

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



**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO EM LINGUAGEM VBA PARA O  
ENSINO DE TÓPICOS DE ENERGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

**José Augusto Sousa Afonso**

**Marabá-PA  
Março de 2018**

# **DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO EM LINGUAGEM VBA PARA O ENSINO DE TÓPICOS DE ENERGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

José Augusto Sousa Afonso

Orientador: Dr. Luiz Moreira Gomes

Co-Orientadora: Dra. Glaura Carøena Azevedo de Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dr. Luiz Moreira Gomes (Unifesspa/Orientador)

Dra. Glaura Carøena Azevedo de Oliveira (Unifesspa/Co-Orientadora)

Dr. Edney Ramos Granhen (Unifesspa/Examinador)

Dra. Silvana Perez ((UFPA/Examinadora)

**Marabá-PA**

**Março de 2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) Biblioteca II da UNIFESSPA. CAMAR, Marabá, PA**

---

Afonso, José Augusto Sousa

Desenvolvimento de um aplicativo em linguagem VBA para o ensino de tópicos de energia na educação básica / José Augusto Sousa Afonso; orientador, Luiz Moreira Gomes, coorientadora, Glaura Caroena Azevedo de Oliveira. — 2019.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas - ICE, Mestrado Nacional em Ensino de Física - MNPEF, Marabá, 2019.

1. Software - Desenvolvimento. 2. Software de aplicação - Desenvolvimento. 3. Energia. 4. Física - Estudo e ensino. I. Gomes, Luiz Moreira, orient. II. Oliveira, Glaura Caroena Azevedo de, coorient. III. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. IV. Título.

CDD: 22. ed.: 005.3

*Aos meus pais, Maria e Gregório Afonso, a minha esposa Luciene Afonso e aos meus filhos, César, Edmar e Edgar Afonso pelo incentivo dado no decorrer do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo.

A minha esposa Luciene pelo amor.

Ao meu filho César pelas conversas sobre tecnologia.

Aos colegas de turma pelo companheirismo.

Ao professor Luiz Gomes pelo desenvolvimento do Aplicativo *Energy*.

À professora Glaura Oliveira pela co-orientação desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará pela contribuição em minha formação profissional.

As demais pessoas que colaboraram para tornar os estudos e atividades do trabalho possível.

*“A teoria atrai a prática como o ímã o ferro”.*

*Carl Friedrich Gauss*

## RESUMO

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da UNIFESSPA no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Neste trabalho foi desenvolvido o Aplicativo *Energy*, com a finalidade de disponibilizar aos alunos e professores da Educação Básica uma ferramenta auxiliar ao ensino de Energia e suas formas na Física da Educação Básica. O *software* foi desenvolvido no ambiente computacional do *Visual Basic for Applications*, no *Excel 2016*, aplicativo do pacote de programas da *Microsoft Office 2016*. Visando auxiliar o usuário na realização de atividades ligadas ao tema, o Aplicativo *Energy* foi concebido com tópicos em PDF dos principais assuntos relacionados ao tema Energia no Ensino Médio. Também foram desenvolvidas ferramentas para a plotagem de gráficos e realização dos mais diversos tipos de cálculos no tema Energia. Com o fim de verificar a contribuição do aplicativo no processo de aprendizagem dos alunos, foram realizadas diversas análises com turmas do terceiro ano do Ensino Médio em uma escola da rede pública. Os resultados obtidos mostraram-se promissores.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Softwares*; Energia; Ensino de Física.

## **ABSTRACT**

Master's Dissertation submitted to the Graduate of UNIFESSPA in the National Professional Master's Degree Course in Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements needed to obtain a master's degree in Physics Teaching.

