

**APRENDIZAGEM ATIVA ASSOCIADA AO USO DE  
SMARTPHONES NO CONTEXTO DE SALA DE  
AULA: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADES  
INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DA  
CINEMÁTICA NO 1 ANO DO ENSINO MÉDIO**

A word cloud featuring various terms related to physics and education. The most prominent word is 'Gustone' in a large, bold, dark font. Other visible words include 'Física', 'Tracker', 'Predizer', 'Esfera', 'White', 'Processo', 'Nedelsky', 'Livre', 'Atividade', 'Moto', 'VidAnalysis', 'FEYRABEND', 'gelo', 'Metodologia', 'Hake', 'SmartParticipação', 'POE', 'Engajamento', 'Explicar', 'Tão Observar', 'OBSERVAÇÃO', 'Praça', 'Contribuição', 'queda', 'Questionamento', 'Champagne', 'MRUV', 'Explicação', 'Catapulta', 'Cinematica', 'Vidanalysis', 'HIPÓTESE', 'Tirolesa', 'Ciências', 'Taxonomia', 'Foguete', 'Queda', 'Trilho', 'Physis', 'Anderson', 'MRU', and 'Ativa Blodfer'.

PRODUTO EDUCACIONAL  
IFES - CARIACICA

**FERNANDO GAGNO JR  
JARDEL DA COSTA BROZEGUINI**

## SUMÁRIO

	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>O MÉTODO PREDIZER, OBSERVAR E EXPLICAR</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>APLICATIVO VIDANALYSIS</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>A SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	<b>9</b>
4.1	AULA 1: PRÉ-TESTE .....	11
4.2	AULA 2: OBJETO DESLIZANDO SOBRE O TRILHO DE AR .....	13
4.3	AULA 3: MOTO NA ESTRADA.....	15
4.4	AULA 4: ESFERA EM MOVIMENTO.....	16
4.5	AULA 5: VISITA À PRAÇA DA CIÊNCIA .....	18
4.6	AULA 6: MOVIMENTO DE QUEDA DE ESFERAS DE AÇO .....	20
4.7	AULA 7: MOVIMENTO DE QUEDA DE BOLAS DE ISOPOR .....	21
4.8	AULA 8: LANÇAMENTO OBLÍQUO SEM RESISTÊNCIA DO AR .....	23
4.9	AULA 9: LANÇAMENTO OBLÍQUO COM RESISTÊNCIA DO AR .....	25
4.10	AULA 10: PÓS-TESTE .....	27
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>29</b>

## APRESENTAÇÃO

Este Guia Didático de Física é um produto educacional resultante de um estudo científico desenvolvido durante os anos de 2017 a 2019 no curso de mestrado profissional do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física do Instituto Federal do Espírito Santo (PPGEFIS), Campus Cariacica. Este estudo abordou a compreensão dos conceitos da cinemática e foi aplicado no 1º ano do ensino médio.

A utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) no ensino de física é um caminho que desperta crescente interesse, seja por sua real utilização nos espaços formais de ensino, seja pelos trabalhos de pesquisa em ensino apresentados à comunidade científica. Assim, o uso crítico e referenciado das TIC's pode colaborar para uma aprendizagem mais efetiva e potencializar oportunidades de uma educação para a emancipação e autonomia, conjugando qualidade acadêmica e tecnologias livres.

A inclusão de tecnologias de informação e comunicação (Tics) nas aulas de física é objeto de estudo de vários pesquisadores, destacando-se, nesta linha, os autores: Calloni (2010); Oliveira (2014); Marques (2015); Meister (2016); Silva (2016) e Santos R. P (2017). Nosso produto educacional para ensino de Física, em essência, faz uso de tecnologias livres, com apelo de baixo custo. Diferenciamos dos demais produtos educacionais apresentados por executar um ensino por investigação em uma sala de aula típica, onde o professor de física dispõe de apenas duas aulas semanais de 55 minutos.

No sentido de tornar a sala de aula um laboratório didático, propomos trabalhar com as concepções alternativas dos estudantes. Produzimos e aplicamos uma Sequência Didática, composta por 10 encontros, aplicada no contexto do ambiente de sala de aula.

Utilizamos a metodologia POE, que divide o processo de aprendizagem em três etapas: Predizer, Observar e Explicar. Ao método, vinculamos o uso do aplicativo VidAnalysis, partindo da ideia da utilização de filmagens e edições de vídeos construídos pelos próprios estudantes.

Fernando Gagno Júnior  
Jardel da Costa Brozeguini

## 1 INTRODUÇÃO

Este produto educacional configura-se como um recorte da pesquisa de mestrado desenvolvida no IFES – Cariacica – ES, polo 33 da Sociedade Brasileira de Física (SBF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

As atividades abordadas para a construção deste produto educacional tomaram como base os conceitos de cinemática. Assim, procuramos desenvolver atividades investigativas que explorassem, além do conteúdo de cinemática, o uso de metodologias ativas de ensino.

