



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE FÍSICA

SÉRGIO LUIZ RODRIGUES SANTOS

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA APLICADA AO ENSINO DE CONSERVAÇÃO  
DE ENERGIA MECÂNICA**

BELÉM  
2019

SÉRGIO LUIZ RODRIGUES SANTOS

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA APLICADA AO ENSINO DE CONSERVAÇÃO  
DE ENERGIA MECÂNICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, no curso de graduação em Licenciatura em Física para obtenção do grau de Licenciatura Plena em Física.

Orientador: Prof. Me. Manoel Raimundo dos Santos Júnior.

BELÉM  
2019



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE FÍSICA

ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO –  
TCC

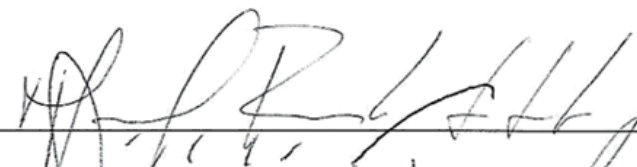
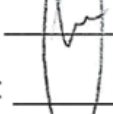
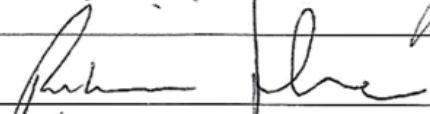
Ata da sessão de apresentação e defesa de Trabalho de Conclusão de Curso para concessão de grau de Licenciado Pleno em Física, realizado às 09:00h do dia 27 de novembro de 2019, no Auditório do Laboratório de Física Ensino, cuja orientação teve início em 01 de agosto de 2019 sendo intitulada: “**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA APLICADA AO ENSINO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA**”, contendo 41 páginas, que foi apresentado durante 30 minutos pelo discente **Sérgio Luiz Rodrigues Santos**, matrícula N° **201308140022** diante da banca examinadora aprovada pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, assim constituída: Prof. Me. *Manoel Raimundo dos Santos Junior* (Orientador - UFPA), Prof. Me. *Victor Façanha Serra* (FACFIS - UFPA), e Prof. Dr. *Rubens Silva* (FACFIS - UFPA). Em seguida a mesma foi submetida à arguição, tendo demonstrado conhecimentos no tema objeto da proposta de TCC, favorecendo à banca examinadora apresentar contribuições para melhoras no desenvolvimento e decidir pelo conceito Excelente do mesmo, bem como conceder o prazo máximo de 15 dias para serem efetuadas as modificações sugeridas pela banca, se for o caso, e em seguida a mesma será assinada por todos os membros. Para constar foram lavrados os termos da presente ata que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e da DISCENTE.

ORIENTADOR:

EXAMINADOR 1:

EXAMINADOR 2:

DISCENTE:

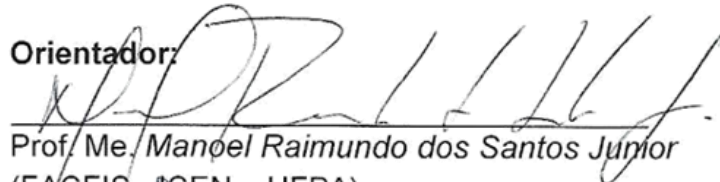
  
  
  
Sérgio Luiz Rodrigues Santos

# SÉRGIO LUIZ RODRIGUES SANTOS

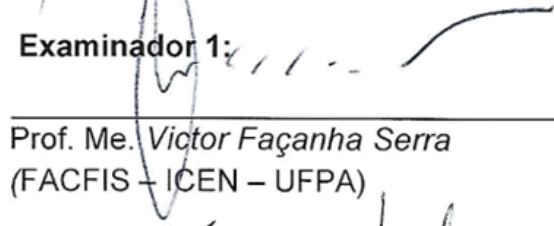
“APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA APLICADA AO ENSINO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA”

Monografia apresentada como requisito para obtenção do título de Licenciada Plena em Física pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal Pará, submetida à apreciação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

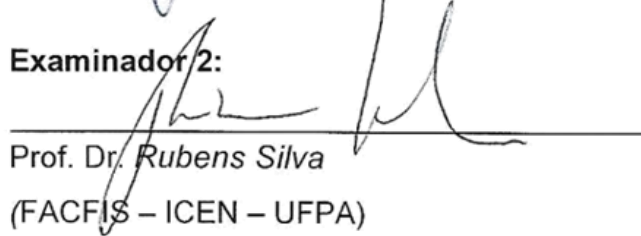
**Orientador:**

  
Prof. Me. *Manoel Raimundo dos Santos Junior*  
(FACFIS - ICEN - UFPA)

**Examinador 1:**

  
Prof. Me. *Victor Façanha Serra*  
(FACFIS - ICEN - UFPA)

**Examinador 2:**

  
Prof. Dr. *Rubens Silva*  
(FACFIS - ICEN - UFPA)

Belém, 27 de novembro de 2019.

*Dedico este trabalho aos meus pais, meus  
maiores e melhores orientadores na vida.*

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer às seguintes pessoas:

Meu pai, José Marcos, um homem de caráter impecável e exemplo de dedicação para mim. Ele proveu apoio financeiro, forneceu-me os bons livros necessários à minha formação, permitindo minha dedicação exclusiva aos estudos e contribuindo diretamente para a elaboração deste trabalho.

Minha companheira, Jamile Moreira, uma mulher extremamente gentil que sempre confiou em mim e nos meus sonhos, além de apontar sugestões pertinentes que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Minha mãe, Edinea Rodrigues, que sempre me apoiou com tudo que eu precisava durante a minha vida.

Gostaria de agradecer aos meus queridos amigos:

Hugo Monteiro, pelas dicas valiosas em diversos momentos da graduação e que sempre se mostrou muito prestativo durante a construção deste trabalho.

Maria Carmen, Olivar Moreira e Vânia Moreira, companheiros de muitos momentos agradáveis e que sempre me trataram como um membro da família.

Deixo aqui meus sinceros agradecimentos aos professores:

Manoel Júnior, pelas sugestões pertinentes durante todo o processo de construção deste trabalho.

Laércio Vasconcelos e Renato Brito, pelo conhecimento compartilhado e que sempre indicaram os bons livros de ciências exatas necessários à minha formação.

Agradeço especialmente às minhas cadelas, Diva Rodrigues, Duquesa Rodrigues e Luna Rodrigues, pelo amor incondicional, numerosos gestos de carinho e pela companhia durante minhas longas noites debruçado sobre os livros de Física e Matemática.

Por último, quero agradecer também à Universidade Federal do Pará é todo o seu corpo docente.

*“A Física é a poesia da natureza. A Matemática,  
o idioma”.*

(Antônio Gomes Lacerda)

## RESUMO

Tendo em vista que a aprendizagem significativa apresenta vantagens relevantes em relação ao método tradicional, no qual o professor expõe o conteúdo de maneira teórica e repetitiva, e sendo a conservação da energia mecânica um tema central da Física trabalhada no ensino médio, a fim de relacionar essa metodologia ao conteúdo proposto, além de utilizar o aplicativo Plickers como sistema de votação. Para tanto, é necessário descrever as condições para a conservação da referida energia, explicar os principais conceitos da teoria da aprendizagem significativa, descrever os principais recursos do aplicativo Plickers e aplicar a metodologia proposta ao conteúdo de conservação da energia mecânica utilizando o aplicativo de votação. Diante disso, este trabalho visou aplicar à teoria da aprendizagem significativa em quatro horas-aula a turma de primeiro ano do ensino médio da Escola Vilhena Alves. O referencial teórico está fundamentado nesta teoria de David Ausubel segundo a leitura, ou releitura, do professor Marco Antonio Moreira, também na teoria física de energia mecânica e sua conservação, escrita pelo professor Renato Brito Basto Neto, além de uma breve pesquisa relacionada ao aplicativo Plickers e suas aplicações em sala de aula, desta forma, a análise dos resultados obtidos indicaram que as estratégias adotadas nesta metodologia, são eficientes ao ensino de conservação da energia mecânica.

