

Ministério da Educação
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Campus Cedeteg

SERGIO ANTONIO CASAGRANDE JUNIOR

**O USO DE FOGUETE DE PRESSÃO PARA AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO
APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON**

**Produto educacional apresentado à
Universidade Estadual do Centro-Oeste, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências Naturais e
Matemática – PPGEN, para a obtenção do título
de Mestre.**

Prof. Dr. Ricardo Yoshimitsu Miyahara - Orientador

GUARAPUAVA, PR

2020

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO | 3 |
| 1. A abordagem significativa de Ausubel | 5 |
| 2. O USO DA PLATAFORMA PHET COLORADO | 12 |
| 3.CONSTRUÇÃO DO FOGUETE | 16 |
| 3.1 MATERIAL NECESSÁRIO | 16 |
| 3.2. MONTANDO OS GRUPOS | 18 |
| 3.3. CONSTRUÇÃO DO FOGUETE E DO CILINDRO DE AR | 18 |
| 4. IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO | 27 |
| 4.1 QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO | 27 |
| 4.2 Uso DA PLATAFORMA PHET COLORADO | 28 |
| 4.3 CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DO FOGUETE DE PRESSÃO..... | 29 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 31 |
| REFERÊNCIAS..... | 32 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Estrutura Cognitiva..... | 9 |
| Figura 2 - Passagem da Aprendizagem mecânica para Significativa..... | 9 |
| Figura 3 - Estratégias para uma Aprendizagem Sigificativa..... | 11 |
| Figura 4 - Intsruições para o uso do Phet | 12 |
| Figura 5: Usando o Phet colorado | 13 |
| Figura 6 - Usando o Phet colorado..... | 14 |
| Figura 7 - Usando o Phet colorado..... | 14 |
| Figura 8 - Usando o Phet colorado..... | 15 |
| Figura 9 - Usando o Phet colorado..... | 15 |
| Figura 10 - Bases de lançamento com ângulos de 30°, 45° e 60° | 17 |
| Figura 11 - Divisão dos grupos | 18 |
| Figura 12 - Montagem do foguete. | 19 |
| Figura 13 - Montagem do foguete. | 19 |
| Figura 14 - Montagem do Foguete. | 20 |
| Figura 15 - Montagem do foguete. | 20 |
| Figura 16 - Asa do foguete. | 21 |
| Figura 17 - Foguete de pressão pronto para lançar. | 21 |
| Figura 18 - Montagem do cilindro de ar..... | 22 |
| Figura 19 - Montagem do cilindro de ar..... | 23 |
| Figura - 20 Montagem do cilindro de ar..... | 24 |
| Figura 21 - Montagem do cilindro de ar..... | 25 |
| Figura 22 - Montagem do cilindro de ar..... | 25 |
| Figura 23 - Base de lançamento pronta com o foguete acoplado..... | 26 |
| Figura 24 - Sugestão de questionário diagnóstico..... | 28 |
| Figura 25 - Uso do simulador PHET..... | 29 |
| Figura 26 - Construção do experimento | 29 |
| Figura 27 - Lançamento do foguete | 30 |

INTRODUÇÃO

Este material de apoio tem como intuito o aprimoramento das aulas de Física por meio da experimentação. O ensino de Física tem como objetivo geral o desenvolvimento cognitivo e social do aluno (DCE 2006).

E para que isso aconteça é necessária a busca e aplicação de tecnologias e métodos avançados para que o fenômeno e a correlação com essa nova geração digital tenham êxito e possam render frutos num contexto social, tecnológico e científico.

As leis de Newton geralmente são exemplificadas com situações descritas nos livros didático, sem qualquer construção prática. Se trabalhado de maneira organizada e com objetivos específicos, acredita-se que a experimentação nas aulas de Física pode servir como âncora para a busca de novos conhecimentos. O uso de plataformas digitais como o simulador Phet colorado, auxilia na compreensão dos fenômenos em situações ideais. Nele, também é possível ajustar variáveis e simular situações não ideais que se aproximam das situações reais obtidas em experimentos.

A construção de um foguete de pressão feito com garrafa PET pode servir como organizador prévio de conceitos e auxiliar na construção cognitiva dos alunos para que eles possam entender as Leis de Newton na prática e fazer correlação com outras frentes de Física. Conceitos como Inércia, Força resultante e princípio da Ação e Reação são fundamentais para a construção de novos conceitos como, Energia, Dinâmica Impulsiva e Rotacional, entre outros. As Leis de Newton podem ser consideradas como base da Física no Ensino Médio, e utilizar recursos variados para sensibilizar os alunos da sua importância é foco de estudo desse material.

Para isso, este material tem como objetivo auxiliar no uso de materiais de baixo custo, para montar experimento de lançamento de foguete com garrafa PET aliado a simuladores para que os estudantes tenham uma aprendizagem significativa em Física, correlacionando os conceitos das Leis de Newton com o cotidiano de cada um.

Inicialmente este material apresenta uma breve abordagem sobre a Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel e Organizadores Prévios e Materiais Potencialmente Significativos de Marco Antonio Moreira. Na sequência, é apresentado como utilizar o Phet Simulações Interativas, produzido pela Universidade de Colorado Boulder e a construção do foguete de garrafa PET. No final é apresentado uma opção de implementação da atividade.

1. A abordagem significativa de Ausubel

A abordagem significativa de Ausubel trata de conhecimentos prévios que os alunos carregam e esta será a base para construir novos conceitos numa frente progressiva e construtivista.

