista:** Física, 1º ano: ensino médio/obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM; editor responsável Ângelo Stefanovits. – 2 ed. – São Paulo: Edições SM, 2013.



## **Aula 10: Formalização do Conteúdo**

Os objetivos da aula dez são: i. Propor outros dois desafios através do software educacional Modellus: 1º fazer um lançamento virtual atingir um círculo vermelho na parte superior do plano de fundo da projeção; e 2º descobrir qual o alcance de um lançamento virtual alterando apenas o ângulo de inclinação dos lançamentos. Para alcançar esses objetivos a aula foi dividida em três momentos. E os materiais necessários para realização dessa aula são: quadro branco, canetões e projetor multimídia.

1º momento: Retomada da explicação sobre movimento realizado pelos foguetes;

Tempo previsto: 10 minutos;

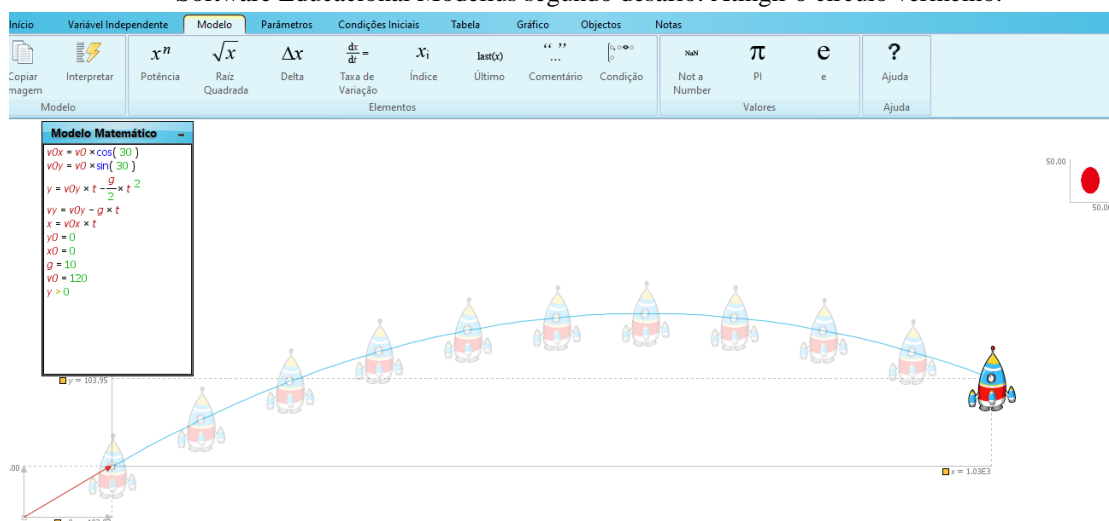
Dinâmica: A aula será iniciada com o professor lembrando que o movimento realizado pelos foguetes é oblíquo, podendo ser entendido como a composição do movimento realizado na horizontal com o movimento realizado na vertical. Ele irá perguntar se os alunos têm alguma dúvida da aula anterior e em seguida irá passar para o segundo momento da aula.

2º momento: Fazer um lançamento virtual atingir um círculo vermelho na parte superior do plano de fundo da projeção;

Tempo previsto: 15 minutos;

Dinâmica: O professor deve projetar a simulação com os parâmetros ilustrados na imagem abaixo. Realizar um ou dois lançamentos, responder aquilo que os alunos perguntarem sobre a simulação e, então propor aos alunos o desafio de fazer um lançamento virtual atingir um círculo vermelho na parte superior do plano de fundo da projeção. A partir desse segundo desafio, a tendência é que os valores sugeridos de forma aleatória diminuam, e que os valores sugeridos com nos lançamentos reais aumentem.