In this work the Energy Application has been developed with the purpose of making available to students and teachers of Basic Education an auxiliary tool to the teaching of energy and its forms in Basic Education Physics. The software was developed in the computational environment of Visual Basic for Applications, in Excel 2016, application of the program package of Microsoft Office 2016. Aiming to assist the user in carrying out activities related to the theme, the Energy Application was designed with topics in PDF of the main subjects related to the theme Energy in High School. Tools were also developed for the plotting of graphics and the realization of the most diverse types of calculations in the Energy theme. In order to verify the contribution of the application in the students' learning process, several analyzes were carried out with third year high school classes in a state public school in the city of Parauapebas, southeast of the state of Pará. The results obtained were promising.

**KEY WORDS:** Software's; Energy; Teaching Physics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Janela de <i>login</i> do Aplicativo <i>Energy</i> .....	23
Figura 02 – Janela principal com botões de acesso aos temas de energia ..	23
Figura 03 – Janela com os botões Conceitos, Cálculos e Menu .....	24
Figura 04 – Janela mostrando documento da biblioteca do aplicativo .....	24
Figura 05 – Janela de cálculos de uma grandeza física .....	25
Figura 06 – Janela mostrando gráfico e tabela de uma grandeza física .....	26
Figura 07 – Corpo sob ação de uma força constante num deslocamento ....	27
Figura 08 – Gráfico do trabalho em função do deslocamento .....	28
Figura 09 – Janela de cálculos da potência mecânica.....	30
Figura 10 – Janela de cálculos da energia cinética .....	31
Figura 11 – Gráfico da energia cinética em função da velocidade .....	32
Figura 12 – Janela de cálculos da energia potencial gravitacional.....	33
Figura 13 – Gráfico da energia potencial gravitacional em função da altura.	34
Figura 14 – Janela de cálculos da energia potencial elástica.....	36
Figura 15 – Gráfico da energia potencial elástica em função da posição ....	36
Figura 16 – Janela de cálculos da energia mecânica total .....	38
Figura 17 – Janela de cálculos da quantidade de calor sensível.....	39
Figura 18 – Gráfico da quantidade de calor sensível <i>versus</i> temperatura ....	40
Figura 19 – Janela de cálculos da quantidade de calor latente .....	41
Figura 20 – Janela de cálculos da quantidade de calor total .....	42
Figura 21 – Janela de cálculos da potência térmica .....	43
Figura 22 – Esquema representativo de um resistor elétrico.....	44
Figura 23 – Janela de cálculos da potência elétrica dissipada .....	45
Figura 24 – Esquema de um aparelho elétrico em funcionamento .....	45
Figura 25 – Janela de cálculos da energia elétrica .....	46
Figura 26 – Gráfico da energia elétrica transforma em função do tempo ....	47
Figura 27 – Ambiente virtual no <i>socrative</i> para responder o questionário ....	53
Figura 28 – Pergunta do questionário disponível no aplicativo <i>Socrative</i> ....	53
Figura 29 – Relatório com respostas dos alunos através do <i>Socrative</i> .....	54
Figura 30 – Níveis de satisfação dos alunos com o ensino de energia.....	61
Figura 31 – Gráfico mostrando opiniões sobre a infraestrutura da escola ....	62
Figura 32 – Gráfico da relação do ensino de energia com o cotidiano.....	63

Figura 33 – Opiniões sobre metodologias para o ensino de energia .....	63
Figura 34 – Gráfico do acesso e uso pedagógico de tecnologias digitais .....	65
Figura 35 – Gráfico de dispersão dos acertos dos alunos do grupo A .....	67
Figura 36 – Gráfico de dispersão dos acertos dos alunos do grupo B .....	69
Figura 37 – Corpo sob ação de um sistema de forças.....	89
Figura 38 – Gráfico da força resultante em função do deslocamento .....	90
Figura 39 – Corpo sob à ação de uma força constante .....	91
Figura 40 – Sistema elástico na posição de equilíbrio .....	92
Figura 41 – Aparelho elétrico alimentado sob ddp constante .....	92
Figura 42 – Resistor elétrico percorrido por uma corrente elétrica .....	93