Durante o período escolar os alunos vão criando de maneira não arbitrária, subsunçores que lhes serão úteis para incorporar novos conceitos, sendo o papel do educador essencial para mediar esse conhecimento. Na fase adulta ocorre o processo de assimilação, no qual o conhecimento interage de forma não arbitrária e não literal com conhecimentos prévios de grande relevância. A partir desse processo o conhecimento prévio torna-se âncora e adquire novos significados tornando-se assim uma relação de subordinação, uma aprendizagem significativa subordinada.

No ensino médio busca-se criar subsunçores nas aulas de Física com conceitos prontos que estão nos livros didáticos, mas se o professor partir para atividades de experimentação, como por exemplo, construir subsunçores com a construção de foguetes de pressão impulsionados com água e feitos com garrafas PET e materiais de baixo custo para sensibilizar os alunos sobre como as Leis de Newton, os mesmos poderão ver tais Leis do início ao fim do lançamento e poderão relaciona-las com outras situações cotidianas.

Subsunçores

Ausubel buscou alicerce em sua experiência pessoal e profissional para atribuir significado ao que se pudesse ensinar aos alunos (MASINI, 2012), sempre ancorando novos conhecimentos com os conhecimentos que eles já possuíam. Esses conhecimentos que os alunos carregam de suas experiências de vida Ausubel os chamou de subsunçor. Um subsunçor é uma ideia existente na parte cognitiva do indivíduo e que possibilita a assimilação de novos conceitos (BARROQUEIRO; AMARAL, 2012).

Os primeiros subsunçores surgem ainda na infância quando a criança começa a aprender de forma arbitrária todos os nomes e fenômenos que ela observa. Como cita Moreira (2010, p.10):

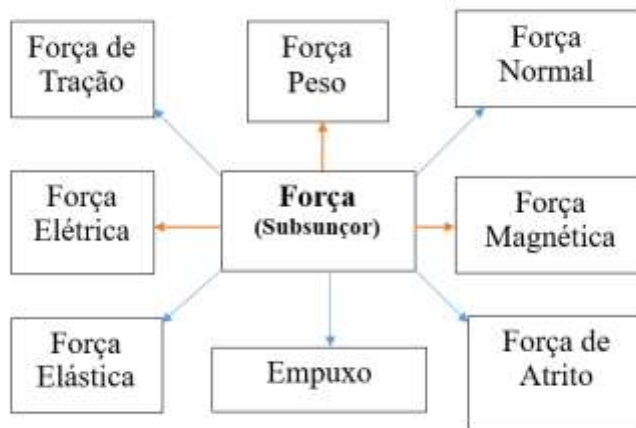
...”quando uma criança se encontra pela primeira vez com um gato e alguém lhe diz “olha o gato”, a palavra gato passa a representar aquele animal especificamente. Mas, logo aparecem vários outros animais que também são gatos, embora possam ser diferentes em alguns aspectos, e outros que não são gatos, apesar de que possam ser semelhantes aos gatos em alguns aspectos”.

Um subsunçor é um conhecimento prévio que o aluno carrega e que pode auxiliá-lo a aprender de maneira significativa novos conceitos, podendo ser uma preposição, um modelo ou uma simples representação, desde que esteja interagindo com o que se propõe ensinar. De acordo com Moreira (2010, p. 4), esse amadurecimento na diferenciação de subsunçores podem variar de acordo com o tempo:

A clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. Trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático, que pode evoluir e, inclusive, involuir..

Os subsunçores são parte da estrutura cognitiva dos indivíduos que servem para qualquer ramo do conhecimento e podem ser acessados facilmente quando eles percebem uma relação entre o que foi aprendido anteriormente e o que se pode relacionar com o novo de maneira hierárquica num processo por diferenciação progressiva e reconciliação integradora de conceitos (Moreira 2010 a).

Segundo Moreira (1999 e 2010), a diferenciação progressiva acontece quando o aluno ou determinado indivíduo atribui valores significativos a determinado subsunçor que foi utilizado de maneira repetitiva para relacionar com novos conhecimentos. Pode-se citar como exemplo o conceito de força que é utilizado em todos ramos da Física. Então se o aluno entendeu o conceito de força, conseguirá relacioná-lo com facilidade com os novos conhecimentos que estarão por vir e tornar esse subsunçor uma poderosa ferramenta para entender os fenômenos e diferenciá-los. O esquema abaixo representa o conceito força como subsunçor utilizado numa aprendizagem significativa por diferenciação progressiva:



Diferenciação Progressiva do Conceito de Força.

Fonte: Elaborada pelo autor

Moreira (2010) ressalta que, quando um subsunçor interage de maneira sucessiva, ele vai adquirindo novos significados, mais polido e diferenciado, sendo capaz de servir de âncora para novas aprendizagens significativas.

A reconciliação integradora consiste em realizar novas ordens e integrar novos conceitos significativos ocorrendo simultaneamente com a diferenciação progressiva e fazer sopeordenações.

Moreira (2010, p. 7) ressalta que:

“Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas. A diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é mais comum, e a reconciliação integradora tem mais a ver com a aprendizagem significativa superordenada que ocorre com menos frequência.”

Organizadores prévios e materiais potencialmente significativos

Quando o aluno não possui subsunçores para adquirir novos conhecimentos, busca-se organizadores prévios, que podem ser representados por conceitos que requerem um certo grau de abstração ou demonstrações experimentais que possam, de maneira geral, criar um conceito inclusivo. Como afirma Moreira (2010a, p.11),

...organizadores prévios devem ajudar o aprendiz a perceber que novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente, a subsunções que existem em sua estrutura cognitiva prévia.

