



## **Produto Educacional**

### **Simetrias e Leis de Conservação:**

### **Uma proposta para o Ensino Médio**

**Wagner Augusto Teixeira da Silva**

**Orientador: Prof. Dr. Thales Costa Soares**

**Coorientador: Prof. Dr. Bruno Ferreira Rizzuti**

**Juiz de Fora**

**Agosto de 2018**

WAGNER AUGUSTO TEIXEIRA DA SILVA

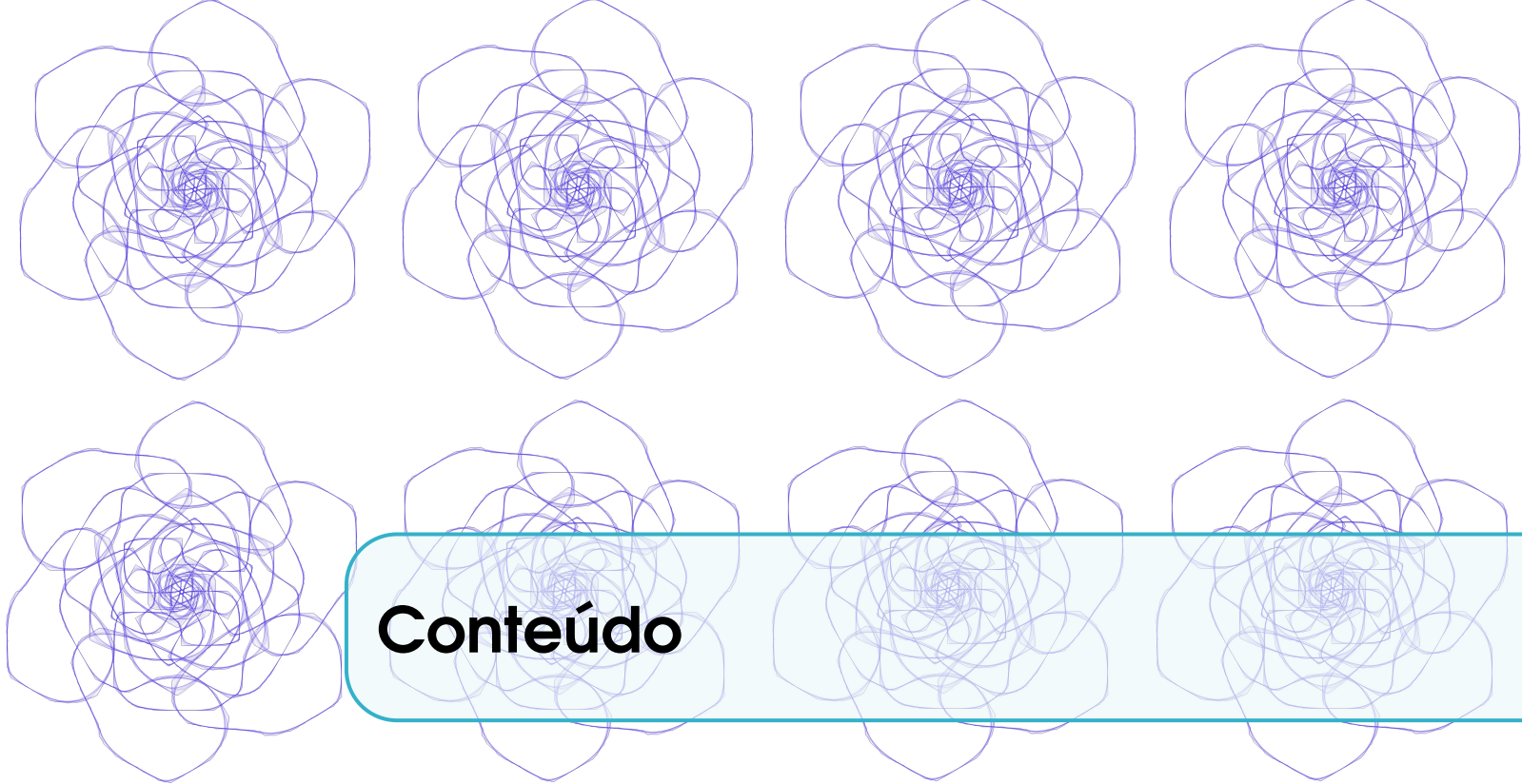
Prof. Dr. Thales Costa Soares - Orientador

Prof. Dr. Bruno Ferreira Rizzuti - Coorientador

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Ressalto que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Além disso, agradeço à FAPEMIG pelo apoio de taxa de bancada - Projeto MPR 00703-15.