Neste sentido, foram construídas 8 atividades investigativas de trabalho, as quais foram aplicadas em uma sala de aula típica com carga horária de 55 minutos por disciplina. Os temas e experimentos abordados em sala de aulas estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Apresentação de temas e experimentos

DESCRIÇÃO 1, EXPERIMENTOS	DESCRIÇÃO 2, TEMAS
Atividade quebra gelo	Vídeo analisado: objeto deslizando sobre o trilho de ar.
Atividade quebra gelo	Vídeo analisado: moto na estrada.
Atividade quebra gelo	Vídeo analisado: esfera em movimento.
Visita à praça da ciência	Vídeo analisado: diferentes corpos descendo a tirolesa com o mesmo ângulo.
Esferas de aço	Movimento vertical de esferas de aço.
Bolas de isopor	Movimento vertical de bolas de isopor.
Foguete de palitos de fósforo	Lançamento oblíquo sem resistência do ar
Bola de isopor lançada utilizando catapulta feita de ratoeira	Lançamento oblíquo com resistência do ar

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

## 2 O MÉTODO PREDIZER, OBSERVAR E EXPLICAR

A metodologia POE convencional é estruturada em três etapas: Predizer-Observar-Explicar. O processo de **predizer** um fenômeno da natureza busca extrair do estudante seus conhecimentos, ideias prévias sobre um determinado assunto, por meio de uma situação do seu cotidiano, demonstrada sob a forma de experimento real ou virtual. Envolver os estudantes em situações e mecanismos que possam estimular sua participação efetiva no processo de aprendizagem é um dos objetivos desta etapa. Segundo Silva (2016, p. 16),

Se os estudantes forem adequadamente estimulados na reflexão, é mais provável que respondam com sinceridade e apresente e registrem suas concepções prévias. [...] isto é de fundamental importância, [...] ao conhecimento trabalhado em sala de aula (SILVA, 2016, p. 16).

Uma pergunta aberta pode ser inserida na etapa de predição, que servirá de direcionamento para os estudantes formalizarem suas ideias prévias, expressas na forma de hipótese. A ideia principal é extrair dos alunos fontes de recursos que sejam da sua vivência, do seu cotidiano. Este envolvimento pode acontecer de forma individual ou em pequenos grupos de investigação. Segundo Santos (2015, p. 2), “cabe ao professor contextualizar o tema, apresentar um fenômeno real relacionado na forma de experimento [...] estimular as discussões e ideias [...] e finalmente coligir e debater as diferentes respostas”.

Na etapa de **observação** dos fenômenos naturais, os estudantes podem interagir de forma efetiva com experimento. Após interação e manipulação da situação problema, os alunos devem descrever o comportamento do fenômeno natural observado. Nessa etapa, são valorizadas explicações que refletem, em parte ou total, o que se encontra na literatura sobre o problema. Segundo Silva (2016, p. 16), “espera-se que depois da correta execução das etapas anteriores, os alunos sejam capazes de perceber as sutilezas do fenômeno observado”.

A etapa de observação é de fundamental importância para condução dos trabalhos, pois é onde o aluno começa a notar diferenças entre o que foi observado e sua hipótese inicial. Esse confronto entre observação e hipótese inicial proporciona mudanças nas concepções alternativas dos educandos. Santos (2015, p. 2) argumenta que o “método POE possibilita uma aprendizagem ativa, isto é transferir o foco do professor que descreve e explica fenômenos, geralmente abstratos, para os próprios alunos que se tornam protagonista do processo de aprendizagem”.

E, por último, tratamos a **explicação** dos fenômenos naturais, para o fechamento da abordagem de três etapas. Nesta etapa, o professor conduz, com seus estudantes, uma explicação conforme as teorias científicas sobre os conteúdos abordados. De acordo com Haysom e Bowen (2010, p. 15):

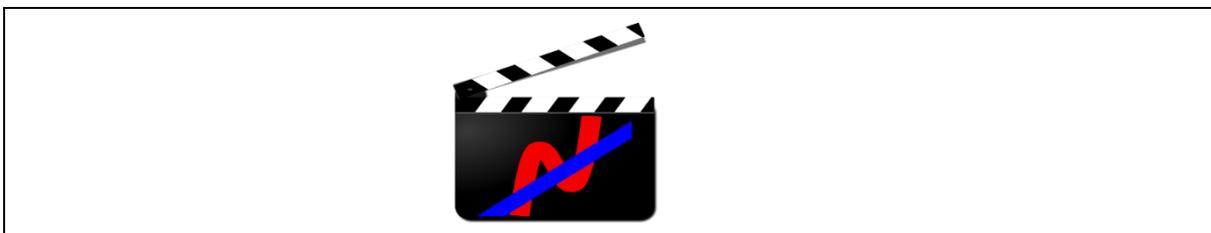
Eles recomendam que professor se coloque trazendo não simplesmente a explicação correta, mas a opinião da comunidade científica sobre o assunto. Isso permite a análise mais livre das afirmativas apresentados, bem como permite que os alunos façam comparações entre o que apresentaram e o conhecimento trazido pelo professor (HAYSOM; BOWEN, 2010, p. 15).