Os organizadores prévios não possuem uma definição precisa, porque depende do que se está sendo estudado. Eles são materiais introdutórios em um nível mais alto de generalidade e inclusividade, baseado no conhecimento do indivíduo, que serviria de conexão com os conhecimentos que o aluno tem com aqueles que o aluno deveria carregar em seu cognitivo para que o material tivesse um caráter potencialmente significativo (MOREIRA, 2010a).

Atualmente é priorizado nas escolas uma aprendizagem mecânica no qual o aluno aprende por repetição, como decorar a tabuada, ou quando são apresentadas fórmulas nas aulas de Física, nas quais o que se prioriza é o imbróglio matemático e não o conceito físico do fenômeno que está sendo trabalhado.

Nesse sentido, para que o aluno possa adquirir novos conceitos e fugir da aprendizagem mecânica, é necessária a elaboração de materiais potencialmente significativos que possam ser organizados na estrutura cognitiva do aluno de forma clara e com uma sequência lógica no grau de dificuldade, sendo capaz de fazer uma relação direta entre seus conhecimentos prévios e o novo conhecimento.

Passagem de uma Aprendizagem Mecânica para uma Aprendizagem Significativa.

A aprendizagem mecânica geralmente está associada a conceitos com pouca relevância na estrutura cognitiva, não havendo interação entre o novo conhecimento e aquele já armazenado. Já na aprendizagem significativa, os conhecimentos prévios do aluno servem de âncora para os novos conceitos e assim criando conexões na estrutura cognitiva.

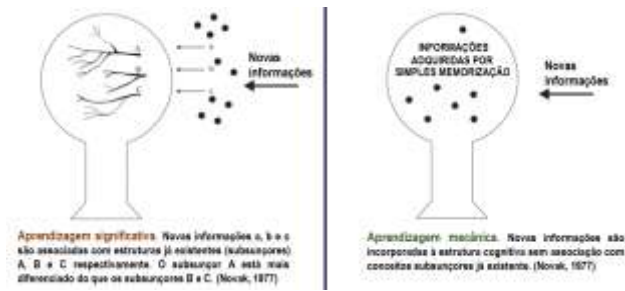


Figura 1 - Estrutura Cognitiva

Fonte: Moreira 2012

Moreira (2010) destaca a importância de que a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa não são dicotômicas e estão ao longo de um mesmo contínuo e existe uma zona cinza entre elas, ou seja, parte do processo de aprendizagem ocorre nessa zona, como sugere a figura abaixo:

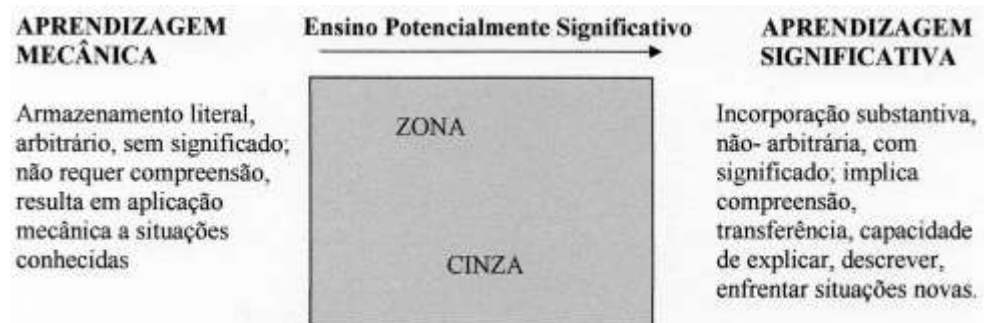


Figura 2 - Passagem da Aprendizagem mecânica para Significativa

Fonte: Moreira (2011, p.32)

A transposição do conhecimento de uma aprendizagem mecânica para uma aprendizagem significativa acontece de maneira não natural sendo necessária o uso correto de subsunçores para que numa perspectiva progressista o aluno possa romper estruturas cognitivas e dar continuidade aos novos conceitos que estão sendo abordados. Vale ressaltar que a aprendizagem significativa é dependente de captação de significados (Gowin, 1981) e que pode levar tempo, pois haverá uma longa negociação de significados entre o professor e aluno. Esses significados dependem de situações-problema e das situações de aprendizagem.

Aprendizagem receptiva:

Ocorre quando o indivíduo não precisa descobrir para aprender. Ela é obtida quando um professor apresenta um conteúdo novo podendo ser utilizado experimentos, filmes ou simulações de computador para a introdução do conteúdo. Segundo Moreira(2010) a aprendizagem por recepção requer um esforço na aluno, relacionar o ele carrega na sua estrutura cognitiva e ancorar de maneira progressiva e reconciliadora.

....a aprendizagem significativa receptiva requer muita atividade cognitiva para relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva, envolvendo processos de captação de significados, ancoragem, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Nesse conjunto, o professor tem o papel de apresentar subsunçores com grau de hierarquia é fundamental para que o aluno possa desenvolver habilidades e fazer um paralelo entre o que carrega em sua estrutura cognitiva com o que está sendo vigente.

Aprendizagem por descoberta:

A aprendizagem por descoberta é aquela no qual a criança ou adulto aprende por situações práticas que envolvem seu cotidiano e não é necessariamente uma aprendizagem do tipo significativa, pois não depende de conhecimentos prévios e não há necessidade de subsunçores para ele adquirir novos conhecimentos. Esse tipo de aprendizagem geralmente ocorre de maneira arbitrária e não literal.