*Juiz de Fora, Agosto, 2018*



# Conteúdo

1	O produto educacional .....	5
2	Plano de Aulas .....	13





# 1. O produto educacional

O produto deste mestrado é uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) para o ensino de Simetrias e Conservação da energia mecânica.

Na construção de nossa UEPS, consideramos 4 pontos que julgamos importantes. Buscamos enquadrar o tema simetria em um conteúdo tradicionalmente abordado no Ensino Médio, no caso: 1- Trabalho de uma força, energia mecânica e a sua conservação; 2- Buscamos construir uma discussão epistemológica sobre o papel que as simetrias podem desempenhar na física, seu papel frente às medidas experimentais, principalmente; 3- Qual o papel de uma medida experimental e como ela está inserida no contexto de discussão sobre as simetrias; 4- como o conceito de simetria se estende para outras áreas do conhecimento. Acreditamos que com os 4 pontos levantados, seja possível inserir uma discussão contemporânea do que se deve desenvolver dentro de uma proposta de ensino mais atualizada.

Esses pontos epistemológicos a que nos referimos vêm do fato de:

i- Os alunos trazem como concepções prévias a ideia de que a simetria é uma manifestação puramente espacial, o que é insuficiente para a física;

ii- Há uma discussão epistemológica de grande relevância na física moderna de que as

simetrias conduzem ou não uma realidade, a um fato experimental. Sobre essa discussão era importante apenas levantar o debate, porém não era necessário se posicionar dentro de uma corrente epistemológica.

iii- Evidenciar que um princípio, tal como o de simetria, pudesse ter ou não uma consequência experimental.

iv- Discutir uma física clássica à luz de uma discussão que a aborde a luz de uma visão epistemológica de uma física contemporânea.

### **Justificativa**

A algum tempo o ensino de Física no Brasil vem se tornando de certa forma ineficiente, os alunos apresentam cada vez menores índices de aprendizado de acordo com pesquisas educacionais e isto se mostra como um reflexo da falta de interesse por parte dos estudantes e das dificuldades metodológicas e de abordagem dos assuntos por parte dos professores. Novas metodologias e novos temas que se integram mais efetivamente na vida dos estudantes podem ajudar a mudar o panorama desta situação.

À luz dessa perspectiva propomos a aplicação do estudo das Simetrias em diversos campos da Física, por meio de uma UEPS como forma de contextualizar os desafios da Física com a vida dos alunos. A simples ideia de Simetria já abre um leque de possíveis debates que podem motivar o aluno e se envolver mais fortemente com o estudo de Física e a abordagem epistemológica voltada para a aprendizagem significativa definida por Ausubel nos parece uma alternativa para combater principalmente a falta de interesse em estudar Física por parte dos alunos.

### **Objetivo geral:**

Propor uma abordagem alternativa para o ensino de leis de conservação em física, discutindo o conceito de Simetria e como simetrias podem ser usadas como justificativa para a fenomenologia em física, usando como situação chave a invariância temporal na conservação da

---

energia mecânica.

**Objetivos específicos:**

a) Apresentar uma proposta de trabalho em sala de aula diferente do que os alunos estão habituados e saturados.

b) Discutir as grandezas físicas Trabalho e Energia Mecânica, Leis de Conservação.

c) Levar os alunos e serem capazes de identificar simetrias e de que a partir delas podemos obter resultados observáveis.

d) Levar para as aulas de Física o tema Simetrias buscando uma abordagem mais contemporânea.

**Estrutura do produto**

Nossa UEPS foi elaborada de tal forma a apresentar os seguintes elementos em sua estrutura:

1- Apresentação da proposta de trabalho aos alunos, informando que estaremos estudando um dos temas do currículo da série sob uma abordagem diferenciada. Nesse momento a turma deve ser dividida em grupos de até quatro alunos, após isso será feita a aplicação de questionário preliminar sobre simetrias, conforme a Figura 1.1. O objetivo deste questionário é identificar o que os alunos entendem por simetria, se os alunos conseguem perceber diferentes tipos de simetrias existentes, se os alunos associam de alguma maneira a ideia de simetria à ocorrência de algum fenômeno físico ou não, se os alunos relacionam a ideia de simetria com algum conceito físico.