**Palavras-chave:** Ensino de Conservação da Energia Mecânica. Aprendizagem Significativa. Conservação da Energia Mecânica. Plickers.

## ABSTRACT

Considering that significant learning has relevant advantages compared to traditional method, in which the teacher exposes the content in a theoretical and repetitive manner, and being to the conservation of mechanical energy as central theme of Physics worked in high school, in order to relate this methodology to the proposed content, besides using the application Plickers as a voting system. There for, it is necessary to describe the conditions for the conservation of energy refer, to explain the main concepts of the theory of meaningful learning, to describe the main features of the Plickers application and to apply method for conservation content using the application as a system voting. Therefore, this work aimed to apply to the theory of meaningful learning in four class hours to the first-year high school class of the Vilhena Alves School. The theoretical framework is based on David Ausubel's theory of classical meaningful learning according reading or rereading to the teacher Marco Antonio Moreira, also on the physical theory of mechanical energy and its conservation written by teacher Renato Brito Basto Neto, as well as a brief research related to Plickers app and its classroom applications, so that, the analysis of the results obtained indicated that the strategies adopted in the method are efficient to the teaching of the conservation of the mechanical energy.

**Keywords:** Teaching of the Conservation of the Mechanical Energy. Meaningful Learning. Conservation of Mechanical Energy. Plickers.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	8
<b>1 A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA .....</b>	<b>10</b>
1.1 Teorema da energia cinética.....	11
1.2 Trabalho das forças conservativas.....	12
1.3 Uma consideração importante .....	12
1.4 Trabalho das forças não conservativas .....	13
1.5 A conservação da energia mecânica .....	14
<b>2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....</b>	<b>16</b>
2.1 O que é aprendizagem significativa .....	16
2.2 Condições para que ocorra a aprendizagem significativa .....	20
2.3 Aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica .....	20
<b>3 APLICATIVO DIGITAL PLICKERS.....</b>	<b>22</b>
<b>4 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>25</b>
CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
APÊNDICE A .....	30
APÊNDICE B .....	31
APÊNDICE C .....	36

## INTRODUÇÃO

A teoria da aprendizagem significativa foi desenvolvida pelo psicólogo David Ausubel nos anos sessenta. Embora seja uma teoria formulada há quase sessenta anos, mostra-se eficiente para o ensino de Física, pois realiza a interação entre o conhecimento prévio do aluno e o conhecimento a ser aprendido.

No entanto, segundo Moreira (2010), o que se observa no âmbito escolar é a predominância da aprendizagem mecânica, uma aprendizagem com pouquíssimo significado e que estimula a memorização de conteúdos. Na aprendizagem mecânica, o professor expõe o conteúdo e o aluno copia (aprendizagem clássica).

Sendo a conservação da energia mecânica um tema central da Física trabalhada no ensino médio, a aprendizagem mecânica não se aplica como método eficaz de ensino. Diante disso, recorre-se a teoria da aprendizagem significativa, pois apresenta vantagens relevantes em relação à aprendizagem mecânica.

De acordo com Moreira:

No início, a vantagem da aprendizagem significativa sobre a mecânica é a compreensão, o significado, a capacidade de transferência a situações novas (na aprendizagem mecânica o sujeito é capaz de lidar apenas com situações conhecidas, rotineiras). Mas tarde, a vantagem está na maior retenção e na possibilidade de reaprendizagem (que praticamente não existe quando a aprendizagem é mecânica) em muito menos tempo do que a aprendizagem original (MOREIRA, 2010, p. 17).

Durante o processo de aprendizagem significativa o professor pode fazer uso do aplicativo Plickers. O aplicativo ajuda o professor a obter um panorama geral e imediato do desempenho da turma, pois consegue avaliar em tempo real a porcentagem de acertos de questões conceituais respondidas pelos alunos, bem como o correspondente gráfico das alternativas escolhidas, além de estimular ludicamente o envolvimento do corpo discente.

Nessa perspectiva, percebe-se que a aplicação da aprendizagem significativa ao ensino de conservação de energia mecânica produz excelente feedback, além de estímulo aos alunos.

O público-alvo deste trabalho são os alunos do primeiro ano do ensino médio da Escola Vilhena Alves.

Portanto, indaga-se: aplicando-se a teoria da aprendizagem significativa ao ensino de conservação da energia mecânica, além de utilizar o aplicativo Plickers como sistema de votação, percebe-se a ocorrência de aprendizagem significativa no público alvo?

Então, o objetivo geral do presente trabalho é aplicar a aprendizagem significativa ao ensino de conservação da energia mecânica, além de utilizar o aplicativo Plickers como sistema de votação.

Para tanto, foram delineados os seguintes objetivos específicos: descrever as condições para a conservação da energia mecânica; explicar os principais conceitos da teoria da aprendizagem significativa; descrever os principais recursos do aplicativo Plickers e aplicar a aprendizagem significativa ao conteúdo de conservação da energia mecânica utilizando o aplicativo Plickers como sistema de votação.

Parte-se da hipótese de que as estratégias adotadas na aprendizagem significativa são eficientes ao ensino de conservação da energia mecânica, pois é um modelo de aprendizagem que estimula o senso crítico do aluno.

No primeiro capítulo, descrevem-se os conceitos de trabalho realizado por uma força, teorema da energia cinética (ou princípio do trabalho total), trabalho realizado por forças conservativas e não conservativas até as condições para que ocorra a conservação da energia mecânica.

No segundo capítulo, explicam-se os principais conceitos relacionados à teoria da aprendizagem significativa, bem como as condições para que ela ocorra. A parte final do capítulo destina-se a uma discussão sobre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.

No terceiro capítulo, descrevem-se de maneira breve os principais recursos do aplicativo Plickers.

No quarto capítulo, descreve-se o processo de aplicação deste trabalho durante o encontro com os alunos do primeiro ano do ensino médio da Escola Vilhena Alves.

Ao final, conclui-se que os objetivos são atendidos e a pergunta é respondida com a confirmação da hipótese, indicando que as estratégias adotadas na aprendizagem significativa são eficientes ao ensino de conservação da energia mecânica.

## CAPÍTULO 1: A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

De acordo com Brito (2014), quando um determinado móvel (tratado como puntiforme) de massa  $M$  se desloca com velocidade de módulo  $V$ , uma modalidade de energia é atribuída a ele, cuja expressão pode ser representada por:

$$E_c = \frac{MV^2}{2} \text{ (Energia Cinética)}$$

Quando o móvel sofre um deslocamento horizontal  $\vec{D}$ , em estado de equilíbrio dinâmico, sua energia cinética permanece constante. Entretanto, se uma força  $\vec{F}$  constante (com a mesma direção e sentido do movimento) começa a agir sobre o móvel durante o deslocamento considerado, uma aceleração constante  $\vec{a}$  será produzida e, conseqüentemente, o módulo da velocidade aumenta.

O aumento no módulo da velocidade necessariamente origina o aumento da energia cinética do móvel. Para chegarmos à relação entre a energia cinética inicial e final do móvel, realizamos as seguintes etapas:

$$V^2 = V_0^2 + 2aD \text{ (Equação de Torricelli)}$$

Multiplicando ambos os membros da equação anterior por  $\frac{M}{2}$ , temos:

$$\frac{M}{2}V^2 = \frac{M}{2}V_0^2 + \frac{M}{2}2aD$$

Sendo a força  $\vec{F}$  responsável pela aceleração  $\vec{a}$  do móvel, temos que:

$$\frac{M}{2}V^2 = \frac{M}{2}V_0^2 + FD$$

A expressão obtida relaciona a energia cinética do móvel antes e após o deslocamento  $\vec{D}$ . Interpretando fisicamente a relação anterior, temos:

- $\frac{MV^2}{2}$ : energia cinética do móvel após sofrer o deslocamento  $\vec{D}$ .
- $\frac{MV_0^2}{2}$ : energia cinética do móvel antes de sofrer o deslocamento  $\vec{D}$ .
- $FD$ : ganho de energia cinética do móvel após sofrer o deslocamento  $\vec{D}$ .