Moreira (2010) destaca que o indivíduo não aprende apenas por descoberta ou por recepção, existe uma zona intermediária entre esses dois tipos de aprendizagem e uma transição entre o que se descobre associando-se com o que é recebido.

A figura abaixo representa uma relação entre aprendizagem significativa x aprendizagem mecânica com aprendizagem receptiva x aprendizagem por descoberta:

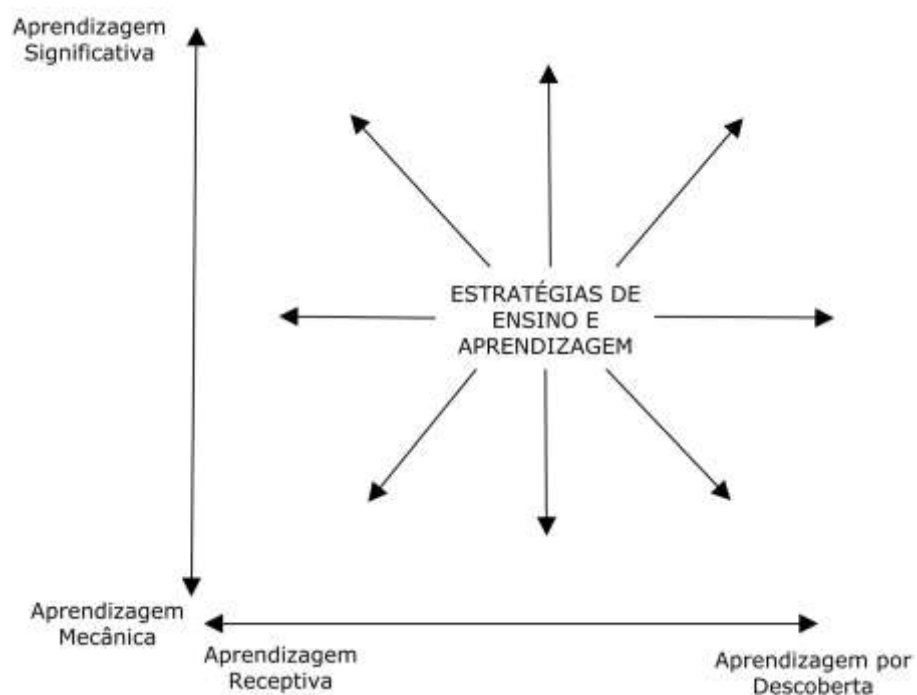


Figura 3 - Estratégias para uma Aprendizagem Significativa

Fonte: Moreira 2012

2. O USO DA PLATAFORMA PHET COLORADO

O uso de computadores e celulares estão cada dia mais presente no cotidiano do aluno e pode ser tornar uma poderosa ferramenta didática para o ensino de ciências, alcançando principalmente as escolas que não possuem laboratórios ou lhes faltam recurso para a compra de materiais. Nesse sentido (Macedo et al., 2012) destaca a importância de construir determinados conhecimentos com aprendizagens colaborativas e que sirvam de ferramenta para o desenvolvimento cognitivo do aluno.

O simulador Phet é uma ferramenta on-line gratuita podendo ser acessada pelo site <https://phet.colorado.edu/pt/> onde o aluno pode encontrar simulações em Física, Química, Matemática, Biologia e Ciências da Terra. Foi fundado em 2002 pelo ganhador do prêmio Nobel Carl Wieman, com a intenção de criar um ambiente de games onde os alunos possam aprender através da descoberta e exploração.

Para os professores, existem vídeos demonstrativos de exploração do simulador e sugestões para aulas, basta clicar no link “ensinado” e assisti-los.

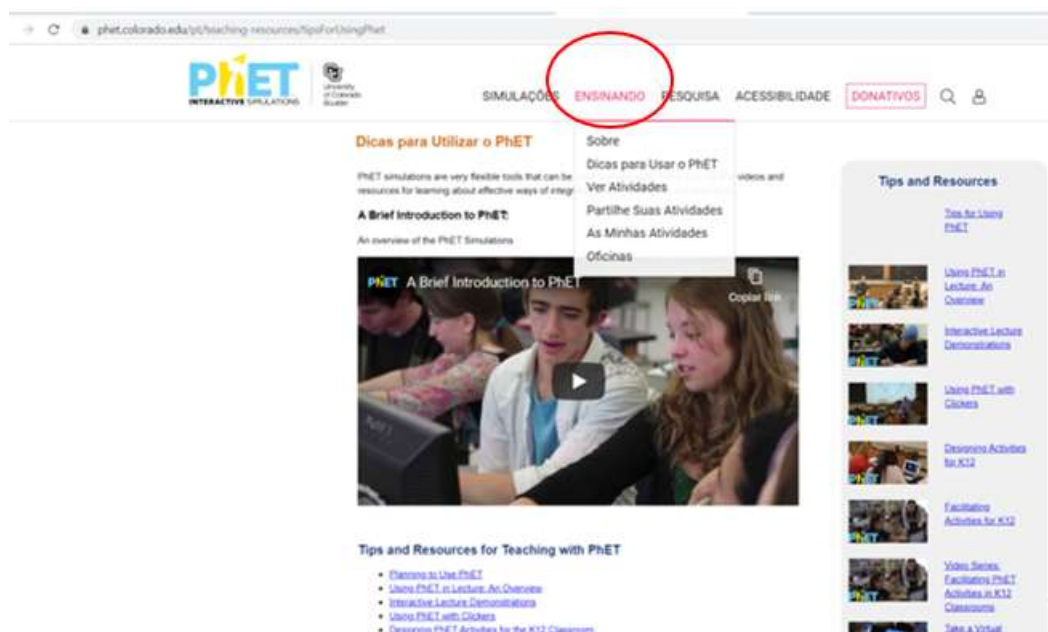


Figura 4 - Instruções para o uso do Phet
Fonte: Phet Colorado, 2020.