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Taxa de rendimento escolar .....	57
Tabela 02 – Níveis de satisfação dos alunos com o ensino de energia .....	59
Tabela 03 – Etapas de cálculos dos níveis de satisfação dos alunos .....	60
Tabela 04 – Acesso e uso pedagógico de tecnologias digitais.....	64
Tabela 05 – Resultado do teste de avaliação do grupo A .....	66
Tabela 06 – Resultado do teste de avaliação do grupo B .....	68
Tabela 07 – Temas das aulas com as competências e habilidades.....	83
Tabela 08 – Cronograma das aulas e atividades da pesquisa .....	84

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Considerações gerais.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos e contribuições .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Teorias pedagógicas que fundamentam o uso da tecnologia.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Instrumentos que normatizam o uso da tecnologia na educação.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>O APLICATIVO <i>ENERGY</i>.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Apresentação .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>A interface .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>Fundamentos Teóricos abordados no Aplicativo <i>Energy</i>.....</b>	<b>26</b>
3.3.1	A relação entre Energia e Trabalho Mecânico .....	26
3.3.2	Potência Mecânica .....	29
3.3.3	Energia Cinética .....	30
3.3.4	Energia Potencial Gravitacional .....	32
3.3.5	Energia Potencial Elástica .....	35
3.3.6	Energia Mecânica Total.....	37
3.3.7	Quantidade de Calor Sensível .....	38
3.3.8	Quantidade de Calor Latente .....	41
3.3.9	Quantidade de Calor Total .....	42
3.3.10	Potência Térmica .....	43
3.3.11	Potência Elétrica Dissipada .....	44
3.3.12	Energia Elétrica .....	45
<b>3.4</b>	<b>Uma proposta de aplicação (situação-problema) .....</b>	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>A METODOLOGIA APLICADA .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>Seleção da escola e características locais.....</b>	<b>50</b>
<b>4.2</b>	<b>Metodologia da pesquisa .....</b>	<b>51</b>
<b>4.3</b>	<b>Aplicação do questionário diagnóstico .....</b>	<b>53</b>
<b>4.4</b>	<b>Plano de Ensino e Cronograma das atividades .....</b>	<b>54</b>
<b>4.5</b>	<b>Realização das aulas sobre energia e suas formas.....</b>	<b>55</b>
<b>4.6</b>	<b>Avaliação do processo de ensino / aprendizagem .....</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1</b>	<b>Desempenho escolar.....</b>	<b>57</b>
5.1.1	Taxa de rendimento escolar .....	57

5.1.2	Distorção idade-série .....	58
5.1.3	Taxa de participação no Enem.....	58
<b>5.2</b>	<b>Questionário diagnóstico.....</b>	<b>58</b>
5.2.1	Nível de satisfação com o ensino de energia.....	58
5.2.2	Estrutura e metodologias de ensino de energia.....	61
5.2.3	Acesso e uso pedagógico das tecnologias digitais.....	64
<b>5.3</b>	<b>Uso do Aplicativo <i>Energy</i> .....</b>	<b>65</b>
5.3.1	Grupo A – Sem o uso de tecnologias digitais.....	65
5.3.2	Grupo B – Fazendo uso do Aplicativo <i>Energy</i> .....	67
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>70</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE A – Questionário diagnóstico .....</b>	<b>76</b>
	<b>APÊNDICE B – Plano de Ensino e Cronograma das atividades.....</b>	<b>80</b>
B.1	Identificação.....	80
B.2	Ementa .....	80
B.3	Objetivos de ensino (Professor).....	80
B.4	Objetivos de aprendizagem (Alunos).....	81
B.5	Competências de área.....	81
B.6	Habilidades de área.....	81
B.7	Temas das aulas / Competências / Habilidades .....	83
B.8	Cronograma das aulas e atividades da pesquisa .....	84
B.9	Bibliografia básica.....	85
B.10	Bibliografia complementar .....	85
B.11	Leitura complementar .....	86
B.12	Metodologia de ensino.....	86
B.13	Forma de avaliação .....	86
	<b>APÊNDICE C – Teste de avaliação sobre os tópicos estudados.....</b>	<b>87</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações gerais

Um dos grandes dilemas enfrentados por muitos indivíduos atualmente é a rapidez com que as demandas sociais estão se modificando. Uma pessoa investe determinado tempo e recursos financeiros em sua formação acadêmica e profissional e, no final, vai exercer uma profissão bem diferente daquela que havia idealizado inicialmente. Certamente, os avanços da ciência e tecnologia são parte significativa nessas rápidas mudanças que estão ocorrendo.