Segundo Brito (2014), o ganho de energia cinética é chamado de trabalho e inicialmente pode ser entendido como uma quantidade de energia cinética que a força transfere ao móvel durante o deslocamento.

Para que haja execução de trabalho, duas condições precisam ser satisfeitas simultaneamente:

- “O ponto de aplicação da força deverá sofrer um deslocamento durante a atuação da mesma” (BRITO, 2014, p. 7).
- “A força deve ter, pelo menos, alguma componente na direção do movimento (na direção da velocidade) de tal forma que ou ela se opõe ao movimento, ou ela favorece o mesmo” (BRITO, 2014, p. 7).

Portanto, para que uma força não realize trabalho durante um determinado evento é necessário que pelo menos alguma condição anterior não seja satisfeita.

É conhecido que “o trabalho realizado por uma força vetorialmente constante  $\vec{F}$ , quando o seu ponto de aplicação sofre um deslocamento vetorial  $\vec{D}$  numa direção que forma um ângulo  $\alpha$  com a direção da força, é dado por  $T = |\vec{F}| \cdot |\vec{D}| \cdot \cos\alpha$ ” (BRITO, 2014, p. 11).

Realizadas essas observações iniciais, o presente capítulo destina-se ao estudo das condições para a conservação da energia mecânica.

## 1.1 Teorema da energia cinética

O teorema da energia cinética (ou princípio do trabalho total) é conhecido por proporcionar resoluções elegantes e concisas a problemas complicados à primeira vista.

De acordo com Brito:

Quando várias forças atuam sobre um móvel, durante um deslocamento, algumas realizam trabalho positivo “dando  $E_{cin}$ ” ao móvel, enquanto outras realizam trabalho negativo “tirando  $E_{cin}$ ” do móvel, durante o deslocamento. Há, ainda, aquelas que realizam trabalho nulo, caso em que “nem dão nem tiram”  $E_{cin}$  do corpo, geralmente por serem perpendiculares à trajetória seguida (BRITO, 2014, p. 11).

Portanto, para concluir se, um determinado móvel (tratado como puntiforme) teve ganho ou perda de energia cinética, é necessário somar os trabalhos realizados por cada uma das forças, obtendo assim, o trabalho total realizado sobre o móvel durante o deslocamento considerado.

De acordo com Brito (2014), o teorema da energia cinética é representado em termos matemáticos, como:

$$T_{TOTAL} = T_{\vec{F}_1} + T_{\vec{F}_2} + T_{\vec{F}_3} + \dots + T_{\vec{F}_N} = \Delta E_{CINÉTICA} = E_{CINÉTICA FINAL} - E_{CINÉTICA INICIAL}$$

Podemos entender o somatório de trabalhos como o responsável por fornecer o ganho (ou perda) de energia cinética sofrido pelo móvel durante um determinado deslocamento. Esse raciocínio é chamado de teorema da energia cinética.

## 1.2 Trabalho das forças conservativas

A definição formal de forças conservativas diz que: “Forças conservativas são aquelas cujo trabalho realizado entre dois pontos genéricos A e B independe da trajetória seguida entre esses pontos” (BRITO, 2014, p. 48). Portanto, ao se calcular o trabalho realizado por uma força conservativa, ao longo de uma trajetória que inicie sempre no mesmo ponto A e termine sempre no mesmo ponto B, sempre se obtém o mesmo resultado.

Dentre todas as forças conhecidas na natureza, existem três delas trabalhadas no ensino médio que obedecem aos requisitos anteriores (e são ditas forças conservativas), são elas:

- Força gravitacional
- Força elástica
- Força elétrica

Com o auxílio da função potencial (ou energia potencial) é possível calcular o trabalho de qualquer força conservativa, de acordo com a relação:

$$T_{\text{FORÇAS CONSERVATIVAS}} = E_{\text{POTENCIAL INICIAL}} - E_{\text{POTENCIAL FINAL}}$$

$$T_{\text{FORÇAS CONSERVATIVAS}} = - (E_{\text{POTENCIAL FINAL}} - E_{\text{POTENCIAL INICIAL}})$$

$$T_{\text{FORÇAS CONSERVATIVAS}} = - \Delta E_{\text{POTENCIAL}}$$

É possível entender fisicamente as funções potenciais que aparecem no cálculo do trabalho das forças conservativas como funções da posição do corpo dentro do sistema, portanto “os valores fornecidos por essas funções são interpretados fisicamente como sendo energias potenciais, isto é, energias que ficam armazenadas no sistema e que estão relacionadas a alguma coordenada espacial do sistema” (BRITO, 2014, p. 50).

## 1.3 Uma consideração importante

No início deste capítulo, foi mencionado que o ganho de energia cinética é chamado de trabalho e inicialmente foi entendido como uma quantidade de energia cinética que a força transfere ao móvel durante o deslocamento considerado.

A partir desse ponto, o conceito de trabalho será entendido de maneira mais formal dizendo que: “Quando uma força realiza um trabalho de N joules, ela está convertendo N joules de uma modalidade de energia em N joules de outra modalidade de energia” (BRITO, 2014, p. 51).

Em relação ao trabalho das forças conservativas, Brito afirma que:

Ao realizar um trabalho positivo de +N joules, uma força conservativa converte N joules de energia potencial em N joules de energia cinética; Ao realizar um trabalho negativo de -N joules, uma força conservativa converte N joules de energia cinética em N joules de energia potencial (BRITO, 2014, p. 51).

O raciocínio anterior é compreendido de acordo com a seguinte expressão:

$$T_{\text{FORÇAS CONSERVATIVAS}} = E_{\text{POTENCIAL INICIAL}} - E_{\text{POTENCIAL FINAL}}$$

$$T_{\text{FORÇAS CONSERVATIVAS}} = -\Delta E_{\text{POTENCIAL}}$$

Pelo teorema da energia cinética, temos:

$$T_{\text{FORÇAS CONSERVATIVAS}} = -\Delta E_{\text{POTENCIAL}} = \Delta E_{\text{CINÉTICA}}$$

A variação de energia potencial é igual à variação de energia cinética em módulo, ou seja, quando uma dessas energias aumenta a outra diminui.

Matematicamente, temos:

$$T_{\text{FORÇAS CONSERVATIVAS}} = -\Delta E_{\text{POTENCIAL}} = \Delta E_{\text{CINÉTICA}}$$

$$\Delta E_{\text{POTENCIAL}} + \Delta E_{\text{CINÉTICA}} = 0$$

$$\Delta E_{\text{MECÂNICA}} = 0$$

$$E_{\text{MECÂNICA INICIAL}} = E_{\text{MECÂNICA FINAL}}$$

Portanto, de acordo com Brito (2014), forças conservativas realizam trabalho sem alterar a energia mecânica do sistema.

#### 1.4 Trabalho das forças não conservativas

De acordo com Brito (2014), quando uma força não conservativa realiza trabalho, ela é capaz de aumentar ou diminuir a energia cinética do sistema, porém, não é capaz de compensar essa variação de energia cinética com energia potencial, pelo fato de não possuir energia potencial associada a si. Portanto, quando uma força não conservativa realiza trabalho, ela não conserva a energia mecânica do sistema.