Após a realização do questionário inicial, os alunos em um grande grupo devem debater algumas das questões com a mediação do professor. As respostas analisadas e as concepções prévias identificadas devem ser usadas como base para a estruturação das aulas seguintes (2 aulas). Vale ressaltar que o questionário para verificação de concepções prévias também pode ser considerado um organizador prévio na medida que remete aos alunos a possibilidade de relacionar simetrias a outras interações que não só as geométricas .



## AULA 01 SIMETRIAS E FÍSICA

### Questionário Inicial

DABATER SOBRE CADA QUESTÃO E ELABORAR RESPOSTAS COLETIVAS PARA CADA UMA DELAS .

- 1 - O que é para você **SIMETRIA**?
- 2 – O que é um eixo de **SIMETRIA**? Cite Exemplos.
- 3 – Para vocês existe algo que se possa perceber a respeito de **SIMETRIAS** além da ideia de eixo de simetria?
- 4 – Cite alguma situação em que você pode identificar **SIMETRIAS** em áreas como esportes, artes plásticas e outras que vocês entendam que devam ser citadas .
- 5 – O que é uma quebra/violação de **SIMETRIA**? Cite exemplos.
- 6 – Em situações que apresentem algum tipo de **SIMETRIA** é possível dizer se a **SIMETRIA** percebida é a consequência\_inerente ao contexto ou pode ser a causa para o contexto ?

Figura 1.1: Questionário preliminar aplicado para os alunos.

2- A partir das repostas ao questionário o professor deve propor que os grupos debatam as questões e nesse momento cabe ao professor mediar o debate fazendo a inserção se necessário de alguns organizadores prévios. Nesse momento estaremos também revisando os tópicos abordados no questionário. Em seguida deve ser apresentado aos alunos os nove



---

primeiros minutos do vídeo Arte & Matemática - Simetria produzido pelo ministério da Educação e que pode ser encontrado no endereço virtual <http://www.dominiopublico.gov.br/download/video/me001033.mp4>, onde são apresentados vários tipos de simetria e os alunos podem começar a relacionar a ideia de Simetria não só a questões geométricas. Esperamos com isso que os alunos possam perceber que o conceito de simetria pode ser interpretado por diferentes perspectivas (1 aula).

3- Passamos agora para uma atividade prática. Os grupos irão receber sólidos geométricos em isopor ou papelão (esfera e cubo) para que digam quais possíveis transformações (movimentos) são aplicáveis para que se evidenciem alguma simetria e quais poderiam ser as opções para que essas simetrias sejam violadas. Acompanham os sólidos um roteiro para a atividade prática, conforme a Figura 1.2. Se houver tempo as conclusões sobre os sólidos serão lidas para o grande grupo e discutidas. A expectativa é que os grupos cheguem à conclusão que existem tipos diferentes de simetrias e que nem todos os tipos podem ser aplicados em todos os casos (2 aulas).

4- O professor irá apresentar através de aulas expositivas os conceitos de trabalho mecânico, energia cinética, energia potencial gravitacional, além de revisar as funções horárias para posição e velocidade em movimentos acelerados. Dessa forma o currículo formal se insere no contexto do trabalho. Após a apresentação dos conceitos será apresentado mais um trecho do vídeo Arte & Matemática - Simetria onde o conceito de invariância temporal da energia é exposto (2 aulas).

5- O professor irá apresentar para os alunos a expressão para o trabalho da força peso de um corpo e a partir das equações de energia cinética, energia potencial gravitacional e das funções horárias para a velocidade e posição de um corpo se movendo verticalmente os alunos serão orientados a demonstrar a independência temporal da energia mecânica.

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



## ATIVIDADE PRÁTICA SIMETRIAS E FÍSICA

Grupo \_\_\_\_\_

Aluno(a) \_\_\_\_\_

Aluno(a) \_\_\_\_\_

Aluno(a) \_\_\_\_\_

Aluno(a) \_\_\_\_\_

### OS GRUPOS IRÃO RECEBER UM CUBO E UMA ESFERA .

1 – Realize transformações de simetria nos sólidos, ou seja, digam quais as possíveis transformações (MOVIMENTOS) são aplicáveis para que evidenciem alguma simetria. Anote essas operações .

2 – É possível que exista mais de uma simetria, ou seja, você pode realizar duas ou mais operações de simetria em cada um dos sólidos recebidos ?