De acordo com um relatório sobre o desenvolvimento mundial [1], “em muitos casos, esses avanços impulsionaram o crescimento, expandiram e melhoraram a prestação de serviços”. Entretanto, esse mesmo documento apresenta uma “análise sobre a inclusão, eficiência e inovação através do uso das novas tecnologias pelas comunidades mundiais, chamando à atenção para a necessidade de se reforçar os fundamentos analógicos da revolução digital”, afirmando que [1]:

[...] seu impacto agregado ficou aquém do esperado e está distribuído de forma desigual. Para as denominadas tecnologias digitais beneficiarem a todos em todas as partes serão necessários fechar o hiato digital restante, especialmente em matéria de acesso à *internet*. [...] deve-se reforçar as regulamentações que asseguram a concorrência entre empresas e adaptar as aptidões dos trabalhadores às demandas da nova economia.

Uma das providências a serem tomadas nesse sentido é promover mudanças nos sistemas educacionais dos países. No caso do Brasil, de acordo com o Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR [2], “o debate sobre o uso das tecnologias digitais na educação ganhou destaque somente no final do século XX, através das primeiras políticas públicas mais estruturadas na área”.

Ao analisar as finalidades do ensino de física na educação básica do país, verifica-se que o foco é a compreensão dos fenômenos naturais através da observação, controle e interpretação de eventos bem definidos. Isto deve ser feito através de modelos matemáticos e leis físicas que serão utilizadas na descrição de sistemas reais e previsão determinista de eventos futuros.

Segundo Moreira [3], “a abordagem da física como uma ciência pronta e acabada, infelizmente tem sido feita de modo equivocado”, uma vez que tem estimulado uma “aprendizagem mecânica, desatualizada em termos de conteúdos e tecnologias e focada no treinamento para as provas”. Esse autor defende que o “Ensino da Física continua desprezando a criatividade dos educandos, não levando em consideração o que ocorre na mente do sujeito durante o processo de aprendizagem” [3].

Os questionamentos de Moreira são corroborados por Ausubel [4] quando afirma que “a interação entre conhecimentos novos e prévios é a característica chave da aprendizagem, com compreensão e capacidade de aplicação e transferência”.

Dessa forma, visando contribuir para romper com o paradigma educacional apresentado por Moreira e outros pesquisadores, esse trabalho tem seu foco no desenvolvimento de um aplicativo que será utilizado como ferramenta auxiliar para o ensino de conceitos sobre Energia e suas formas, na Física da Educação Básica. O público alvo desta ferramenta são os estudantes do Ensino Fundamental e Médio e professores.

O Aplicativo *Energy* foi desenvolvido com o uso do *Visual Basic for Applications* (VBA) do *Excel*, programa do pacote da *Microsoft Office 2016*. Um dos motivos da escolha do VBA foi o fato do pacote *Microsoft Office* ser amplamente utilizado pelo público em geral.

A proposta do uso desta ferramenta computacional é auxiliar o usuário na realização das atividades escolares ligadas ao tema da Energia, de modo a se obter um ensino/aprendizagem realmente significativo. O Aplicativo *Energy* contém uma biblioteca de assuntos sobre energia, calculadoras e plotadores de gráficos e isso certamente, potencializará o aprendizado dos alunos.

Para analisar os reflexos do uso dessa ferramenta didática, foram realizados estudos e análises com alunos da terceira série do ensino médio.