Esse comportamento das forças não conservativas é conhecido como princípio do trabalho das forças não conservativas. De acordo com Brito (2014), esse princípio é representado em termos matemáticos, como:

$$\sum T_{\text{FORÇAS NÃO CONSERVATIVAS}} = E_{\text{MECÂNICA FINAL}} - E_{\text{MECÂNICA INICIAL}}$$

Em relação às consequências da relação anterior, Brito afirma que:

Ao realizar um trabalho positivo de +N joules, uma força não conservativa (FNC) converte N joules de alguma modalidade de energia em N joules de energia mecânica (energia potencial ou cinética), incrementando a energia mecânica do sistema em N joules. Quando uma força não conservativa (FNC) realiza trabalho positivo, ela é denominada **força injetativa** (BRITO, 2014, p. 53)

Ao realizar um trabalho negativo de -N joules, uma força não conservativa (FNC) dissipa N joules de energia mecânica do sistema, convertendo essa energia mecânica em energia térmica (calor), energia sonora, etc. Com isso, o sistema sofre um decréscimo de N joules em sua energia mecânica. Quando uma força não conservativa (FNC) realiza trabalho negativo, ela é denominada **força dissipativa** (BRITO, 2014, p. 53).

## 1.5 A conservação da energia mecânica

De acordo com Brito (2014), um sistema é conservativo durante um determinado evento, quando a sua energia mecânica final é igual à energia mecânica inicial. De acordo com o princípio das forças não conservativas, a condição para que ocorra a conservação de energia mecânica em um determinado evento, é que o trabalho total realizado pelas forças não conservativas seja nulo ao longo de todo o trajeto.

Matematicamente, temos:

$$\sum T_{\text{FORÇAS NÃO CONSERVATIVAS}} = E_{\text{MECÂNICA FINAL}} - E_{\text{MECÂNICA INICIAL}}$$

$$E_{\text{MECÂNICA FINAL}} - E_{\text{MECÂNICA INICIAL}} = 0$$

$$E_{\text{MECÂNICA INICIAL}} = E_{\text{MECÂNICA FINAL}}$$

A condição é satisfeita basicamente em três situações:

- “Apenas forças conservativas atuam no sistema” (BRITO, 2014, p. 56).

Podemos citar como exemplo o movimento de projéteis no campo gravitacional sob ação exclusiva da força peso. A força peso é uma força conservativa, portanto ao realizar trabalho não altera a energia mecânica do sistema.

- “Forças não conservativas agem no sistema, mas elas não realizam trabalho” (BRITO, 2014, p. 56).

Podemos citar como exemplo o pêndulo simples. Desprezando-se qualquer tipo de resistência, as forças que agem no pêndulo são apenas peso (força conservativa) e tração (força não conservativa). De acordo com Brito (2014), forças que atuam na direção radial (ou centrípeta) nunca realizam trabalho. Portanto, a tração não realiza trabalho durante as oscilações do pêndulo simples, pois permanece perpendicular a trajetória.

- “Forças não conservativas realizam trabalho no sistema, entretanto, a soma desses trabalhos é nula” (BRITO, 2014, p. 57).

Podemos citar como exemplo duas caixas A e B abandonadas do repouso e conectadas entre si por meio de fio e polia ideal (Máquina de Atwood). Investigando o sistema de forças, vemos que as forças de tração (de mesmo módulo) são exemplos de forças não conservativas e cujo trabalho total é nulo.

Assim, segundo Brito (2014), a conservação da energia mecânica trata-se de um caso particular do princípio do trabalho realizado pelas forças não conservativas nas situações particulares em que a soma total dos trabalhos seja nula. Além disso, ainda segundo o autor, o teorema da energia cinética (ou princípio do trabalho total) e o princípio do trabalho das forças não conservativas são princípios gerais e podem ser aplicados independentemente do sistema ser conservativo ou não conservativo.

## CAPÍTULO 2: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Este capítulo destina-se a descrição dos principais conceitos relacionados à teoria da aprendizagem significativa na visão clássica de David Ausubel.

### 2.1 O que é aprendizagem significativa

Segundo Moreira (2010), o mais importante para Ausubel é o que o aprendiz já conhece (conhecimento prévio), ou seja, a sua estrutura cognitiva. Na estrutura cognitiva encontram-se os conhecimentos adquiridos de maneira significativa com a função de facilitar o processo de aprendizagem significativa. O conhecimento prévio do aprendiz interage com o conhecimento a ser compreendido, o que caracteriza a aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mais sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2010, p. 2).

No processo de aprendizagem significativa, o novo conhecimento sofre interação com algum conhecimento específico relevante à nova aprendizagem. Ausubel chamou o conhecimento específico de *subsunçor ou ideia-âncora*.

Segundo a interpretação de Moreira, pode-se entender o conceito de subsunçor como “[...] o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto” (MOREIRA, 2010, p. 2). O conhecimento específico pode ser, por exemplo, um símbolo, uma preposição, um modelo mental ou uma imagem que interage com o conhecimento a ser aprendido.

Com relação à estabilidade cognitiva do subsunçor e sua elaboração em termos de significado, Moreira afirma que:

O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significado. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes (MOREIRA, 2010, p. 2).

De acordo com Moreira (2010), identificam-se três formas de aprendizagem significativa:

- Subordinada
- Superordenada
- Combinatória

A aprendizagem significativa subordinada é a forma mais elementar de adquirir novos conhecimentos significativamente. Ela ocorre quando “[...] *um novo conhecimento adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante*” (MOREIRA, 2010, p. 3). Em outras palavras, o conhecimento a ser compreendido é a continuação do conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

A aprendizagem significativa da forma superordenada não é muito frequente. Ela envolve “[...] *processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhe deram origem*” (MOREIRA, 2010, p. 15). Em termos simples, aprendizagem superordenada ocorre quando conhecimentos novos e mais abrangentes do que os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva, interagem com estes, passando a incorporá-los.

Pode-se compreender aprendizagem significativa da forma combinatória como uma “[...] *atribuição de significados a um novo conhecimento que implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais*” (MOREIRA, 2010, p. 16). Em poucas palavras, aprendizagem combinatória ocorre quando o conceito faz relação com conhecimentos mais gerais (ou amplos) da base cognitiva.

Segundo Moreira (2010), especificam-se três tipos de aprendizagem significativa:

- Representacional
- Conceitual
- Proposicional

A aprendizagem significativa representacional é o tipo mais elementar, porém a mais fundamental, pois dela decorre os outros dois tipos de aprendizagem significativa. Ela ocorre quando “[...] *símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa*” (MOREIRA, 2010, p. 16). Em outros termos, esse tipo de aprendizagem consiste em dar significado a alguma palavra ou símbolo, por exemplo, para uma pessoa a palavra gato ganha significado do animal que ela costumava ver em sua residência.

O segundo tipo é a aprendizagem conceitual (ou de conceitos) que de acordo com Moreira:

A aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível (MOREIRA, 2010, p. 16).

Retomando o exemplo do gato, nesse tipo de aprendizagem ocorre a relação entre a palavra gato e todas as características semelhantes dos mais variados tipos de animais.

A aprendizagem significativa proposicional “[...] *implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição*” (MOREIRA, 2010, p. 16). Em outras palavras, aprendizagem significativa proposicional consiste em compreender o significado da proposição na sua totalidade.

Ainda segundo Moreira (2010), os tipos e formas de aprendizagem significativa são modelos de classificação plenamente compatíveis, pois os tipos proposicional e conceitual podem assumir as três formas de aprendizagem significativa, relativo a conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Quando subsunçores com significados claros e estáveis não são utilizados com muita frequência, eles podem desaparecer pouco a pouco, ou seja, o processo de esquecimento é uma consequência natural da aprendizagem significativa. A esse evento, Ausubel dá o nome de assimilação obliteradora.

De acordo com Moreira:

A assimilação obliteradora é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados. Se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que aprendizagem tenha sido *mecânica*, não significativa (MOREIRA, 2010, p. 4).

A partir desse ponto, identificamos uma importante diferença entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. Se a aprendizagem foi significativa, o aprendiz tem a sensação de que, se necessário, o conhecimento esquecido pode ser reaprendido com pouco esforço, em um curto intervalo de tempo, entretanto se a aprendizagem foi mecânica, o aprendiz tem a sensação de falso conhecimento, trazendo-o desapontamento e sensação de perda de tempo.