3 – Realiza a violação ou quebra da simetria, ou seja, promova a quebra de simetria de alguma forma, sem destruir o sólido.

4 – Quando você realizou a quebra de simetria, alguma outra simetria foi preservada? Seria possível isso?

Figura 1.2: Atividade prática: operações de simetrias em cubos e esferas.

A seguinte questão foi proposta para os alunos:

**Questão proposta**

Sabendo que para uma partícula sob ação de um campo gravitacional, as funções horárias de posição e velocidade são dadas por,

$$v(t) = v_0 - gt \text{ e que } h(t) = h_0 + v_0t - \frac{gt^2}{2},$$

mostre que a energia mecânica total da partícula,

$$E = \frac{m}{2}v^2(t) + mgh(t)$$

não depende do tempo.

Após o término da atividade os alunos deverão elaborar um parágrafo sobre o resultado encontrado (2 aulas).

6- Neste momento os alunos fazem uma avaliação somativa, envolvendo questões tradicionais sobre cálculos de trabalho, energia e aplicação da conservação da energia mecânica. Segue abaixo a lista de questões propostas aos estudantes.

Q1) Um objeto é abandonado de  $5m$  de altura. Utilizando-se do princípio da Conservação da Energia Mecânica, calcule a velocidade de chegada ao solo.

Q2) Um corpo é lançada verticalmente para cima, com velocidade inicial de  $10m/s$ . Desconsiderando forças dissipativas, qual a altura máxima atingida?

Q3) Um bloco de massa  $m = 5kg$  é preso a uma mola de constante elástica  $k = 2 \times 10^3 N/m^2$ , como na Figura 1.3. A mola é comprimida de uma distância  $x = 2,5cm$  do seu comprimento natural. Sabendo que o bloco desloca-se sem atrito, determine a altura atingida por ele ao liberarmos a mola.

Q4) A não Conservação da Energia Mecânica pode ser uma quebra de simetria? Como



Figura 1.3: Figura ilustrativa para a questão somativa 3.

ela pode ser realizada?

7- Os alunos novamente respondem às perguntas do questionário inicial e o professor apresenta alguns resultados de Física contemporânea envolvendo Simetrias para reforçar a relação de Física e argumentos de Simetria para o encerramento da UEPS.

A avaliação da UEPS será feita à medida que os alunos realizarem as atividades de cada etapa, o professor irá monitorar se durante os sucessivos momentos da aplicação a forma como os alunos respondem apresenta evidências de Aprendizagem Significativa. Algumas dessas evidências talvez se configurem na forma de diferentes respostas às questões do questionário aplicado no início e final da aplicação, também podemos buscar evidências de Aprendizagem Significativa nos parágrafos elaborados após a realização da atividade prática e da demonstração da invariância temporal da energia mecânica. Como atividade de encerramento da UEPS são apresentados aos alunos alguns resultados de Física contemporânea em que simetrias são o argumento norteador.



## 2. Plano de Aulas

Elaboramos este plano de aulas com a perspectiva de auxiliar o professor a programar suas atividades sobre simetrias e leis de conservação. Cada um dos encontros é composto por duas aulas de 50 minutos cada uma. A utilização do tempo pode ser alterada de acordo com o contexto de aplicação.

De maneira simplificada apresentamos uma opção de conduta, baseada em nossa experiência de aplicação do Produto. Baseados no referencial adotado pela Universidade Federal de Juiz de Fora, citaremos algumas obras que podem ser usadas como norteadoras para os conteúdos TRABALHO MECÂNICO, TRABALHO DA FORÇA PESO, TRABALHO COMO VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL e CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA; estas referências são:

- ÁLVARES, Beatriz Alvarenga, LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, Curso de Física. São Paulo: Ed. Scipione, 1997, vols. 1-3.
- GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA (GREF), Física. São Paulo: EDUSP, 1991-93, vols. 1-3.

- PAULI, Ronald Ulisses et al. Física, São Paulo: EPU, 1979-1981, vols. 1-4.

Novamente ressaltamos que estas referências podem ser alteradas de acordo com diferentes realidades e contextos de aplicação.

---

**ENCONTRO 1:**

## 1. Objetivo geral

Iniciar os trabalhos, contextualizando as turmas à respeito da dinâmica dos encontros.

## 2. Objetivos específicos

Contextualizar o trabalho com a turma.