Nossa adoção ao modelo POE ocorreu desde as primeiras leituras sobre o assunto, o que descobrimos em leituras futuras foi um mundo de informações que estavam sendo omitidas.

### 3 APLICATIVO VIDANALYSIS

O aplicativo VidAnalysis (Figura 1) é um sistema específico de uso em sala de aulas para pequenas e médias análises. Ele é baseado na plataforma Android disponível em duas versões de uso na loja de aplicativos do Google Play, uma versão paga livre de propagandas, e outra *free*, onde são projetados alguns banners publicitários. O aplicativo é mantido pela [vidanalysis.com](http://vidanalysis.com), com direitos reservados ao austríaco Richard Sadek.

Figura 1 – Logomarca do aplicativo



Fonte: SADEK (2015)

O aplicativo VidAnalysis é uma ferramenta multiuso, que pode ser utilizada nas aulas de física. Por se tratar de um sistema de fácil interface com usuário, mesmo sendo escrito na língua inglesa, os parâmetros de acesso ao sistema são altamente intuitivos, seguindo uma sequência lógica de utilização, que favorece a adaptação dos usuários que não têm domínio da língua inglesa. O Quadro 2 é um resumo dos principais parâmetros do aplicativo, que pode ser utilizado em experiências que envolvem a análise de vídeos.

Os estudantes possuem uma grande capacidade de adaptação a novas tecnologias. Em nossa pesquisa não foram observados casos negativos no que tange à utilização do aplicativo. O uso de novas tecnologias é um fator motivacional no cotidiano dos estudantes.

Quadro 2 – Resumo dos parâmetros de trabalho do aplicativo VidAnalysis

<b>PASSOS</b>	<b>OBSERVAÇÃO 1</b>	<b>OBSERVAÇÃO 2</b>
Obtenção do vídeo	Interno	Externo
<b>Iniciar análise</b>		
Barra de rolagem	Inserir parâmetros dos frames	Excluir partes desnecessárias da filmagem
Informar dimensão de comprimento	Unidade de medida em metros	Referência de unidade na filmagem
Sistema de coordenadas	Definir x, y e z	Ajuste de coordenadas
Salvar	Gravar os parâmetros	Novas análises podem ser executadas
Marcar movimentos	Toque na tela	Caneta magnética
Resultados	5 gráficos e 1 tabela	O ideal é visualizar modo paisagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

## 4 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo delineamos um conjunto de atividades investigativas que fazem parte do nosso repertório para ensinar cinemática, de forma a privilegiar a participação e a autonomia dos educandos.

Para integrarmos nossos estudantes ao uso do método (POE) e ao manuseio do aplicativo VidAnalysis, propomos três experimentos de MRU, os quais denominamos “Atividades Quebra Gelo”. Nossa intenção com essas atividades iniciais é preparar os alunos para utilizar o método de três etapas, uma vez que não faz parte do dia a dia de um estudante do Ensino Médio formular uma hipótese observando um fenômeno físico. Os experimentos utilizados para compor nossas Atividades Quebra Gelo foram o **objeto deslizando sobre o trilho de ar**, a **moto na estrada** e, por último, a **esfera em movimento**.

A Sequência Didática foi planejada para 10 encontros que podem ser aplicadas em 9 aulas de 55 minutos e uma aula de campo em um espaço de ensino não-formal (Quadro 3).

Quadro 3 – Resumo da proposta de intervenção

(continua)

AULA	TEMPO DE AULA (min)	ATIVIDADE	OBJETIVOS DA ATIVIDADE
1	55	Aplicação do pré-teste	<ul style="list-style-type: none"><li>• Avaliar os conhecimentos prévios dos alunos.</li></ul>
2	55	Objeto deslizando sobre o trilho de ar.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentar o Método POE.</li><li>• Utilizar o aplicativo VidAnalysis.</li><li>• Estimular as atividades em grupos.</li><li>• Elaborar hipóteses.</li><li>• Promover o debate.</li></ul>
3	55	Moto na estrada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentar o Método POE.</li><li>• Utilizar o aplicativo VidAnalysis.</li><li>• Estimular as atividades em grupos.</li><li>• Elaborar hipóteses.</li><li>• Promover o debate.</li></ul>

(conclusão)