Portanto, segundo Moreira (2010), tratando-se de aprendizagem significativa, devemos destacar que ela não é aquela que o aprendiz nunca esquece.

Segundo Moreira (2010), para Ausubel a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores interligados de maneira dinâmica, sendo que subsunçores podem ser dependentes de outros subsunçores, entretanto caso ocorra uma aprendizagem significativa da forma superordenada, a hierarquia entre os subsunçores pode sofrer alterações.

Como cita Moreira:

A estrutura cognitiva, considerada como uma estrutura de subsunçores interrelacionados e hierarquicamente organizados é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos (MOREIRA, 2010, p. 5).

Segundo a interpretação de Moreira, a reconciliação integradora é entendida como “[...] um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (MOREIRA, 2010, p. 6). Em outras palavras, a reconciliação integradora ocorre quando os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do aprendiz sofrem processos de reorganização, adquirindo, portanto, novos significados.

Para concluir esta parte inicial, temos a seguinte afirmação em relação ao conhecimento prévio:

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2010, p. 7).

Portanto, de acordo com Moreira (2010), o conhecimento prévio é na visão de Ausubel a variável mais importante para o processo de aprendizagem significativa. Entretanto, é possível identificar casos em que o conhecimento prévio funciona como bloqueador, ou seja, conhecimento prévio em alguns momentos não é equivalente a variável facilitadora.

[...] Por exemplo, a idéia de corpúsculo como uma “bolinha” invisível, com uma massa muito pequena, ocupando um espaço muito pequeno, dificulta enormemente a aprendizagem significativa do que seja uma partícula elementar. O átomo como um sistema planetário em miniatura também funciona como obstáculo representacional para a aprendizagem da estrutura do átomo na perspectiva da Mecânica Quântica (MOREIRA, 2010, p. 7).

## 2.2 Condições para que ocorra a aprendizagem significativa

De acordo com Moreira (2010), identificam-se duas condições para que ocorra a aprendizagem significativa:

- O material utilizado na aprendizagem deve ser potencialmente significativo;
- O aluno deve apresentar predisposição para aprender.

Segundo a interpretação de Moreira, a primeira condição de aprendizagem significativa é satisfeita quando “[...] o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante)” (MOREIRA, 2010, p. 8).

O aluno é o responsável por atribuir significado ao material potencialmente significativo e o significado atribuído pode não possuir a devida relação com o conteúdo ensinado.

De acordo com Moreira (2010), a segunda condição é provavelmente a mais difícil de ser satisfeita, pois é necessário que o aluno queira relacionar os novos conhecimentos, de maneira não arbitrária e não literal, aos seus conhecimentos prévios. É isso que significa predisposição para aprender.

Ainda em relação à segunda condição para a ocorrência de aprendizagem significativa, é necessário considerar que ela não possui relação com o fato de gostar ou não do conteúdo ensinado. No momento em que o aluno se dispõe a aprender determinado conteúdo, ele deve “[...] se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva previa, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos” (MOREIRA, 2010, p. 8).

## 2.3 Aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica

Amplamente predominante em escolas, cursinhos preparatórios e inclusive em universidades a aprendizagem mecânica é o oposto da aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira:

A escola continua fomentando a aprendizagem mecânica, o modelo clássico em que o professor expõe (no quadro-de-giz ou slides PowerPoint), o aluno copia (ou recebe eletronicamente os slides), memoriza na véspera das provas, nelas reproduz conhecimentos memorizados sem significado, ou os aplica mecanicamente a situações conhecidas, e os esquece rapidamente, continua predominado na escola, aceito sem questionamento por professores, pais e alunos, fomentado pelos exames

de ingresso às universidades e exaltado pelos cursinhos preparatórios (MOREIRA, 2010, p. 25).

A aprendizagem mecânica é a aprendizagem sem significado, que exalta a memorização de conteúdos, que serve para as provas de ingresso ao ensino superior e que transmite ao aluno a falsa sensação de aprendizado.

Ao ingressar no ensino superior, o aluno sentirá falta de subsunçores necessários para compreender disciplinas básicas, pois o que foi aprendido anteriormente (na maioria das vezes mecanicamente) já foi esquecido, além de trazer desapontamento e desestímulo para o aluno.

De acordo com Moreira (2010), Ausubel não vê a aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como uma divisão, mas sim um contínuo. Um esclarecimento do contínuo existente entre ambas as aprendizagens é que:

A aprendizagem significativa é progressiva, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato. Ao contrário, é progressivo, com rupturas e continuidades e pode ser bastante longo, analogamente ao que sugere Vergnaud (1990) em relação ao domínio de um campo conceitual (MOREIRA, 2010, p. 13).

Ainda segundo Moreira (2010), deve-se ressaltar que a mudança entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa não ocorre naturalmente. A mudança natural entre ambas às aprendizagens só ocorre caso o aluno tenha subsunçores adequados, materiais potencialmente significativos, predisposição para compreender novos conteúdos e da intervenção do professor. Entretanto, os requisitos anteriores em sua grande maioria não são satisfeitos, ocorrendo à predominância da aprendizagem mecânica.

Ressalta-se, por fim, vantagens consideráveis da aprendizagem significativa em relação à aprendizagem mecânica.

No início, a vantagem da aprendizagem significativa sobre a mecânica é a compreensão, o significado, a capacidade de transferência a situações novas (na aprendizagem mecânica o sujeito é capaz de lidar apenas com situações conhecidas, rotineiras). Mas tarde, a vantagem está na maior retenção e na possibilidade de reaprendizagem (que praticamente não existe quando a aprendizagem é mecânica) em muito menos tempo do que a aprendizagem original (MOREIRA, 2010, p. 17).

### CAPÍTULO 3: APLICATIVO DIGITAL PLICKERS

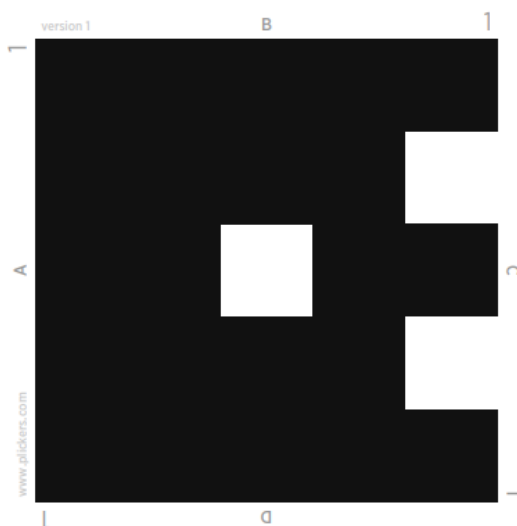
Plickers é um aplicativo gratuito com funcionalidade em smartphones e tablets. De maneira breve, o aplicativo é composto de uma plataforma de dados, a qual deve conter as questões (de preferência questões objetivas e conceituais) do teste a ser aplicado em sala de aula, bem como os correspondentes gabaritos.

Na página [www.plickers.com](http://www.plickers.com) é possível:

- Criar uma conta de usuário;
- Realizar o download do aplicativo Plickers (disponível para Android e iOS);
- Criar turmas e adicionar os nomes dos correspondentes alunos;
- Criar e alimentar o banco de questões;
- Imprimir um total de 40 ou 63 cartões respostas (cards).

O cartão resposta possui um formato bidimensional assimétrico com um código do tipo QR inscrito. Dependendo da orientação do cartão resposta é possível escolher entre quatro alternativas distintas (A, B, C e D), como mostra a figura 4.1.

**Figura 4.1: Cartão resposta (card) lido pelo aplicativo Plickers.**



Fonte: [https://assets.plickers.com/plickers-cards/PlickersCards\\_2up.pdf](https://assets.plickers.com/plickers-cards/PlickersCards_2up.pdf)

Durante a aula, cada aluno da turma receberá um cartão resposta identificado com um número. Como exemplifica a figura 4.2, o aplicativo Plickers associa o número presente no cartão resposta do aluno (veja a figura 4.1) ao correspondente aluno da turma. A turma *Física 1º Ano Integral* foi criada para a aplicação deste trabalho.