Com o simulador Phet é possível simular situações Físicas que o professor trabalha em sala de aula e possibilita ao aluno um aprendizado mais interativo e significativo. Falchi e Fortunato (2018, p. 440), relatam que:

“Em uma experimentação particular, o filho da pesquisadora demonstrou grande interesse pela simulação e melhorou bastante seu desempenho escolar em matemática, especificamente na tabuada.”

O simulador Phet pode auxiliar alunos que tenham dificuldade de abstração e dificuldade com memorização e, através dessa interação por games, pode tornar os conteúdos mais atrativos e divertidos.

Para as aulas de mecânica pode-se, entre outras simulações, trabalhar o lançamento de projéteis em movimentos oblíquos. Basta clicar na disciplina “Física”, “ Movimento” e depois “ Movimento de projéteis”, conforme as figuras abaixo:



Figura 5: Usando o Phet colorado

Fonte: PHET Colorado, 2020.

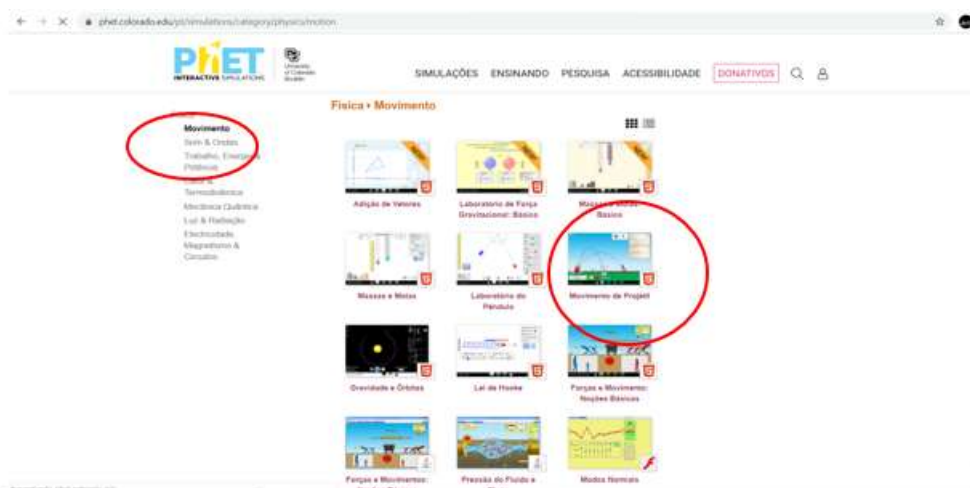


Figura 6 - Usando o Phet colorado

Fonte: PHET Colorado, 2020.

Nas aulas de cinemática e dinâmica o professor pode variar velocidade, massa, testar diferentes corpos, representar grandezas vetoriais que atuam no corpo durante o movimento e ainda variar os ângulos de lançamento.

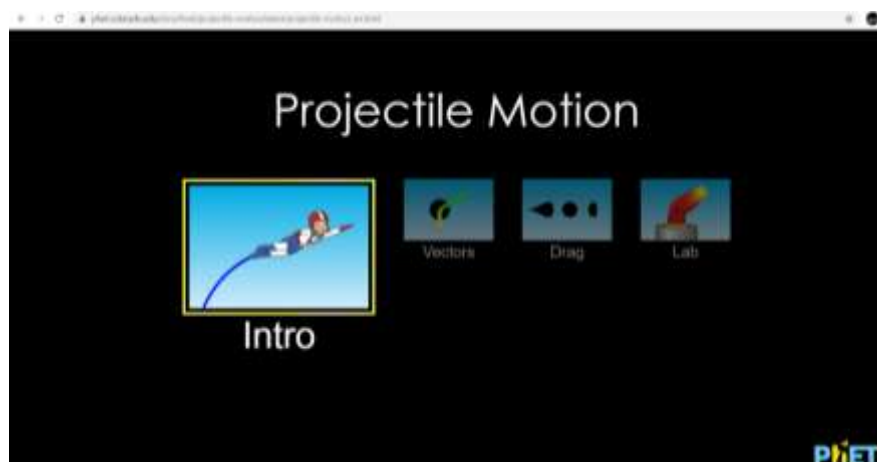


Figura 7 - Usando o Phet colorado

Fonte: PHET Colorado, 2020



Figura 8 - Usando o Phet colorado

Fonte: PHET Colorado, 2020



Figura 9 - Usando o Phet colorado

Fonte: PHET Colorado, 2020

A forma como foi utilizada e a maneira que o professor utilizou esse programa serão analisados mais à frente.

3.CONSTRUÇÃO DO FOGUETE

Para a construção do foguete de pressão recomenda-se no mínimo duas aulas, pois além do foguete, é necessário também a construção do cilindro de ar e de uma base de lançamento, caso o professor não tenha à sua disposição.

3.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS

Os materiais necessários para a construção do foguete são encontrados em qualquer loja de materiais de construção com um preço relativamente baixo e que poderá ser dividido entre os integrantes de cada grupo. O professor deverá ter o cuidado de pedir aos alunos todos os materiais com uma semana de antecedência, pois as garrafas pet usadas para a construção do foguete deverão ser idênticas para obter-se uma aerodinâmica mais satisfatória.