Definir a divisão da turma em grupos de (preferencialmente) 4 alunos e cada grupo deve escolher um nome para si.

Aplicar um questionário para a pesquisa sobre concepções prévias.

## 3. Conteúdo programático

Definição dos grupos.

Questionário sobre concepções prévias.

Debater sobre algumas ideias apresentadas como resposta ao questionário inicial.

## 4. Metodologia

Informe aos alunos que os conteúdos: TRABALHO MECÂNICO, TRABALHO DA FORÇA PESO, TRABALHO COMO VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL e CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA serão trabalhados em um modelo diferente do que eles estão acostumados.

Informe quais serão os integrantes de cada grupo de trabalho ou permita que os grupos sejam formados pelos próprios alunos.

Entregue o questionário inicial de trabalho, orientando os alunos a responderem baseando-se nas discussões do grupo. Terminada uma aula oriente a turma para que não excedam 15 minutos para terminar, e passados este período desenvolva um debate sobre algumas das respostas.

## 5. Avaliação

Elabore um pequeno relatório com as suas impressões à respeito deste primeiro mo-

mento.



---

## **ENCONTRO 2:**

### 1. Objetivo geral

A partir da identificação de alguns conhecimentos prévios, deve-se apresentar fundamentos para que tais conhecimentos possam ser usados como subsunçores.

### 2. Objetivos específicos

Apresentar algumas das ideias à respeito de simetrias vindas dos próprios grupos.

Promover um novo e breve debate sobre simetrias.

Apresentar organizadores prévios para que novas perspectivas à respeito da ideia de simetrias sejam trabalhadas.

### 3. Conteúdo programático

Ideias iniciais sobre simetrias.

Novas perspectivas para a ideia de simetrias.

### 4. Metodologia

A turma deve ser organizada em grupos novamente, e um breve debate sobre respostas ao questionário inicial deve ser mediado pelo professor.

Após o novo e breve debate, deve ser apresentado o primeiro trecho do vídeo: Arte & Matemática - Simetria produzido pelo Ministério da Educação e que pode ser encontrado no endereço virtual: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/video/me001033.mp4>. Este trecho vai do início do vídeo até o instante 9 minutos e 50 segundos.

Após a apresentação do vídeo, novamente um breve debate é proposto para encerrar a aula.

### 5. Avaliação

Elabore um pequeno relatório com as suas impressões à respeito desta atividade.

**ENCONTRO 3:**

## 1. Objetivo geral

Tornar clara a existência de diferentes tipos de simetrias de maneira prática.

## 2. Objetivos específicos

Proporcionar o entendimento de que situações diferentes se relacionam com diferentes tipos de simetrias.

Trazer a ideia de simetrias para um nível mais concreto do que o trabalhado até então.

Explicitar a existência e importância das quebras de simetria.

## 3. Conteúdo programático

Simetrias e quebras de simetrias.

Transformações de simetria em sólidos.

## 4. Metodologia

A turma deve ser organizada em grupos novamente, e será entregue o roteiro de atividade prática sobre simetrias. O professor fará uma breve explicação sobre a dinâmica da atividade, deixando claro que os sólidos não deverão ser danificados e que os resultados deverão ser expressos por um pequeno texto.

Os sólidos serão entregues e a atividade terá início.

Esta etapa deverá contemplar mais do que um período de aula (50 minutos), devendo o professor estar atento ao tempo, para que se possa fazer algumas considerações sobre a atividade ao final da mesma.

## 5. Avaliação

Elabore um pequeno relatório com as suas impressões à respeito desta atividade.

---

**ENCONTRO 4:**

## 1. Objetivo geral

Trazer os componentes curriculares: TRABALHO MECÂNICO, TRABALHO DA FORÇA PESO, TRABALHO COMO VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL e CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA.

## 2. Objetivos específicos

Apresentar a teoria à respeito dos temas TRABALHO MECÂNICO, TRABALHO DA FORÇA PESO, TRABALHO COMO VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL e CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA.

Expressar a relação entre os conceitos de Energia Mecânica e Trabalho Mecânico.

## 3. Conteúdo programático

TRABALHO MECÂNICO, TRABALHO DA FORÇA PESO, TRABALHO COMO VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL, CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA.

## 4. Metodologia

O professor irá, baseando-se em seu material de referência e outras fontes bibliográficas, discutir com os alunos os elementos do programa expostos acima. É importante que se tente fazer isso de forma a contemplar 2 aulas.