**Figura 4.2: Associação entre cartão resposta (card) e aluno.**

< Física 1º Ano Integral

Students

+ Quick Add Student Add Students Class Roster ...

FIRST NAME ^	LAST NAME	CARD NO
ALEX	CONCEIÇÃO	1
ANDERSON	ARAUJO	2
ARIANA	SANTANA	3
BRUNO	LIMA	4
DANILO	ANDRADE	5
DEIZE	FARIAS	6
EMANUELY	CORREIA	7
ERANDINHO	MEDEIROS	8
FELIPE	MODESTO	9

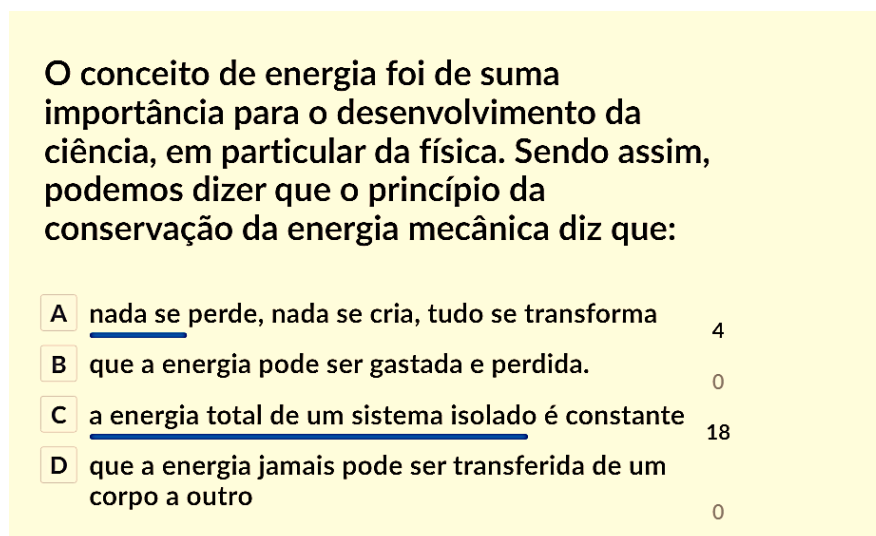
Fonte: <https://www.plickers.com/classes/>

Como exemplificam as figuras 4.3, 4.4 e 4.5, o aplicativo realiza a leitura do código inscrito no cartão resposta através da câmera do dispositivo móvel do professor, mostrando de maneira imediata o correspondente gráfico das alternativas escolhidas, bem como o percentual de acertos de questões conceituais respondidas pelos alunos. Nessa perspectiva, o professor tem um panorama geral e imediato do desempenho da turma.

**Figura 4.3: Alunos em momento de votação**

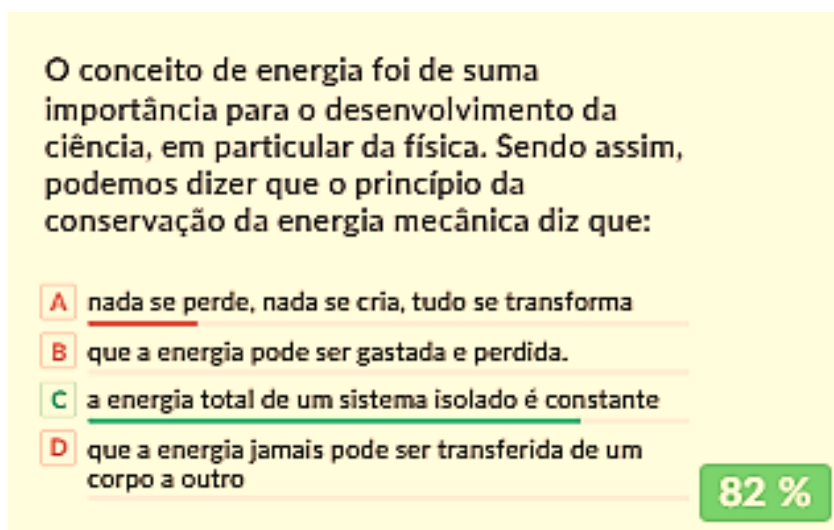
Fonte: Autoria própria (2019)

**Figura 4.4: Gráfico das alternativas escolhidas.**



Fonte: <https://www.plickers.com/classes/>

**Figura 4.4: Percentual de acertos.**



Fonte: <https://www.plickers.com/classes/>

Dentre as diversas vantagens da utilização do aplicativo Plickers em sala de aula, identificam-se duas vantagens relevantes, são elas:

- Os alunos não precisam ter o aplicativo instalado em seus dispositivos móveis, basta o professor dispor do aplicativo instalado em seu dispositivo móvel, como um smartphone ou tablet;
- Ele apresenta desempenho muito satisfatório quando não está conectado a internet.

Portanto, o Plickers é um exemplo de tecnologia educacional que auxilia e facilita o trabalho do professor em sala de aula.

## CAPÍTULO 4: DESENVOLVIMENTO

Este trabalho tem a intenção de proporcionar a aprendizagem significativa do conceito de conservação da energia mecânica aos alunos do primeiro ano do ensino médio da Escola Vilhena Alves, além de utilizar o aplicativo Plickers como sistema de votação.

A aplicação deste trabalho ocorreu na tarde do dia 08 de outubro de 2019, com a turma do primeiro ano da Escola Vilhena Alves composta por 25 alunos no total. Destes, compareceram 23.

Baseando-se nas explicações do professor Marco Antonio Moreira sobre a teoria da aprendizagem significativa e na leitura de outros trabalhos relacionados à aprendizagem significativa, prepararam-se quatro aulas de 45 minutos cada, divididas da seguinte maneira:

- Primeira aula: apresentação dos conceitos prévios necessários para a compreensão do conceito de energia mecânica e sua conservação;
- Segunda aula: mapeamento da estrutura cognitiva da turma;
- Terceira aula: explicação do conceito de energia mecânica e sua conservação;
- Quarta aula: aplicação do teste conceitual.

A primeira aula consistiu em ensinar de maneira resumida e superficial os conceitos de trabalho realizado por uma força constante, trabalho de uma força de intensidade variável, energia cinética, energia potencial gravitacional e energia potencial elástica, pois devido ao calendário escolar o conteúdo programático de Física encontrava-se no conteúdo de dinâmica do movimento curvilíneo no referencial inercial.

O objetivo da primeira aula foi ensinar de maneira resumida e superficial os conteúdos prévios necessários para a compreensão do conceito de energia mecânica e sua conservação. Visto que foi uma aula explicativa, os alunos tiveram participação menor. Ao término da primeira aula explicou-se a turma o objetivo da próxima aula.

A segunda aula consistiu em uma série de perguntas e respostas com o objetivo de mapear a estrutura cognitiva da turma, tanto em relação ao estudo do brinquedo montanha-russa (primeiramente, abordou-se o deslocamento efetivado por um carrinho em uma montanha-russa na ausência de forças dissipativas), quanto em relação à Física (Apêndice A). Esta aula foi dividida em dois momentos de intervalos de tempos iguais:

- No primeiro momento a Física foi deixada de lado e explorou-se de maneira superficial o estudo da montanha-russa em especial, o movimento de looping. Observou-se nesse primeiro momento que os alunos estavam bem participativos.

- No segundo momento exploraram-se os conceitos físicos relacionados ao deslocamento efetivado por um carrinho em uma montanha-russa, com a intenção de revelar o que a turma pensava sobre o tema abordado. Observou-se nesse segundo momento que os alunos ainda estavam bem participativos.

O objetivo da segunda aula foi mapear a estrutura cognitiva da turma, além de verificar se a turma conseguiria realizar de alguma maneira a ligação entre os dois momentos da segunda aula.