4	55	Esfera em movimento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentar o Método POE.</li><li>• Utilizar o aplicativo VidAnalysis.</li><li>• Estimular as atividades em grupos.</li><li>• Elaborar hipóteses.</li><li>• Promover o debate.</li></ul>
5	165	Visita à praça da Ciência	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar um plano de trabalho.</li><li>• Coletar e analisar os dados.</li><li>• Promover o debate.</li></ul>
6	55	Movimento de queda de esferas de aço	<ul style="list-style-type: none"><li>• Solucionar problemas.</li><li>• Levantar hipóteses.</li><li>• Elaborar um plano de trabalho.</li><li>• Montar o experimento.</li><li>• Coletar e analisar os dados.</li><li>• Promover o debate.</li></ul>
7	55	Movimento de queda de bolas de isopor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Solucionar problemas.</li><li>• Levantar hipóteses.</li><li>• Elaborar um plano de trabalho.</li><li>• Montar o experimento.</li><li>• Coletar e analisar os dados.</li><li>• Promover o debate.</li></ul>
8	55	Lançamento oblíquo sem resistência do ar – esfera de aço	<ul style="list-style-type: none"><li>• Solucionar problemas.</li><li>• Levantar hipóteses.</li><li>• Elaborar um plano de trabalho.</li><li>• Montar o experimento.</li><li>• Coletar e analisar os dados.</li><li>• Promover o debate.</li></ul>
9	55	Lançamento oblíquo com resistência do ar – bola de isopor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Solucionar problemas.</li><li>• Levantar hipóteses.</li><li>• Elaborar um plano de trabalho.</li><li>• Montar o experimento.</li><li>• Coletar e analisar os dados.</li><li>• Promover o debate.</li></ul>
10	55	Aplicação do pós-teste	<ul style="list-style-type: none"><li>• Avaliar o ganho conceitual dos alunos.</li></ul>

---

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No Quadro 3, listamos as atividades investigativas que propusemos para a Sequência Didática e, além disso, explicitamos os objetivos de cada etapa. Lembramos que, para que a sequência atinja seu objetivo, é necessário que as aulas sejam mediadas pelo professor e por objetivos de aprendizagem.

#### 4.1 AULA 1: PRÉ-TESTE

Iniciamos essa aula com a exposição da proposta de trabalho e com a aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Na sequência, pedimos aos alunos que respondessem ao questionário pré-teste usando a plataforma Plickers.

A seguir apresentamos o pré-teste respondido pelos alunos.

1 – Você saberia indicar qual a principal característica do **Movimento Uniforme**?

- a) A velocidade é variável;
- b) A velocidade é constante;
- c) A velocidade é máxima;
- d) Não existe velocidade.

2 – Quando a distância percorrida é proporcional ao tempo empregado, podemos afirmar que?

- a) Aceleração é variável;
- b) Aceleração é constante;
- c) Aceleração é máxima;
- d) Não existe aceleração.

3 – No **Movimento Uniforme**, analisando o gráfico de posição x tempo, podemos concluir que?

- a) Velocidade está associada ao ângulo de inclinação da reta;
- b) Aceleração tem movimento progressivo;
- c) Aceleração e Velocidade caminham juntas;
- d) Aceleração é nula.

4 – No **Movimento uniforme**, se representarmos em um diagrama velocidade x tempo encontraremos?

- a) Uma curva exponencial;
- b) Uma curva quadrática;

- c) Uma reta paralela ao eixo das ordenadas;
- d) Uma reta paralela ao eixo das abscissas.

5 – Em que situação o movimento pode ser retardado e retrógrado?

- a)  $v_2 > v_1 \rightarrow \Delta v > 0$
- b)  $v_2 < v_1 \rightarrow \Delta v < 0$
- c)  $v_2 = v_1 \rightarrow \Delta v = 0$
- d)  $v_2 > v_1 \rightarrow \Delta v \geq 1$

6 – Quando a variação da velocidade tende para um intervalo de tempo tão diminuto que sua duração se aproxima de zero podemos afirmar que a velocidade é.

- a) Instantânea;
- b) Constante;
- c) Estática;
- d) Nula.

7 – Qual o significado da expressão “Movimento Variado”?

- a) Velocidade instantânea;
- b) Velocidade constante;
- c) Velocidade nula;
- d) Variação da velocidade instantânea de um móvel.

8 – Quando a velocidade de um corpo varia, dizemos que o corpo possui?

- a) Velocidade;
- b) Velocidade instantânea;
- c) Aceleração;
- d) Aceleração progressiva.

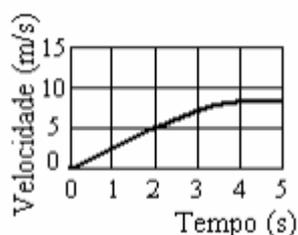
9 – Na função horária da posição do **Movimento Uniformemente Variado**, os termos  $(v_0)$  e  $(a)$  são considerados:

- a) Inversamente proporcionais;
- b) Constantes para qualquer momento;
- c) Termos quadráticos;
- d) Termos independentes.

10 – No gráfico da aceleração x tempo, o que se quer dizer com  $a < 0$ ?