Lista de materiais para a construção do foguete:

2 garrafas pets

1 rolo de fita adesiva

1 rolo de fita isolante

1 pasta plástica de tamanho A4

1 tesoura

1 transferidor 360°

Lista de materiais para construção do cilindro de ar do foguete:

1 cola plástica

1 válvula de pneu de bicicleta

1 cano de PVC com 50cm de comprimento e 50mm de diâmetro

1 tampa de PVC (Cap) de 50mm de diâmetro com um furo central com aproximadamente 15mm de diâmetro

1 redutor de 50mm de diâmetro para 20mm de diâmetro.

1 luva de PVC de 50mm de diâmetro

2 canos de PVC com 25 cm de comprimento de 20mm de diâmetro

1 cano de PVC com 35 cm de comprimento de 20mm de diâmetro

1 canos de PVC com 10 cm de comprimento de 20mm de diâmetro

1 abraçadeira de metal para os tubos de 20mm de diâmetro

1 cano de PVC de 40mm de diâmetro com 10 cm de comprimento

6 abraçadeiras de plástico

Base do foguete:

A base do foguete foi construída em madeira reutilizada de um guarda-roupa que estava no lixo reciclável próximo à residência de um aluno da turma.



Figura 10 - Bases de lançamento com ângulos de 30°, 45° e 60°

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, fevereiro de 2020

3.2. MONTANDO OS GRUPOS

Para a preparação da construção do foguete é necessário separar a turma em grupos porque proporcionará uma interação entre os alunos, reduzirá o custo do material por aluno e incentivará a troca de ideias para o desenvolvimento do projeto. Na turma no qual foi desenvolvido esse trabalho, tinha 36 alunos nos quais foram divididos em 6 grupos com 6 alunos cada. O professor escolheu aleatoriamente 6 alunos como representante de cada grupo e na ordem (do grupo 1 ao grupo 6) eles iam escolhendo um a um os seus integrantes.



Figura 11 - Divisão dos grupos

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020

3.3. CONSTRUÇÃO DO FOGUETE E DO CILINDRO DE AR

Essa etapa do projeto é relativamente a mais trabalhosa. Cabe ao professor explicar o passo a passo para a construção do foguete e da base. Recomenda-se no mínimo duas aulas e se não der tempo, os alunos terão que terminar essa atividade em suas residências.

Para a construção do foguete, são necessárias duas garrafas pet idênticas, sendo que uma será recortada e a outra permanecerá intacta.

Segue, nas figuras, uma sequência de fotos que indicarão um passo-a- passo para a construção do foguete de pressão e do cilindro de ar:

1° Reservar duas garrafas idênticas:



Figura 12 - Montagem do foguete.

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

2° Recortar uma das garrafas nos locais indicados, recomendando-se fazer um rasgo com um estilete e cortar com a tesoura:



Figura 13 - Montagem do foguete.

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.



Figura 14 - Montagem do Foguete.

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

3° acoplar o balão com um pouco de água na parte que será o bico do foguete. Esse procedimento é importante porque desloca o centro de massa para o centro do foguete, gerando maior estabilidade.



Figura 15 - Montagem do foguete.

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

4° Fazer um molde para as asas do foguete e recortá-las com um material resistente. Sugere-se o uso de uma pasta plástica ou papelão duro para essa etapa.

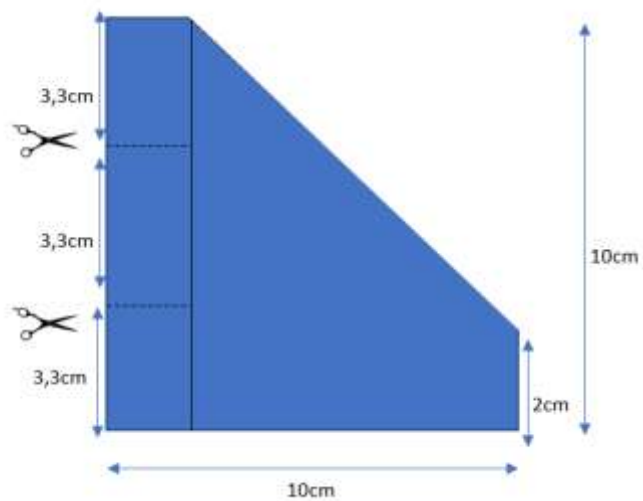


Figura 16 - Asa do foguete.

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

5° Unir as partes recortadas com a garrafa intacta. Sugere-se o uso de fita isolante para esse acoplamento e com o auxílio de um transferidor, dividir a circunferência da base do foguete em 4 partes iguais e colar as asas.



Figura 17 - Foguete de pressão pronto para lançar.

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

6° Para a construção do cilindro de ar, começar furando a tampa (Cap) e acoplando a válvula no centro e depois colar no tubo de 50mm.



Figura 18 - Montagem do cilindro de ar.

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

7° Colar a luva de 50mm com o redutor de 50mm para 20mm e associar ao cano de 50mm.



Figura 19 - Montagem do cilindro de ar.

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

8° Aquecer uma das pontas do cano de 20mm com 35 cm de comprimento para fazer uma luva para o cano de 20mm que possui 10 cm de comprimento. Colar as duas partes e associar com o cilindro de ar.



Figura - 20 Montagem do cilindro de ar.
Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

9° Com o auxílio de uma garrafa PET vazia, associar a braçadeira de metal com as abraçadeiras plásticas na posição na qual o foguete ficará preso. Apertar a braçadeira metálica e colocar a fita veda-rosca até a garrafa PET ter um pouco de dificuldade para entrar.



Figura 21 - Montagem do cilindro de ar
Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020

10° Fazer dois furos no tubo de 40mm com 10 cm de comprimento e amarrar um barbante para servir de gatilho.