Usou-se como exemplo a montanha-russa, visando à explicação dos principais conceitos relacionados à energia mecânica e sua conservação, pois as transformações de energia cinética em energia potencial ou vice-versa são bem evidentes quando vemos o deslocamento de um carrinho na montanha-russa.

A terceira aula consistiu em utilizar o mapeamento da estrutura cognitiva realizado na segunda aula com o objetivo de ensinar os principais conceitos físicos relacionados à energia mecânica e sua conservação, como os casos de transformação de energia, sistema mecânico conservativo e sistema mecânico não conservativo (nesse ponto, abordou-se o deslocamento efetivado por um carrinho em uma montanha-russa na presença de forças dissipativas). Visto que foi uma aula explicativa, os alunos novamente tiveram participação menor.

O objetivo da terceira aula foi ensinar os principais conceitos físicos relacionados à energia mecânica e sua conservação.

A quarta aula consistiu na aplicação do teste conceitual através de cinco questões objetivas (Apêndice B). O aplicativo Plickers foi utilizado como sistema de votação, pois com ele foi possível obter um panorama geral e imediato do desempenho da turma. Esta aula foi dividida em dois momentos:

- No primeiro momento explicaram-se aos alunos as características do aplicativo Plickers e sua utilização em sala de aula;
- No segundo momento ocorreu a explicação e aplicação do teste conceitual aos alunos.

Durante o teste conceitual foi dado um tempo de aproximadamente cinco minutos para que os alunos pensassem de maneira individual a respeito de cada questão, e logo em seguida realizassem a votação. Ao término de cada votação ocorreu à explicação dos conceitos físicos.

O objetivo da quarta aula foi confirmar os resultados obtidos com a aplicação da teoria da aprendizagem significativa ao ensino de conservação da energia mecânica, além de estimular o envolvimento do corpo discente.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo geral ensino de uma abordagem inicial sobre o conteúdo de conservação da energia mecânica através da teoria da aprendizagem significativa, buscando mostrar que as estratégias adotadas nessa metodologia de ensino são eficientes, estimulando o senso crítico do aluno, além de utilizar o aplicativo Plickers como sistema de votação, com o objetivo de aumentar o envolvimento da turma na aplicação do teste conceitual.

Conclui-se que a primeira aula teve o seu objetivo alcançado, pois como os alunos tinham uma boa base teórica, bem como demonstraram interesse no conteúdo abordado, foi possível construir passo a passo uma estrutura de conhecimento necessária para o bom entendimento das aulas posteriores.

Para alcançar o objetivo da segunda aula, foi necessário realizar um jogo de perguntas e respostas com os alunos, onde eles demonstraram bastante interesse diante da forma diferenciada de como a segunda aula foi ministrada, sendo possível realizar um bom mapeamento da estrutura cognitiva da turma.

No decorrer da segunda aula, foi possível perceber que os alunos obtiveram a aprendizagem mecânica, pois tinham memorizado as aulas anteriores de dinâmica com o objetivo de obter boas notas na avaliação escolar. Apesar do interesse, os alunos possuíam bastante dificuldade de relacionar os princípios da dinâmica, como as leis de Newton, e suas aplicações; problemas que envolviam atrito e a componente centrípeta da força resultante aos princípios de trabalho e energia.

Almejando o objetivo da terceira aula, foi necessário desenhar um esquema de montanha-russa no quadro, para relacionar com os ensinamentos da segunda aula. Percebeu-se que o esquema desenhado no quadro foi uma excelente estratégia, pois à medida que o conceito de energia mecânica e sua conservação foram sendo explicados, os alunos conseguiram de maneira intuitiva relacionar as transformações de energia envolvidas ao deslocamento de um carrinho na montanha-russa e a conservação da energia mecânica.

Por fim, com o auxílio do aplicativo Plickers, foi aplicado um pequeno teste conceitual à turma. Analisando a porcentagem de acertos da turma (Apêndice B), percebe-se que foi possível confirmar que o objetivo da terceira aula foi alcançado, além de estimular ludicamente o envolvimento do corpo discente (Apêndice C).

Analisando os resultados obtidos nas quatro últimas aulas, conclui-se que os alunos absorveram a abordagem inicial sobre o conteúdo de energia mecânica e sua conservação de

maneira significativa, indicando que o objetivo geral do presente trabalho foi alcançado, bem como os objetivos específicos, sendo que as estratégias adotadas envolvendo aprendizagem significativa foram eficientes para o ensino da conservação da energia mecânica.

Para finalizar, ressalta-se que o sucesso alcançado neste estudo, deve-se ao fato dos alunos sentirem-se motivados com a aplicação da metodologia da aprendizagem significativa, que tentou fugir do modelo tradicional de ensino, no qual o professor expõe o conteúdo de maneira teórica e repetitiva. Além disso, percebe-se que o uso do aplicativo Plickers como sistema de votação, estimulou ludicamente o envolvimento do corpo discente a participar do teste conceitual aplicado em sala de aula.

Após o alcance do objetivo geral do presente trabalho, sugiro que os futuros professores de Física formados pela Universidade Federal do Pará, bem como de outras instituições de ensino superior, deem continuidade abordando outros tópicos da Física tendo com suporte a teoria da aprendizagem significativa, além de prosseguir e melhorar este trabalho que foi escrito de maneira sucinta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRITO, R. B. **Fundamentos de Mecânica**: Trabalho e energia, impulso e quantidade de movimento, dinâmica do centro de massa e sistemas com massa variável. 3ª Edição. Fortaleza: VestSeller, 2014.
- [2] HALLIDAY; RESNICK; WALKER. **Fundamentos de Física**: Mecânica. 8ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- [3] MOREIRA, M. A. **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 2010.
- [4] MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Versão revisada e estendida de conferência proferida no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000.
- [5] MOREIRA, M. A. **Linguagem e Aprendizagem Significativa**. Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil, 8 a 12 de setembro de 2003.
- [6] MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: da visão clássica à visão crítica. Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006 e do I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática, Tandil, Argentina, abril de 2007.
- [7] OLIVEIRA, E. J. **Aplicação da Metodologia Peer Instruction para o Ensino de Tópicos de Hidrostática no Nível Superior**. Belém, 2018. Monografia (Graduação) – ICEN, Universidade Federal do Pará.
- [8] PLICKERS. Disponível em: <https://www.plickers.com>. Acesso em: 17 out. 2019.
- [9] STINGLIN, D. C. **Ensino de Acústica**: Uma sequência didática para auxiliar o ensino de intensidade e frequência sonora, baseada na teoria da aprendizagem significativa. Curitiba, 2014. Monografia (Graduação) – Departamento Acadêmico de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- [10] YAMAMOTO; FUKU. **Física Para o Ensino Médio**: Mecânica. 4ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2017.

## **APÊNDICE A - PERGUNTAS REALIZADAS AOS ALUNOS**

### **MONTANHA-RUSSA**

- ① O que pensam quando falamos de montanha-russa?
- ② Já ouviram falar nos estilos de montanha-russa?
- ③ De que estilo gostam mais?
- ④ O que difere esses estilos?
- ⑤ Alguém já andou de montanha-russa e como foi andar de montanha-russa?

### **FÍSICA**

- ① Como foram as aulas anteriores de mecânica?
- ② Conseguem descrever as modalidades de energias estudadas até esse momento?
- ③ Conseguem identificar as modalidades de energias presentes no deslocamento efetivado por um carrinho em uma montanha-russa?
- ④ Conseguem identificar as transformações de energias presentes no deslocamento efetivado por um carrinho em uma montanha-russa?
- ⑤ Essa energia se conserva?
- ⑥ Sabem como a energia mecânica se conserva?

### **PERGUNTA FINAL**

- ① Conseguem fazer a ligação entre o deslocamento efetivado por um carrinho em uma montanha-russa e a Física?