Esse trabalho está dividido em seis capítulos. Neste capítulo introdutório é apresentado o assunto a ser abordado, os objetivos e contribuições do trabalho. No capítulo 2 é feita uma revisão de literatura sobre as teorias pedagógicas e os instrumentos normativos utilizadas no desenvolvimento do trabalho.

No capítulo 3 é apresentado o Aplicativo *Energy*, bem como os conceitos teóricos abordados no aplicativo.

No capítulo 4 são apresentados os materiais e métodos utilizados para avaliar os impactos educacionais desse *software*. Os resultados e discussões sobre o tema do trabalho, são abordados no capítulo 5.

No capítulo 6 são apresentadas as considerações finais e sugestões para futuros trabalhos.

## 1.2 Objetivos e contribuições

Este trabalho tem os seguintes objetivos e contribuições:

- Desenvolver um aplicativo em linguagem VBA do *Excel*, para o ensino resolução de problemas do tema energia, no ensino fundamental e médio;
- Utilizar o Aplicativo *Energy* em sala de aula, como forma de promover uma aprendizagem significativa do aluno de modo a potencializar o seu aprendizado;
- Facilitar a realização de cálculos e gráficos no contexto do ensino ligado ao tema energia e suas formas na física do ensino médio, e verificar se a utilização do *software* contribui para análise do papel das variáveis envolvidas;
- Verificar se a utilização do Aplicativo *Energy* nas atividades sobre energia em sala de aula contribui para a integração e interação entre os alunos;
- Verificar o aprendizado dos alunos avaliando a eficiência da utilização do *software*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Teorias pedagógicas que fundamentam o uso da tecnologia

Segundo Präss [5] “dentre as principais teorias pedagógicas com a premissa de que a inteligência humana é construída a partir da troca do organismo com o meio e pelas ações do indivíduo encontra-se o Modelo Piagetiano”, conhecida como Teoria Construtivista de Jean Piaget. Esse autor afirma que a teoria de Piaget “é baseada no ensaio e no erro, na pesquisa, na investigação, na solução de situações-problema, no aprender a pensar, com ênfase nos trabalhos em equipe e jogos” [5]. Präss comenta que [5]:

O Modelo Piagetiano prima pelo rigor científico de sua produção, ampla e consistente ao longo de mais de 70 anos, que trouxe contribuições práticas importantes, principalmente, ao campo da Educação – muito embora, curiosamente, aliás, a intenção de Piaget não tenha propriamente incluído a ideia de formular uma teoria específica de aprendizagem.

Entre as contribuições da “Teoria da Aprendizagem de Jean Piaget” para a “Educação Contemporânea”, Präss [5] aponta que:

- A teoria dada em sala de aula não é suficiente para dizer que um conteúdo foi assimilado e aprendido, sendo necessário a extrapolação desse momento através da aplicação dos conhecimentos, da experimentação e a demonstração;
- A meta principal da educação é contribuir para que as pessoas sejam capazes de inovar, não simplesmente memorizar e repetir o que outras gerações fizeram;
- Por meio da educação forme-se indivíduos com pensamentos críticos, que possam verificar, e não aceitar, tudo que lhes é transmitido como válido ou verdadeiro.

Verifica-se que “a ideia central do Modelo Piagetiano é que o conhecimento não é uma cópia da realidade, e sim o produto de uma interação da pessoa com seu entorno, tornando esse processo sempre individual, particular e peculiar” [5],

ou seja, personalizado.

Piaget, detalhou as etapas e formas de aprendizado do ser humano desde o nascimento até os 13 – 15 anos, quando supostamente atinge-se o desenvolvimento das operações formais e o aparecimento real da capacidade de criação. De acordo com Piaget [6] “o ser humano é um aprendiz que deve agir no meio que o cerca, procurando as respostas às suas curiosidades e questionamentos”.

Segundo Fialho [7] a teoria pedagógica construtivista procura descrever os “diferentes estágios pelos quais passam os indivíduos, no processo de aquisição de conhecimentos, na forma como se desenvolve a inteligência humana e na maneira como o indivíduo se torna autônomo”.