## Software Educacional Modellus segundo desafio: Atingir o círculo vermelho.



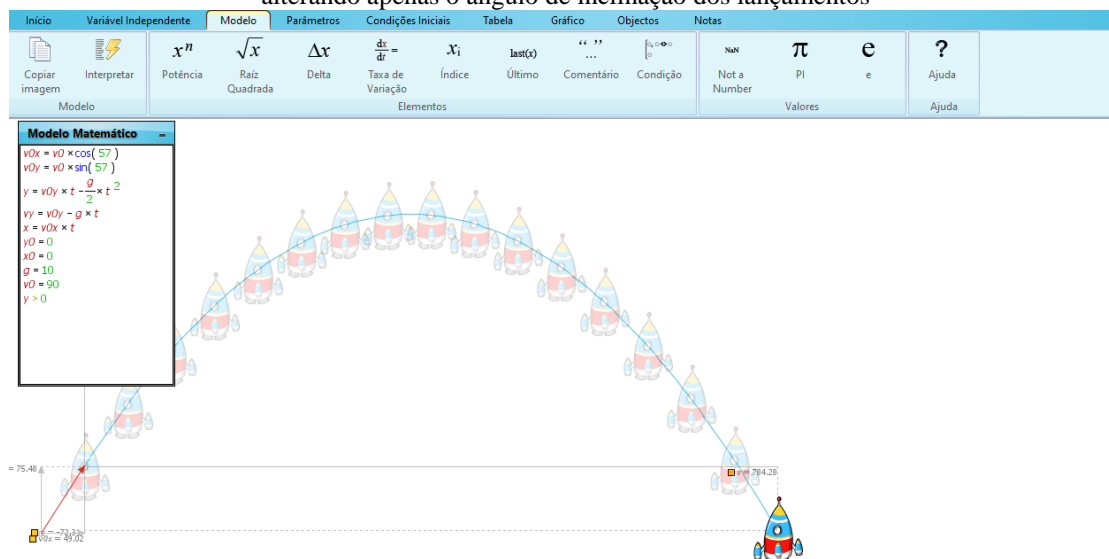
Fonte: Produzido pelo autor, 2019.

3º momento: Descobrir qual o alcance de um lançamento virtual alterando apenas o ângulo de inclinação dos lançamentos;

Tempo previsto: 20 minutos;

Dinâmica: O professor deve projetar a simulação com os parâmetros ilustrados na imagem abaixo. Realizar um ou dois lançamentos e propor que os alunos descubram qual o alcance de um lançamento virtual alterando apenas o ângulo de inclinação dos lançamentos. No terceiro desafio, é provável que os valores sugeridos de forma aleatória desapareçam, e que todos os valores sugeridos tenham como base os lançamentos reais.

## Software Educacional Modellus terceiro desafio: Descobrir qual o alcance de um lançamento virtual alterando apenas o ângulo de inclinação dos lançamentos



Fonte: Produzido pelo autor, 2019.

## Aula 11: Formalização do Conteúdo

O objetivo da aula onze é: i. Apresentar outro software educacional, Tracker, para determinar os valores da velocidade e da aceleração de alguns foguetes durante os lançamentos realizados. Para alcançar esse objetivo a aula foi composta por único momento. E os materiais necessários para realização dessa aula são: quadro branco, canetões e projetor multimídia.

1º momento: Determinar os valores da velocidade e da aceleração desenvolvidos pelos foguetes durante os lançamentos;

Tempo previsto: 45 minutos;

Dinâmica: A aula será iniciada, com o professor questionando os alunos se tem como determinar os valores da velocidade e da aceleração desenvolvidos pelos foguetes durante os lançamentos. É provável que alguns alunos lembrem das equações utilizadas para calcular a velocidade média e a aceleração média, se isso acontecer o professor pode indaga-los sobre o significado físico de cada termo nas equações. E perguntar se os alunos conhecem uma forma de medir a distância percorrida pelos foguetes em pequenos intervalos de tempo. Existe a possibilidade de algum aluno dizer que precisa marcar o quanto variou a posição em um determinado intervalo de tempo e dividindo essas duas grandezas se obtém a velocidade do foguete. Mas isso é bastante difícil de ser realizado e também pouco provável que um aluno do EF tenha a maturidade para fazer esse apontamento. Então, professor irá apresentar software educacional Tracker<sup>2</sup> e determinar os valores da velocidade e aceleração desenvolvidas pelos foguetes durante os lançamentos.

---

<sup>2</sup> Sugerimos que seja utilizado o tutorial disponível no site do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF UFRGS) disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html> disponível em 08 jul 2019.

## **Aula 12: Contextualização Individual do Conteúdo**

Os objetivos da aula doze são: i. Realizar a contextualização individual do conteúdo. Para alcançar esse objetivo a aula conterá um único momento. O material necessário para realização dessa aula é a atividade avaliativa em anexo a esse plano de aula.