**APÊNDICE B - TESTE CONCEITUAL E DESEMPENHO DOS ALUNOS****Teste Conceitual 01**

O conceito de energia foi de suma importância para o desenvolvimento da ciência, em particular da física. Sendo assim, podemos dizer que o princípio da conservação da energia mecânica diz que:

- A nada se perde, nada se cria, tudo se transforma
- B que a energia pode ser gastada e perdida.
- C a energia total de um sistema isolado é constante
- D que a energia jamais pode ser transferida de um corpo a outro

Fonte: <https://www.plickers.com/classes/5d929b20d4370b000407bbfe#now-playing>

**Teste Conceitual 01**

O conceito de energia foi de suma importância para o desenvolvimento da ciência, em particular da física. Sendo assim, podemos dizer que o princípio da conservação da energia mecânica diz que:

- A nada se perde, nada se cria, tudo se transforma
- B que a energia pode ser gastada e perdida.
- C a energia total de um sistema isolado é constante
- D que a energia jamais pode ser transferida de um corpo a outro

82 %

Fonte: <https://www.plickers.com/classes/5d929b20d4370b000407bbfe#now-playing>

### Teste Conceitual 02

Um ciclista desce uma ladeira, com forte vento contrário ao movimento. Pedalando vigorosamente, ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que:

- A a sua energia cinética está aumentando.
- B a sua energia cinética está diminuindo.
- C a sua energia potencial gravitacional está aumentando.
- D a sua energia potencial gravitacional está diminuindo.

Fonte: <https://www.plickers.com/classes/5d929b20d4370b000407bbfe#now-playing>

### Teste Conceitual 02

Um ciclista desce uma ladeira, com forte vento contrário ao movimento. Pedalando vigorosamente, ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que:

- A a sua energia cinética está aumentando.
- B a sua energia cinética está diminuindo.
- C a sua energia potencial gravitacional está aumentando.
- D a sua energia potencial gravitacional está diminuindo.

77%

Fonte: <https://www.plickers.com/classes/5d929b20d4370b000407bbfe#now-playing>

### Teste Conceitual 03

**Desprezando-se os atritos, um corpo terá energia mecânica igual à energia potencial gravitacional, se**

- A a velocidade escalar do corpo for positiva.
- B a velocidade escalar do corpo for negativa.
- C o módulo da velocidade do corpo aumentar com relação ao tempo.
- D a velocidade escalar do corpo for nula.

Fonte: <https://www.plickers.com/classes/5d929b20d4370b000407bbfe#now-playing>

### Teste Conceitual 03

**Desprezando-se os atritos, um corpo terá energia mecânica igual à energia potencial gravitacional, se**

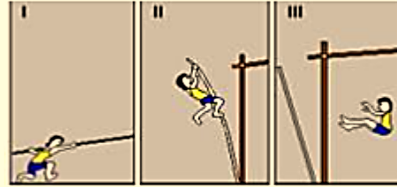
- A a velocidade escalar do corpo for positiva.
- B a velocidade escalar do corpo for negativa.
- C o módulo da velocidade do corpo aumentar com relação ao tempo.
- D a velocidade escalar do corpo for nula.

**100%**

Fonte: <https://www.plickers.com/classes/5d929b20d4370b000407bbfe#now-playing>

### Teste Conceitual 04

A figura a seguir representa um atleta durante um salto com vara, em três instantes distintos. Assinale a opção que melhor identifica os tipos de energia envolvidos em cada uma das situações I, II, e III, respectivamente.



- A - cinética - cinética e gravitacional - cinética e gravitacional.
- B - cinética e elástica - cinética, gravitacional e elástica - cinética e gravitacional.
- C - cinética - cinética, gravitacional e elástica - cinética e gravitacional.
- D - cinética e elástica - cinética e elástica - gravitacional.

Fonte: <https://www.plickers.com/classes/5d929b20d4370b000407bbfe#now-playing>

### Teste Conceitual 04

A figura a seguir representa um atleta durante um salto com vara, em três instantes distintos. Assinale a opção que melhor identifica os tipos de energia envolvidos em cada uma das situações I, II, e III, respectivamente.



- A - cinética - cinética e gravitacional - cinética e gravitacional.
- B - cinética e elástica - cinética, gravitacional e elástica - cinética e gravitacional.
- C - cinética - cinética, gravitacional e elástica - cinética e gravitacional.
- D - cinética e elástica - cinética e elástica - gravitacional.

64%

Fonte: <https://www.plickers.com/classes/5d929b20d4370b000407bbfe#now-playing>

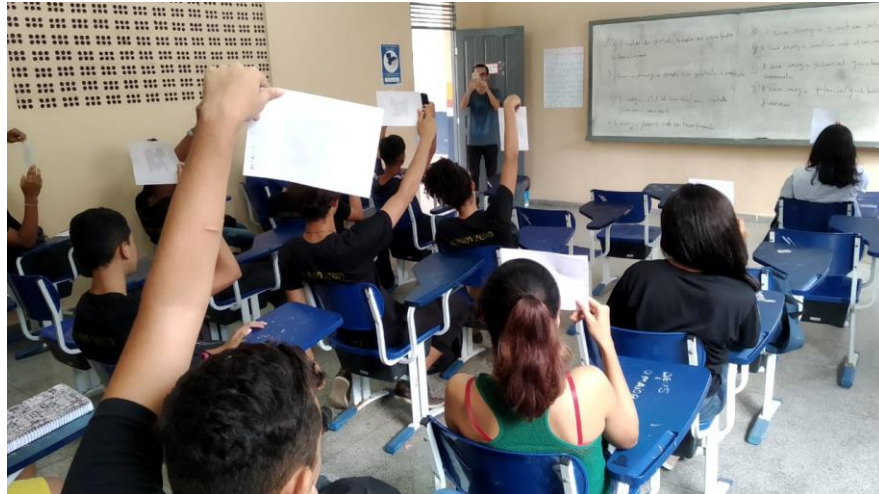
**APÊNDICE C - FOTOS DA AULA MINISTRADA AOS ALUNOS**



Fonte: Autoria própria (2019)



Fonte: Autoria própria (2019)



Fonte: Aatoria própria (2019)



Fonte: Aatoria própria (2019)



Fonte: Aatoria própria (2019)



Fonte: Autoria própria (2019)



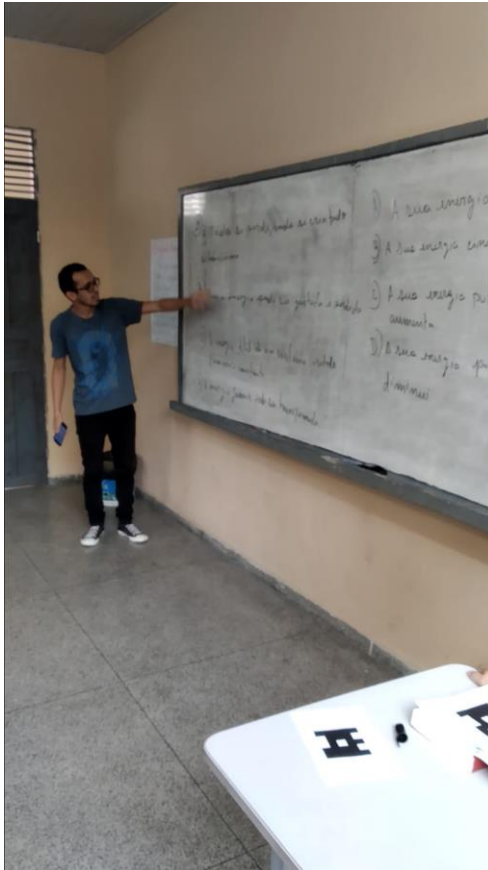
Fonte: Autoria própria (2019)



Fonte: Autoria própria (2019)



Fonte: Autoria própria (2019)



Fonte: Autoria própria (2019)



Fonte: Autoria própria (2019)