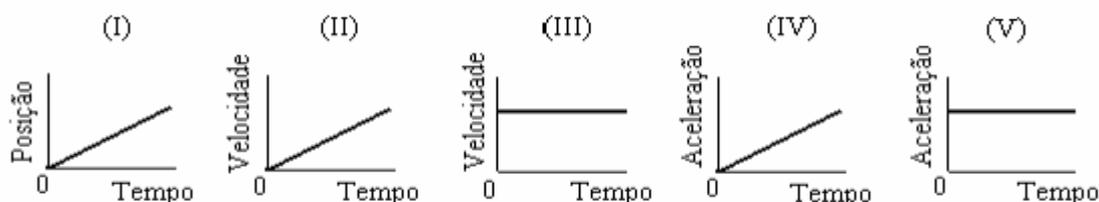
- a) Não existe aceleração;
- b) Aceleração é negativa;
- c) O corpo está parado;
- d) Aceleração neutra.

11 – Se você quisesse saber a distância percorrida (em metros) por um objeto no intervalo de  $t = 0$  s até  $t = 2$  s, a partir do gráfico abaixo, você poderia:



- Ler 5 diretamente no eixo vertical;
- Encontrar a área entre o segmento de reta e o eixo do tempo calculando  $(5 \times 2) / 2$ ;
- Encontrar a inclinação deste segmento de reta dividindo 5 por 2;
- Encontrar a inclinação deste segmento dividindo 15 por 5.

12 – Considere os gráficos seguintes, observando que o eixo das ordenadas pode representar diferentes grandezas:



Qual(is) deles representa(m) um movimento com aceleração constante diferente de zero?

- I, II e IV;
- I e III;
- II e V
- Somente IV)

#### 4.2 AULA 2: OBJETO DESLIZANDO SOBRE O TRILHO DE AR

Por se tratar do primeiro contato dos alunos com o aplicativo VidAnalysis e com o método POE, optamos por disponibilizar o vídeo do carrinho deslizando sobre o trilho de ar. Essa é uma aula que tem por objetivo fazer com que o aluno aprenda a utilizar o aplicativo, levando-o a adquirir confiança na utilização do método POE. Com isso, entregamos aos alunos a ficha da atividade investigativa dividida nas três etapas, a saber:

**Predizer:** o grupo deve levantar hipóteses e argumentos sobre uma possível solução para a situação proposta na etapa.

**Observar:** na sequência, passamos o vídeo do objeto deslizando sobre o trilho de ar e pedimos aos alunos que revisassem a hipótese formulada no Predizer caso ela não se confirmasse. O vídeo pode ser acessado no link: <https://www.dropbox.com/sh/7hk88b8v1qnezu0/AAD3THqMEcJkRmlf65hPiqkba?dl=0>

**Explicar:** para finalizar a atividade, pedimos aos alunos que, utilizando o aplicativo VidAnalysis, classificassem o movimento do objeto deslizando sobre o trilho de ar. Ao final, introduzimos de forma expositiva o assunto visando à consolidação do conteúdo.

A seguir, apresentamos a ficha da atividade investigativa entregue aos alunos.

Escola:	
Professor:	
Aprendiz:	Data:    /    /
Aprendiz:	
Aprendiz:	

### **Experimento 1: objeto deslizando sobre o trilho de ar**

Primeira etapa: **Predizer** o acontecimento físico: (Formulação da Hipótese).

O que pode ser dito a respeito do movimento carrinho deslizando sobre o trilho de ar?


Segunda etapa: **Observar** o acontecimento físico: (confronto de ideias).

Mediante o processo de vídeo análise, qual é o tipo de movimento realizado pelo carrinho deslizando sobre o trilho de ar?


Terceira etapa: **Explicar** o acontecimento físico: (Elucidar as concepções alternativas).

Caso haja diferença entre a hipótese e a observação, explique suas diferenças.


#### 4.3 AULA 3: MOTO NA ESTRADA

Nessa aula, seguimos o mesmo roteiro de aplicação do experimento do carrinho deslizando sobre o trilho de ar. O vídeo da moto na estrada pode ser acessado no link: <https://www.dropbox.com/sh/7hk88b8v1qnezu0/AAD3THqMEcJkRmlf65hPiqkba?dl=0>

A seguir, apresentamos a ficha da atividade investigativa entregue aos alunos.

Escola:	
Professor:	
Aprendiz:	Data:    /    /
Aprendiz:	
Aprendiz:	

## Experimento 2: moto na estrada

Primeira etapa: **Predizer** o acontecimento físico: (Formulação da Hipótese).

O que pode ser dito a respeito do movimento da moto no experimento moto na estrada?


Segunda etapa: **Observar** o acontecimento físico: (confronto de ideias).

Mediante o processo de vídeo análise, qual é o tipo de movimento realizado pela moto na estrada?