Figura 22 - Montagem do cilindro de ar
Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020

11° Acoplar o cilindro de ar e o foguete à base de lançamento e começar a efetuar os disparos.



Figura 23 - Base de lançamento pronta com o foguete acoplado.

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

A implementação desse projeto é sugerida que seja em dezessete aulas, conforme o cronograma abaixo:

| | |
|--|---|
| 1ª aula | Sondagem quanto aos conteúdos de mecânica. |
| 2ª aula | Aplicação de um questionário para uma avaliação diagnóstica dos alunos. |
| 3ª aula 4ª aula | Revisão dos conteúdos de cinemática abordando conceitos como velocidade, aceleração e deslocamento. |
| 5ª aula 6ª aula | Aula com o simulador Phet Colorado com simulações do lançamento oblíquo de projéteis. |
| 7ª aula | Organização dos grupos para a construção de um foguete de garrafa PET e o cilindro de ar. |
| 8ª aula 9ª aula | Construção do foguete e cilindro de ar. |
| 10ª aula 11ª aula | Explicação em sala de aula os conceitos de força, aceleração, inércia e princípio da ação e reação. |
| 12ª aula 13ª aula 14ª aula 15ª aula | Lançamento dos Foguetes |
| 16ª aula 17ª aula | Retomada dos conteúdos de dinâmica com aplicabilidade das leis de Newton no cotidiano dos alunos |

4.1 Questionário diagnóstico

Para a implementação desse projeto, sugere-se fazer uma abordagem de conteúdos relativos à dinâmica e revisão dos conteúdos de cinemática. Um questionário, como no exemplo a seguir, poderá diagnosticar quais conceitos o aluno traz.

Colégio Mater Dei
Pato Branco...../...../.....
Aluno(a).....n°.....

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

- 1) Defina com suas palavras os conceitos físicos abaixo:
 - a) Velocidade:

 - b) Aceleração:

 - c) Força Resultante:

- 2) Um corpo pode possuir força sem interagir com outros corpos?

- 3) Qual é o seu entendimento sobre o conceito da ação e reação?

- 4) Para um corpo manter seu movimento é necessário a ação de uma Força Resultante diferente de zero?

- 5) Explique o que você entende por gravidade e Força Gravitacional?

Figura 24 - Sugestão de questionário diagnóstico.
Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020.

4.2 Uso da plataforma Phet colorado

Com a correção do questionário, o professor poderá inicializar sua aula abordando os conceitos de Força e Equilíbrio de um ponto material, fazendo uso do simulador Phet colorado. O aluno irá simular lançamentos oblíquos e poderá visualizar força, velocidade, aceleração e alcance dos diferentes projéteis que estão disponíveis. É importante ressaltar que esses lançamentos podem ser feitos com ou

sem a resistência do ar. O professor poderá comentar sobre situações literais e cotidianas no lançamento oblíquo de objetos.



Figura 25 - Uso do simulador PHET

Fonte: Phet Colorado, 2020.

4.3 Construção e Lançamento do foguete de pressão

Depois de ter trabalhado os conceitos iniciais de dinâmica, recomenda-se o mínimo de duas aulas para a confecção do foguete e do cilindro de ar. O professor deverá ter cuidado porque os alunos estarão utilizando materiais cortantes.



Figura 26 - Construção do experimento

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020

Para o Lançamento, sugere-se levar os alunos à um campo de futebol, pois estarão distantes de residências e centros comerciais que poderiam ser atingidos pelos foguetes.



Figura 27 - Lançamento do foguete

Fonte: Imagens do arquivo pessoal, março de 2020

No dia de lançamento dos foguetes é sugerido que os professores do turno acompanhem os alunos e eles tenham tempo para efetuar os seguintes disparos:

1° Um lançamento teste com qualquer pressão inferior a 80PSI com os três ângulos de lançamento, utilizando sempre 1/3 do volume de do foguete com água. Para gerar pressão dentro do sistema, cilindro de ar – foguete, foi utilizado um compressor elétrico que possuía um manômetro para que os alunos pudessem acompanhar a pressão.

2° Cada grupo deverá fazer um disparo utilizando as três bases (30°, 45° e 60°) com um volume de água constante (1/3 do volume do foguete) e pressão constante de 40PSI para comparar os resultados.

3° Refazer os lançamentos com a mesma pressão, mas com volume de água superior ao do segundo lançamento.

4° Comparar os resultados obtidos e anotar para debate-los.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experimentação nas aulas de Física tem ajudado na aproximação do ensino literal com a ideia construtivista e significativa para o processo de formação do aluno. É possível afirmar que as Leis de Newton podem ser trabalhadas e compreendidas através de um experimento envolvendo a construção e lançamento de um foguete de pressão movido a água. Esse experimento funciona como organizador prévio, através dele é possível criar subsunçores para o entendimento da aplicação das Leis de Newton em outras situações Físicas. Devido a construção no cognitivo, acredita-se que é possível acessar as informações necessárias para resolver as situações problema diferente das apresentadas no experimento.

A aplicação do simulador Phet para ter um pré-conceito do que seria o experimento pode ajudar na organização dos conteúdos e visualização de como as coisas podem ocorrer na prática. Para obter a velocidade inicial de lançamento do foguete sugere-se a filmagem com uso de câmeras dos telefones celulares. Com as imagens pode-se fazer uso de programas como o Tracker para interpretação de dados.