De acordo com Gardner [8] “a linha filosófica construtivista promoveu uma verdadeira revolução na forma de ensinar”. Esse autor afirma que isso “proporcionou o desenvolvimento de vários trabalhos em diversas áreas de estudo, como a capacidade cognitiva e motivação para aprender”. Gardner [8] afirma que a teoria construtivista “é fundamental no processo de transformação do ensino no País. Ou seja, ela certamente indica caminhos de como melhorar a educação no Brasil.

Sabe-se que os avanços na área do conhecimento cognitivo, sobre como as operações mentais se processam, certamente influenciaram positivamente a criação de metodologias pedagógicas centralizadas na ação do sujeito, ou seja, em abordagens pedagógicas cognitivas do processo de ensino e da aprendizagem de um indivíduo.

Nesse sentido, o aprendiz exerce um papel essencialmente ativo e o professor deve criar situações-problema estabelecendo formas de reciprocidade e cooperação que sejam ao mesmo tempo, moral e racional. O processo do ensino e da aprendizagem sob uma visão cognitivista tem como principal objetivo desenvolver a inteligência do indivíduo.

Do ponto de vista escolar, deveriam ser dadas ferramentas para que os estudantes pudessem trabalhar suas dúvidas e questionamentos, sem necessariamente que os professores dissessem tudo ou apresentassem a informação de modo padronizado. Neste contexto, o processo do ensino e da aprendizagem transformaria o professor tradicional em um orientador que permitiria ao aluno a construção de seu próprio conhecimento.

A abordagem cognitivista segue sua ampliação com os estudos de Levy Vygotsky [9], ao descrever os processos superiores às ações conscientemente controladas, a atenção voluntária, a memorização ativa e o pensamento abstrato.

Essas ideias serviram de base para desenvolver uma teoria associada ao contexto social, histórico e cultural, dando ênfase mais a ação da comunidade sobre o aprendizado do aluno, do que a interação como o meio.

De acordo com Vygotsky [10] deve-se exigir do docente um ensino dentro de uma “Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), acima da capacidade atual de aprendizado do aluno quando sozinho, mas perfeitamente possível com a ajuda de um orientador”. Esse autor afirma que [10] “a interação e a mediação entre o homem e o seu meio são realizados por elementos ligados aos signos e aos instrumentos”.

Segundo Vygotsky [10] “as ferramentas são usadas para ampliar as possibilidades de transformar a natureza, e a simbologia também contribui nas ações concretas e nos processos psicológicos”, por exemplo, um aplicativo para computador (ferramenta) e a linguagem matemática (simbologia). Nesse caso, a linguagem matemática é utilizada de forma prática na construção e interação do aplicativo, que pode servir para o usuário realizar inúmeras tarefas cotidianas, assim como no processo de ensino e da aprendizagem de Física.

Vygotsky procurou inserir o indivíduo na sociedade e, assim, sua forma de ver o desenvolvimento humano foi orientada para os processos de interação com o outro no espaço social e na dimensão Sócio Histórica. Com isso, a relação entre o desenvolvimento e a aprendizagem está atrelada ao fato do ser humano viver em um meio social.

Numa abordagem dos processos educacionais fundamentada pela teoria pedagógica de Vygotsky, os alunos são considerados inicialmente com habilidades parciais, desenvolvendo-as com a ajuda de um parceiro mais habilidoso até que passem a totais.

Portanto, visando melhorias desses processos na física da educação básica, esse estudo realizado para o desenvolvimento de um aplicativo computacional com a finalidade de auxiliá-los, utilizou a abordagem pedagógica da Teoria de Levy Vygotsky com uma perspectiva construtivista do professor proposta pelo Modelo Piagetiano de Jean Piaget, que promoveu mudanças conceituais e sendo um facilitador do processo de aprendizagem dos alunos.

## 2.2 Instrumentos que normatizam o uso da tecnologia na educação

É natural que a evolução tecnológica promova mudanças nas demandas sociais. Isto é estratégico para o sucesso da coletividade. Entretanto, é fundamental que seus constituintes estejam preparados para essas transformações.