Terceira etapa: **Explicar** o acontecimento físico: (Elucidar as concepções alternativas).

Caso haja diferença entre a hipótese e a Observação, explique as diferenças.


### 4.4 AULA 4: ESFERA EM MOVIMENTO

Nessa aula, seguimos o mesmo método de aplicação do experimento do trilho de ar e moto na estrada. O vídeo da esfera em movimento pode ser acessado no link: <https://www.dropbox.com/sh/7hk88b8v1qnezu0/AAD3THqMEcJkRmIf65hPiqkba?dl=0>

A seguir apresentamos a ficha da atividade investigativa entregue aos alunos.

Escola:	
Professor:	
Aprendiz:	Data:     /     /
Aprendiz:	
Aprendiz:	

### Experimento 3: esfera em movimento

Primeira etapa: **Predizer** o acontecimento físico: (Formulação da Hipótese).

O que pode ser dito a respeito do tipo de movimento realizado pela esfera que se desloca em linha reta?


Segunda etapa: **Observar** o acontecimento físico: (confronto de ideias).

Mediante o processo de vídeo análise, qual é o tipo de movimento realizado pela esfera?


Terceira etapa: **Explicar** o acontecimento físico: (Elucidar as concepções alternativas).

Caso haja diferença entre a hipótese e a Observação, explique as diferenças.


#### 4.5 AULA 5: AULA DE CAMPO NA PRAÇA DA CIÊNCIA

Esta aula foi marcada para uma visita à praça da ciência, localizada no estado do Espírito Santo, na capital Vitória. O local está sempre aberto ao público inclusive aos domingos e feriados, no qual existem 16 equipamentos com orientação pedagógica que podem ser manipulados pelos seus visitantes

Além dos equipamentos, são oferecidas oficinas com monitores que auxiliam os visitantes a montarem experimentos simples com material de baixo custo. O espaço tem visitação livre e a entrada é franca. Visitamos todos os equipamentos disponíveis na praça, em especial, a tirolesa (Figura 2) onde trabalhamos os conceitos de plano inclinado.

Assim, seguindo os grupos preestabelecidos desde o encontro inicial, os estudantes foram orientados a executar três filmagens alternando a massa. O movimento de descida na tirolesa é feito em um ângulo fixo e os alunos foram classificados em aprendiz 1, 2 e 3.

Figura 2 – Foto do equipamento tirolesa



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Nesta intervenção pedagógica, formamos dez grupos de pesquisa e utilizamos três horas de trabalho. Partindo da atividade quebra gelo, uma vez que os estudantes já estavam adaptados ao uso da metodologia e do aplicativo, foi sugerida a atividade de

filmar e analisar seu próprio experimento. Nos experimentos anteriores, a filmagem era fornecida pelo professor.

O grande desafio do professor foi gerenciar o tempo na condução dos trabalhos, pois enquanto um grupo estava no equipamento da tirolesa fazendo as filmagens, outros estavam fazendo visitas guiadas pelos monitores. O processo de vídeo análise ocorreu dentro do espaço da praça da ciência. A seguir, apresentamos a ficha da atividade investigativa entregue aos alunos.

Escola:	
Professor:	
Aprendiz:	Data: / /
Aprendiz:	
Aprendiz:	

#### Experimento 4: aprendiz na tirolesa

Primeira etapa: **Predizer** o acontecimento físico: (Formulação da Hipótese).

O que pode ser dito a respeito do movimento do aprendiz na experiência de descer pela tirolesa?


Segunda etapa: **Observar** o acontecimento físico: (confronto de ideias).

Mediante o processo de vídeo análise, qual foi o tipo de movimento realizado pelo aprendiz, ao descer pela tirolesa.


Terceira etapa: **Explicar** o acontecimento físico: (Elucidar as concepções alternativas).

Caso tenha havido diferença entre a hipótese e a Observação, explique as diferenças.


#### 4.6 AULA 6: MOVIMENTO DE QUEDA DE ESFERAS DE AÇO

Iniciamos essa aula entregando aos alunos três esferas de aço com diferentes tamanhos, como mostra a Figura 3. As esferas são de aço e possuem massas diferentes.

Figura 3 – Esferas de aço utilizadas na aula 6



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

A seguir apresentamos a ficha da atividade investigativa entregue aos alunos.

Escola:	
Professor:	
Aprendiz:	Data:    /    /
Aprendiz:	
Aprendiz:	

## Experimento 5: movimento de queda livre

Primeira etapa: **Predizer** o acontecimento físico: (Formulação da Hipótese).

O que pode ser dito a respeito do movimento da esfera de aço no experimento de queda livre?


Segunda etapa: **Observar** o acontecimento físico: (confronto de ideias).

Mediante o processo de vídeo análise, qual é o tipo de movimento realizado pela esfera em queda livre?


Terceira etapa: **Explicar** o acontecimento físico: (Elucidar as concepções alternativas).