A variação da massa do foguete é uma maneira interessante de explicar o princípio da inércia de maneira qualitativa e quantitativa. A água expelida pelo foguete pode representar o princípio da ação e reação e o professor poderá usar esse subsunçor para relacionar as outras situações cotidianas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- BALOLA, R. **Princípios matemáticos da filosofia natural: a lei da inércia**. 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Clássicos) – Departamento de estudos Clássicos, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa. Disponível em: < <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/5363>> Acesso em 08 janeiro 2020.
- BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; BLINI, R. B. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 31, n. 1, p. 43-49, 16 jun. 2009.
- BEZERRA JR, Arandi Ginane et al. Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.29, n. 1 p. 469-490, ago. 2012. ISSN 2175-7941.
- BEIER, ME, Kim, MH, Saterbak, A, Leautaud, V, Bishnoi, S, Gilberto, JM. The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. **J Res Sci Teach**. v. 56, p.3– 23, 2019.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, jan. 2002.
- BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1998. 174 p. 1. Parâmetros curriculares nacionais. 2. Ensino de quinta a oitava séries. I. Título.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- Castro, R. S. e Cerqueira, F. E. (1992). "Atividades experimentais: canal de interlocução com professores em treinamento". **Rev. Bras. Ens.Fís.**,14 (4): 205-208
- CHAIB, João Paulo Martins de Castro; AGUIAR, Matheus da Costa. Força de inércia: aprofundando o debate. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 142-161, abr. 2016.

DAMASIO, Felipe et al. Luau Astronômico: a formação inicial de professores como divulgadores científicos em ambientes não formais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 3, p. 711-721, abr. 2014.

DUARTE, Sergio Eduardo. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, p. 525-542, ago. 2012.

DWORAKOWSKI, Luiz Antonio; DORNELES, Pedro Fernando; HARTMANN, Ângela Maria. Estudo de gráficos da cinemática através do jogo batalha naval e de atividades robóticas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 532-549, set. 2018.

FALCHI, Lilian de Fatima Oliveira; FORTUNATO, Ivan. Simulador phet e o ensino da tabuada na educação básica: relato de experiência. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, [S.l.], p. 439-452, jan. 2018.

FERRACIOLI, Laercio et al. Ambientes de modelagem computacional no aprendizado exploratório de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, p. 679-707, ago. 2012.

FERREIRA, D. B.; VILLANI, A. Uma reflexão sobre prática e ações na formação de professores para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, 28 nov. 2011.

FERREIRA, Norberto Cardoso. **Proposta de laboratório para a escola brasileira: um ensaio sobre a instrumentação no ensino de Física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - IFUSP/FEUSP. São Paulo, 1978.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo a referência da teoria de Vigotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.2, p. 227-254, 2005.

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

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. de. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física... **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 44, p. 75-92, abr./jun. 2012.

UFRGS. Laboratório didático de Física, UFRGS. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html>, acessado em: 26 mar. 2020.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 4402-4412, Dec. 2009.

LINO DE ARAÚJO, Denise. O que é (e como faz) sequência didática?. **Entrepalavras**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 322-334, maio 2013.

LABURÚ, Carlos Eduardo. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 383-405, set. 2008.

MACÊDO, J. et al. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, Santa Catarina, v. 29, n p. 546-613, 2012. Número especial 2.

MANACORDA, M. A. **História da educação**: da antiguidade aos nossos dias. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010a.

MOREIRA, M. A. **Aprendizaje Significativo Critico**. Boletín de Estudios e Investigación. 2 ed., n. 6, 2010b.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**, 1ª Edição, São Paulo: E.P.U, 1999

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. 1. ed., São Paulo:, LF Editorial, 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, In: **Material de apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras**. PUCPR, 2013. http://www.profjudes.unir.br/uploads/44444444/arquivos/TAS_1518397339.pdf, acesso em 20 de outubro de 2020.

NEWTON, I. Princípios: princípios matemáticos de filosofia natural. **Livro I: O Movimento dos Corpos**. Tradução: Trieste Ricci, Leonardo Gregory Brunet, Sônia Terezinha Gehring e Maria Helena Curcio Célia. São Paulo: Nova Stella/Edusp, 1990..

OLIVEIRA, J.A.B; SILVA,C.J; AQUINO, K.A.S. Aprendizagem Significativa Crítica e Flexibilidade Cognitiva: diálogo metodológico através da construção e validação de uma ferramenta Flexquest para o ensino de Ecologia na educação básica. **Cadernos de estudos e pesquisas na educação básica**, Recife, v.3, n.1, p. 35 – 51, 2017.

OSTERMANN, F. e CAVALCANTI, C.. **Teorias de Aprendizagem** – texto introdutório. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

PINHO ALVES, J. **Atividades experimentais**: do Método a Prática Construtivista. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PHET Simulações Interativas, Universidade do Colorado Boulder, https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html, acesso em 20 de outubro de 2020.

SANTOS, E. I.; FERREIRA, N. C.; PIASSI, L. P. C. Atividades Experimentais De Baixo Custo Como Estratégia De Construção Da Autonomia De Professores De

Física: Uma Experiência Em Formação Continuada. In: **ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**, 9., 2004. Jaboticatubas. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/comunicacoes/co21-1.pdf>> Acesso em: 07/01/2020.

SOARES, Antonio Augusto; MORAES, Leticia Estevão; OLIVEIRA, Franciéle Gonçalves. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 915-933, 2015.

TAKAHASHI, E. K.; CARDOSO, D. C. Experimentação Remota em Atividades de Ensino Formal: um Estudo a Partir de Periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, p. 185-208, 2012.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências e Cognição**, v. 10, n. 4, p. 94, 2007.