1º momento: Escrevendo uma carta;

Tempo previsto: 45 minutos;

Dinâmica: O professor irá solicitar que os alunos escrevam uma carta ou manual de instruções indicando a um amigo, como os foguetes devem ser construídos e lançados técnicas para construção e lançamento de foguetes de garrafas. O objetivo é avaliar os conhecimentos dos estudantes acerca do lançamento de projéteis. Com o professor solicitando aos alunos que escrevam uma carta fictícia ou um manual de instruções ensinando um amigo a construir e lançar foguetes de garrafas.

### Atividade Avaliativa de Ciências

Escola:	
Joinville, ____ de ____ de ____	
Professor:	
Alunos (a):	Turma:

Imagine que um amigo seu foi convidado para participar da Mostra Brasileira de Foguetes, que é uma competição nacional em alunos de todo o Brasil, constroem e lançam foguetes com o objetivo que eles percorram a maior distância possível.

Escreva uma carta, ou um manual de instruções indicando para o seu amigo o que ele deve considerar para construir e lançar o foguete. Comece indicando os materiais que devem ser utilizados. Indique também, as características que esses materiais devem possuir, para que o foguete percorra a maior distância possível. Em seguida, aponte como o foguete deve ser construído. Aponte também, como o foguete deve ser lançado. Depois explique, os tipos de movimentos que existem, e classifique o movimento é realizado pelos foguetes. Na parte final da carta, escreva as equações que regem o movimento realizado pelos foguetes. Nas equações, aponte quais grandezas devem ser alteradas para: i. Atingir um objeto no chão, por exemplo, o centro de um campo de futebol; ii; Atingir um objeto a uma determinada, por exemplo, a ponta de um mastro de hastear bandeiras.

## Orientações aos professores

Na seção final apontamos algumas indicações importantes para a implementação da SEI aqui descrita. Segundo Bellucco (2015) essa perspectiva de ensino foi estruturada no Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LAPEF) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, a partir da sistematização de diversas pesquisas realizadas por seus mestrandos e doutorandos e de ampla revisão bibliográfica nos principais periódicos de ensino de ciências

Carvalho (2011) apresenta alguns pontos relevantes para a construção de conhecimentos pelo indivíduo que devem ser considerados no planejamento das SEIs:

- 1- A relevância de um problema para um início da construção do conhecimento.
- 2- A passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.
- 3- A importância da tomada de consciência dos próprios atos para a construção do conhecimento.
- 4- As diferentes etapas das explicações científicas.

E Carvalho (2013) propôs uma organização do processo de ensino-aprendizagem em torno de uma SEI que ela caracteriza como:

Na maioria das vezes a SEI inicia-se por um **problema**, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de **sistematização do conhecimento** construído pelos alunos. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a **contextualização do conhecimento** no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO 2013, p.9, grifo nosso).

Constata-se que em uma SEI há um ciclo investigativo caracterizado em três etapas, quais sejam:

Etapa I: **Apresentação do problema** – nessa etapa o professor contextualiza o conteúdo a ser abordado, apresenta um problema, que na resolução os alunos constroem e compreendem o conteúdo desejado. Também faz parte dessa etapa, o levantamento de hipóteses que possam levar à solução do problema, a elaboração de um plano de trabalho e a verificação de quais hipóteses são verdadeiras e quais são falsas.

Etapa II: **Sistematização do conhecimento** adquirido ou construído pelos alunos – nessa etapa os alunos são colocados em um grande grupo, o professor relembra o problema inicial e

pergunta “Como” os alunos o resolveram, depois ele pergunta “Por que” os alunos fizeram dessa forma. É nessa etapa que os alunos passam da ação manipulativa para a intelectual. A explicação causal leva à procura de um conceito que explique o fenômeno observado na resolução do problema.

**Etapa III: Contextualização do conhecimento** – pode ser feito de diferentes formas, uma das mais simples de fazê-la é perguntando “No seu dia a dia onde esse fenômeno pode ser observado?”. Normalmente, no EF I, quando as crianças ainda têm dificuldades para escrever e estruturar ideias de maneira formal, se conduz esse momento de forma mais simples. Outras formas de se fazer a Contextualização do Conhecimento é solicitando que os estudantes escrevam textos em diferentes gêneros literários, por exemplo, música, paródia, poesia, manual de instrução, carta fictícia e assim por diante.

Ao longo da proposição contextualizada do da SEI, o professor precisa estar atento ao que os alunos falam e, fazer adaptações em seu planejamento a fim de direcionar as discussões realizadas. As discussões durante a proposição do problema podem indicar uma familiaridade maior ou menor com a temática lançamento de foguetes. Por exemplo, se os alunos mencionarem diferentes tipos de foguetes, diferentes formas para se lançar foguetes de garrafas PET e a necessidade de plataformas de lançamentos para alguns tipos de foguetes, isso indica uma maior familiaridade com a temática.