Caso haja diferença entre a hipótese e Observação, explique as diferenças:


### 4.7 AULA 7: MOVIMENTO DE QUEDA DE BOLAS DE ISOPOR

Iniciamos essa aula entregando aos alunos três esferas de isopor de diferentes tamanhos, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Bolas de isopor utilizadas na aula 7



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Resguardando a proposta original de filmar e analisar seu próprio experimento, os estudantes questionaram, inicialmente, se a distância de queda afetaria o entendimento da atividade proposta, por se tratar de bolas de isopor. Por iniciativa própria dos estudantes, a distância de queda nas filmagens foi duplicada.

A seguir apresentamos a ficha da atividade investigativa entregue aos alunos.

Escola:	
Professor:	
Aprendiz:	Data: / /
Aprendiz:	
Aprendiz:	

### Experimento 6: movimento de queda com resistência do ar

Primeira etapa: **Predizer** o acontecimento físico: (Formulação da Hipótese).

O que pode ser dito a respeito do movimento vertical de queda da bola de isopor?


Segunda etapa: **Observar** o acontecimento físico: (confronto de ideias).

Mediante o processo de vídeo análise, qual é o tipo de movimento realizado pela bola de isopor?

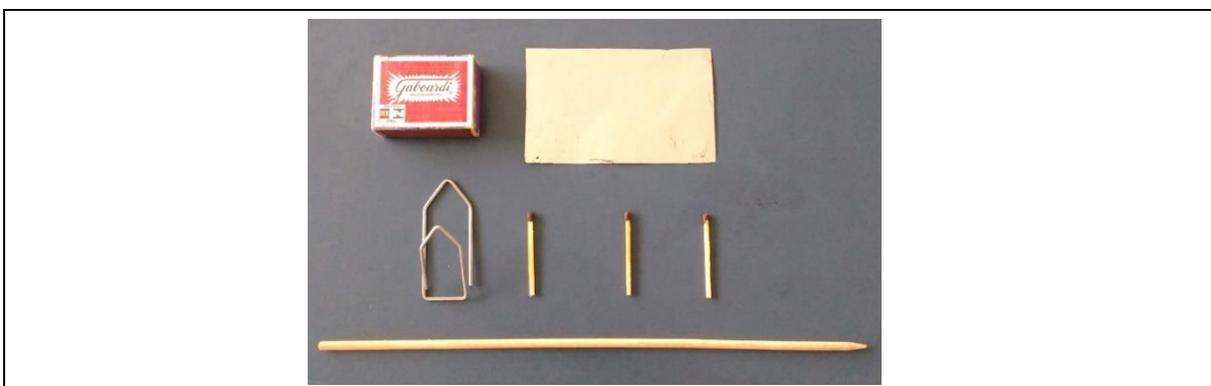

Terceira etapa: **Explicar** o acontecimento físico: (Elucidar as concepções alternativas).

Caso haja diferença entre a hipótese e a Observação, explique as diferenças.


#### 4.8 AULA 8: LANÇAMENTO OBLÍQUO SEM RESISTÊNCIA DO AR

Nesta seção, vamos fazer uma breve descrição da construção e lançamento do foguetinho. No primeiro momento da aula, os estudantes receberam um kit de montagem para lançamento do foguetinho com as instruções. Na Figura 5, apresentamos o kit de lançamento. A fita de papel-alumínio tem dimensões 6 x 20 centímetros.

Figura 5 – Kit de lançamento do foguetinho



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

É importante observar que o alcance do foguetinho é bem pequeno, razão pela qual é necessário fazer vários lançamentos até obter uma filmagem que seja enquadrada nas dimensões da tela do celular. Para essa aula, recomendamos utilizar um tripé fotográfico para facilitar o enquadramento do movimento do projétil com a tela do celular.

A seguir apresentamos a ficha da atividade investigativa entregue aos alunos.

Escola:	
Professor:	
Aprendiz:	Data: / /
Aprendiz:	
Aprendiz:	

### Experimento 7: foguete de palitos de fósforo

Primeira etapa: **Predizer** o acontecimento físico: (Formulação da Hipótese).

Qual a sua interpretação do movimento realizado pelo palito de fósforo no experimento do foguete de palito de fósforo?


Segunda etapa: **Observar** o acontecimento físico: (confronto de ideias).

Mediante o processo de vídeo análise, qual é o tipo de movimento realizado pelo palito de fósforo?


Terceira etapa: **Explicar** o acontecimento físico: (Elucidar as concepções alternativas).

Caso haja diferença entre a hipótese e a Observação, explique as diferenças.


#### 4.9 AULA 9: LANÇAMENTO OBLÍQUO COM RESISTÊNCIA DO AR

Nessa aula, abordamos o lançamento de um projétil que leva em consideração o efeito da resistência do ar. Construímos uma catapulta a partir de uma ratoeira, dessas vendidas em comércios de produtos veterinário. A Figura 6 mostra a base para lançamento do projétil.