## 5. Avaliação

Elabore um pequeno relatório com as suas impressões a respeito desta atividade.

**ENCONTRO 5:**

## 1. Objetivo geral

Revisar o que já foi feito até o momento.

## 2. Objetivos específicos

Tornar claro para a turma que o entendimento sobre simetria está evoluindo.

Introduzir, se necessário, organizadores prévios (conceitos que podem auxiliar na aprendizagem de novos conhecimentos).

Retomar os temas: TRABALHO MECÂNICO, TRABALHO DA FORÇA PESO, TRABALHO COMO VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL e CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA.

## 3. Metodologia

Apresentação de exemplos sobre os cálculos das grandezas citadas acima.

Proposição de exercícios para que os alunos resolvam.

## 4. Avaliação

Elabore um pequeno relatório com as suas impressões a respeito desta atividade.

---

**ENCONTRO 6:**

## 1. Objetivo geral

Verificação da Conservação da Energia Mecânica via equações.

## 2. Objetivos específicos

Proporcionar a experiência de se perceber a invariância temporal da Energia Mecânica.

## 3. Metodologia

Apresentar para os alunos o restante do vídeo Arte & Matemática - Simetria produzido pelo Ministério da Educação e que pode ser encontrado no endereço virtual: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/video/me001033.mp4>, onde é discutida a Conservação da Energia Mecânica. O professor Luís Carlos de Menezes exemplifica a Conservação da Energia Mecânica como uma simetria com invariância temporal, o vídeo realmente faz os alunos pensarem na relação das simetrias com a Física como era esperado.

Os grupos deverão realizar, de acordo com as expressões para a energia mecânica de um corpo em movimento vertical, e das funções horárias da velocidade e posição desse corpo, o procedimento de reescrever a expressão para a energia mecânica total e relatar em pelo menos um parágrafo a que conclusão haviam chegado.

Após a atividade os alunos são orientados a elaborar um pequeno texto sobre os resultados encontrados.

## 4. Avaliação

Elabore um pequeno relatório com as suas impressões a respeito desta atividade.

**ENCONTRO 7:**

## 1. Objetivo geral

Com a aplicação de uma avaliação somativa, espera-se construir um registro de atividade dos trabalhos realizados pelos alunos, que pudesse ser interpretado de maneira qualitativa e quantitativa.

## 2. Objetivos específicos

Desenvolver habilidades referentes à realização de avaliações somativas.

Tentar averiguar de certa forma a familiarização dos alunos com questões formais sobre os temas: TRABALHO MECÂNICO, TRABALHO DA FORÇA PESO, TRABALHO COMO VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA CINÉTICA, ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL e CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA.

## 3. Metodologia

Aplicação de uma prova em modelo tradicional.

## 4. Avaliação

A avaliação se apresenta como a própria atividade, lembrando que a avaliação dos encontros e da UEPS como um todo deve ser feita através de uma perspectiva mais geral e qualitativa.

---

## **ENCONTRO 8:**

### 1. Objetivo geral:

Finalizar a UEPS, apresentando algumas informações sobre simetrias relacionadas a resultados contemporâneos em Física.

### 2. Objetivos específicos.

Consolidar que princípios de Simetria se traduzem em resultados físicos.

Apresentar a área de pesquisa de Física de Partículas Elementares, via o programa das interações fundamentais, como uma das áreas em que as simetrias e suas quebras se mostraram fundamentais para a obtenção de resultados.

### 3. Metodologia

Tendo o professor conhecimento a respeito de alguma área de pesquisa em que as simetrias se apresentam, pode ser elaborada uma apresentação de resultados onde se possa vincular o desenvolvimento da UEPS à referida área. Caso isso não seja possível, sugerimos que o professor assista alguns vídeos sobre o assunto e planeje reprodução de um vídeo que possa ser trabalhado com as turmas. Abaixo apresentamos algumas sugestões de vídeos sobre simetrias e conservação:

- <https://www.youtube.com/watch?v=6wtYuJzLuAo>,
- <https://www.youtube.com/watch?v=y3xf2uEzzEA>,
- [https://www.youtube.com/watch?v=\\_Iu5\\_w6IAfs](https://www.youtube.com/watch?v=_Iu5_w6IAfs),
- <https://www.youtube.com/watch?v=Rqfj7n5aSwY>.

### 4. Avaliação

Esta etapa será avaliada através do envolvimento dos alunos.