Após a proposição do problema é o momento de apresentar o aparato experimental, no caso SEI descrita nesse Produto Educacional a base de lançamento os materiais que serão utilizados na construção dos foguetes. Ao manipular esses materiais o professor precisa tomar cuidado para não dar a resposta aos alunos indicando a eles como construir ou como lançar os foguetes.

Da mesma forma, durante o levantamento das hipóteses, o professor deve verificar se as equipes compreenderam o que está sendo solicitado, tendo o cuidado de não dar a solução nem mostrar como manipular o material para obtê-la.

Nesse mesmo sentido, o momento de compartilhar as hipóteses pode ajudar as equipes com menor apropriação do problema a se apropriarem melhor, pois ao verem as hipóteses dos colegas fica mais fácil levantar as próprias hipóteses. Para que esse momento seja ainda mais proveitoso, o professor pode solicitar que uma equipe aponte os pontos fortes os pontos fracos das hipóteses pela outra equipe.

Na aula dedicada ao teste de hipóteses, o lançamento dos foguetes também é importante que o professor não direcione a forma como os foguetes devem ser lançados. Cabe ao professor instigar os alunos, lembrar hipóteses que foram levantadas em aulas anteriores.

Sugere-se que na sistematização do conteúdo os alunos estejam dispostos em um semicírculo e todas as equipes devem apontar como construíram e lançaram seus foguetes. Essa atividade é importante pois, “ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado” (CARVALHO, 2013, p. 12). Depois vem “Por que vocês acham que deu certo?” ou “Como vocês explicam o porquê de ter dado certo?” (CARVALHO, 2013, p.12) Ou talvez duas perguntas específicas de nossa SEI “O que tem nesse foguete faz ele ir mais longe?” “E nesse outro, o que falta para ele ir longe?” “Na medida que as explicações forem surgindo o professor pode ajudar os a fim de que as explicações específicas tornem se gerais. Talvez seja interessante explicar aos alunos, que é através dessa discussão que eles vão compreender por que deu certo, o que fez o esse objeto em particular ir mais longe e a explicação do que fez esse objeto em particular ir mais longe pode ser generalizado para todos os objetos que são lançados.

Para encerrar a SEI, é preciso uma atividade avaliativa que vise a sistematização individual do conhecimento, pois “inovações didáticas devem estar ligadas a inovações na avaliação” (CARVALHO, 2013, p. 10). Assim, a atividade avaliativa que propomos, é que os alunos escrevam uma carta, indicando a um amigo como construir e lançar foguetes de garrafas PET.

Salientamos que, em caso de dúvidas, a discussão e a análise da implementação da SEI, bem como uma breve revisão de literatura sobre o Ensino por Investigação, além das considerações gerais sobre a pesquisa que resultou na elaboração desta SEI, podem ser encontrados na dissertação de Forster (2019), que deu origem a este Produto Educacional.



## Sugestões de Leitura

Nesta seção apresentamos algumas sugestões de leitura para que o professor possa aprimorar seus conhecimentos sobre o Ensino por Investigação

ALMEIDA, Andrey G. F. **As ideias balizadoras necessárias para o professor planejar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa**, 2014. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP).

AZEVEDO, Lidiany B. S.; FIREMAN, Elton C. Sequência De Ensino Investigativa: problematizando aulas de ciências nos anos iniciais com conteúdos de eletricidade. **REnCiMa: Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Cruzeiro do Sul, v.8, n.2, p.143-161, 2017.

BAPTISTA, Carla M. F. **Gravitação no Ensino Médio sob uma Perspectiva Investigativa**. Joinville: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias – Universidade do Estado de Santa Catarina. Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, 2017. Dissertação de Mestrado.

BAUMER, Ana Luiza. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio sob uma Perspectiva Investigativa: A Irradiação de Alimentos**. Joinville: Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias – Universidade do Estado de Santa Catarina. Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, 2017. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://www.cct.udesc.br/?id=2268>.

BELLUCCO, Alex. **Argumentação Matemática em Aulas Investigativas de Física**. 2015. 251f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-12052015-135710/pt-br.php>. Acesso em: 09 jul. 2019.