Figura 6 – Base de lançamento “Catapulta”



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Para facilitar os trabalhos, fizemos duas alterações na ratoeira convencional: a primeira foi a retirada do gatilho que serve de base para o lançamento; a segunda foi acoplar a ratoeira a uma base de madeira para dar sustentação. Além disso, nesta aula, optamos por fazer apenas o lançamento da bola de isopor grande.

A seguir, apresentamos a ficha da atividade investigativa entregue aos alunos.

Escola:	
Professor:	
Aprendiz:	Data:    /    /
Aprendiz:	
Aprendiz:	

**Experimento 8: lançamento oblíquo da bolinha de isopor.**

Primeira etapa: **Predizer** o acontecimento físico: (Formulação da Hipótese).

Qual a sua interpretação do movimento realizado pela bolinha de isopor ao ser arremessada?


Segunda etapa: **Observar** o acontecimento físico: (confronto de ideias).

Mediante o processo de vídeo análise, qual é o tipo de movimento realizado pela bola de isopor?


Terceira etapa: **Explicar** o acontecimento físico: (Elucidar as concepções alternativas).

Caso haja diferença entre a hipótese e a Observação, explique as diferenças.


#### 4.10 AULA 10: PÓS-TESTE

Essa aula é destinada à aplicação do pós-teste para a avaliação formal do conteúdo. Para efeitos de comparação decidimos aplicar o mesmo questionário que utilizamos no pré-teste.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Sequência Didática proposta didática foi realizada em uma escola pública de ensino médio do estado do Espírito Santo, reunindo 28 estudantes da disciplina de Física, na cidade de Cariacica. Embora fosse uma proposta que contemplava o conteúdo de cinemática do currículo escolar, buscamos fugir da perspectiva disciplinar e nos aproximar da perspectiva interdisciplinar, ou seja, articulando os aspectos da matemática e suas tecnologias à ciência física.

Durante a aplicação da Sequência Didática, foi possível debater os conceitos que permeiam o conteúdo da cinemática através das discussões produzidos em sala de aula. Esse fato culminou em um momento importante que foi a visita à praça da ciência. Os relatos dos estudantes demonstraram a importância dessa estratégia de ensino na promoção da autonomia do aluno.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013) preconizam, entre outras coisas, a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos presentes na sociedade contemporânea, relacionando a teoria com a prática. Na realização deste estudo buscamos inovar as práticas escolares, promovendo a articulação entre diferentes saberes, para que o estudante pudesse desenvolver sua autonomia intelectual e avançasse na construção do pensamento crítico.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

CALLONI, G. J. **A Física dos movimentos analisados a partir de vídeos do cotidiano do aluno**: uma proposta para oitava série. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2010.

CARVALHO, A. M. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, Coleção Ideias em Ação, 2011.

HAYSOM, J.; BOWEN, M. **Predict, observe, explain**: activities enhancing student understanding, NSTA Press Book, 2010.

MARQUES, J. C. S. **Uso de planilha eletrônicas como ferramentas auxiliares no ensino-aprendizagem de cinemática**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, UnB, Brasília, 2015.

MEISTER, J. C. **TRACKER PHYSICS**: objetos em movimentos e registro de representação. 2016. 154 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, UFRGS, Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, M. A. Grandes Desafios para o Ensino da Física na Educação Contemporânea, **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 1, pp. 1-13, 2017.

OLIVEIRA, F. A. **Uso e divulgação do software tracker em aulas de Física no Ensino Médio**, 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET, UTFPR, Curitiba, 2014.

SADEK, Richard. **VidAnalysis**. Disponível em: <<http://vidanalysis.com/>>. Acesso em: 02 jan. 2020.

SANTOS, R. P; BALTHAZAR, W. F; HUGUENIN J. A. O. Sequência didática para o ensino de cinemática com vídeo análise na perspectiva da Teoria de Aprendizagem Significativa, **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 2, pp. 54-57, 2017.

SOUZA, R. J; SASAKI, D. G, G. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 3, 2015.

SCHWAHN, M. C. A; OAIGEN, E. R. O uso do laboratório de ensino de Química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE). **Acta Scientiae**, Canoas, v.10, n.2, jul./dez. 2008.

SILVA, J. C. G. **Uma proposta de ensino de gráficos de cinemática com uso de vídeoanálise mediado por uma metodologia de Aprendizagem Ativa**. 2016. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências, Tecnologia e Educação, CEFET, Rio de Janeiro, 2016.

TAO, P.K; GUNSTONE, R. F. Conceptual Change in Science through Collaborative Learning at, the computer. **International Journal of Science Education**, London, v. 21, n.1, pp. 39-57, 1999.

WHITE, R; GUNSTONE, R. **Probing Understanding**. New York: The Falmer Press, 1992.