BILESKEI, Aline F. **As concepções de professores sobre as Feiras de Ciências organizadas pela Gerência Regional de Educação de Jaraguá do Sul**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Santa Catarina, Jaraguá do Sul. 2015.

BILESKEI, Aline F. **Projetos investigativos em feiras de ciências: um guia de sugestões para professores da educação básica**. 2018. Dissertação de Mestrado e Produto Educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2018.

BORGES, Antônio T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v 19, nº. 3: p 291-313, dez. 2002.

BROCKINGTON, José G. O. **A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 268. 2005.

CALEGARI, Mario H. **Sequência de Ensino Investigativa Sobre Previsão do Tempo Para o Ensino Médio**. Joinville: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias – Universidade do Estado de Santa Catarina. Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, 2017. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, Marcos Daniel. (org.) **O Uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia/MG: EDUFU, 2011.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 01-15.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F.M. T.; GRECA, I. M. (Eds.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. 2.ed. Ijuí: Unijuí, v. 1, p. 13 - 47, 2011.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CLEMENT, Luiz. **Resolução de Problemas e o Ensino de Procedimentos e Atitudes em Aulas de Física**. Santa Maria/RS: UFSM, 2004. (Dissertação de Mestrado).

CLEMENT, Luiz. **Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física**. Florianópolis/SC: UFSC, 2013. (Tese de Doutorado).

GIL PEREZ, Daniel; CASTRO, Pablo Valdés. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155 – 163, 1996.

GIL PÉREZ, Daniel. et al. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.2, p.311-320, 1999 a.

GIL PÉREZ, Daniel. et al. ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? **Enseñanza de las ciencias**, v.17, n.3, p.503-512, 1999 b.

GIL PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. **La Resolución de Problemas de Física: una didáctica alternativa**. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia: ed. Vicens-vives, 1987.

LETTA, Lucélia A. **As ações do (a) professor (a) no ensino fundamental I ao aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI)** São Paulo 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

LIMA, Vania M. **Uma sequência de ensino investigativa em aula de ciências do 9º ano de uma escola pública: reflexões e apontamentos sobre o aprendizado de conceitos, procedimentos e atitudes**. Ouro Preto/SP 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Área de Concentração: Química.

MENEGAT, Tania M. C.; CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo. A. Textos de divulgação científica em aulas de física: uma abordagem investigativa. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Anais do VI ENPEC**, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

MORAES, Tatiana S. V. **O desenvolvimento de processos de investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental**. 2015. 206 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

NICOCELLI, Jonny. **A produção científica estudantil na feira de ciências**: Um estudo sobre a produção científica apresentada por estudantes do ensino médio na feira de ciências da região de Jaraguá do Sul. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Santa Catarina, Jaraguá do Sul. 2014.

SÁ, Eliane F. et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Anais do VI ENPEC**, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

SASSERON, Lúcia H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula / Lúcia Helena Sasseron; orientação Anna Maria Pessoa de Carvalho. São Paulo: s.n., 2008. 265 p. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) -Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

SASSERON, Lúcia H. Ensino de Ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, p. 1061-1085, 2018.

## Referências

- As primeiras olimpíadas em **Só História**, 2018. Disponível em <<http://www.sohistoria.com.br/ef2/grecia/p6.php>> Acesso em: 17 de outubro de 2018
- CARDOSO, Luísa Rita. **Guerra Fria. Infoescola**, 2018. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/historia/guerra-fria/>>. Acesso em 17 de outubro de 2018.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 01-15.
- CHASSOT, Ático. **A ciência através dos tempos**. 2 ed. reform. – São Paulo: Moderna, 2004.
- FORSTER, Odirlei. **Estudo de Cinemática sob uma Perspectiva Investigativa nos Anos Finais do Ensino Fundamental: Foguetes de Garrafas Pet: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias – Universidade do Estado de Santa Catarina**. Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, 2019. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://www.udesc.br/cct/ppgecmt>.
- PINTO, Tales Dos Santos. **"O que é Guerra de Troia?"**; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/historia/o-que-e-guerra-troia.htm>>. Acesso em 17 de outubro de 2018.
- Ser protagonista: Física, 1º ano: ensino médio/obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM; editor responsável Ângelo Stefanovits**. – 2 ed. – São Paulo: Edições SM, 2013.
- Tutorial para utilização do Tracker** disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html> Acesso em 20 de outubro de 2018.
- Tutorial para construção da base de lançamentos** disponível em: <http://www.oba.org.br/site/> Acesso em 10 de outubro de 2018.