Moreira [3] afirma que o ensino da física na educação básica brasileira está em crise, por não ter se preparado para acompanhar essa evolução. Segundo esse autor [3]:

[...] além da falta e/ou despreparo de professores, das más condições de trabalho, do reduzido número de aulas e da progressiva perda da identidade no currículo, o ensino da física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) [11] “a prática educativa deve abarcar dimensões da formação humana, tais como ciência, cultura, tecnologia e trabalho, norteando o desenvolvimento das atividades educacionais”. Infelizmente, o que se constata é que as dificuldades enfrentadas na área educacional do Brasil, não estão estritamente relacionadas a falta de instrumentos normativos, mas em não cumprimento daquilo que se faz necessário e está previsto em lei.

Segundo Luíse [12] “não se está associando devidamente os recursos tecnológicos com a educação”. Esse autor afirma que “as escolas brasileiras não estão no mesmo compasso dos alunos quando o assunto é tecnologia” [12]. Porém, de acordo com Luíse [12] “é um cenário onde se vislumbra uma grande oportunidade de mudança” para educação do nosso país.

Ao analisar as reformas que ocorreram na educação básica, Moreira [3] constata que os Programas Educacionais Nacionais “ainda colocam o estudante, que é o ator principal desse processo, em uma posição muito passiva”. Esse autor afirma que “os aprendizes continuam sendo bombardeados por informações e acabam tendo que digerir isso por conta própria, não conseguindo transformar isso em conhecimentos aplicáveis em seu cotidiano” [3]. De acordo com Luíse [12] isso “é muito diferente de um modelo de ensino em que o discente seja incentivado a explorar seus interesses, a criar e testar ideias”.

Segundo Franco [13] “a LDB propõe uma educação comum de base

científico-tecnológica e humanista, não havendo prevalência de uma dimensão sobre a outra”. Esse autor destaca que “um novo modelo de ensino médio foi fundamentado na estética da sensibilidade” [13].

Esse modelo, conforme Franco [13], “dá lugar à criatividade, ao espírito inventivo, a curiosidade pelo inusitado e à afetividade, na política de igualdade e na ética da identidade, mas sem a estrutura necessária para efetivá-lo”.

No âmbito das especificidades, Franco [13] afirma que “os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) se contrapõem a um processo educacional descontextualizado, compartimentado e baseado no acúmulo de informações.

Tanto a LDB, quanto os PCNEM visam uma aprendizagem significativa, crítica, contextualizada, contemporânea e transdisciplinar, seguindo recomendações internacionais, mas que não se configura em uma prática na maioria das escolas do país.

A educação básica brasileira vem sendo assistida com a criação de leis e outros instrumentos normativos que acompanham a evolução tecnológica e que se fossem cumpridas, supririam muitas demandas sociais. Assim como acontece na educação, temos um sistema governamental com muitas teorias e poucas práticas.

No capítulo seguinte será apresentado o Aplicativo Energy, sua interface, bem como os fundamentos da Física abordados em seu desenvolvimento.

### 3 O APLICATIVO *ENERGY*

Neste capítulo é feita a descrição do *software* educacional *Energy*, desenvolvido em linguagem VBA do *Excel*. Nele são abordados conceitos físicos sobre energia e suas formas, utilizando como exemplos situações cotidianas para facilitar a compreensão do tema e apresentar aplicações e importâncias desse assunto na vida das pessoas. O aplicativo dispõe de ferramentas computacionais de fácil acesso e manipulação com a finalidade de auxiliar o usuário na realização de pesquisas bibliográficas, cálculos, plotagem de gráficos, composição de tabelas de dados das grandezas físicas envolvidas, assim como, suas implicações no estudo de energia e suas formas na Física do Ensino Fundamental e Médio.

#### 3.1 Apresentação

O Aplicativo *Energy* foi desenvolvido com a finalidade de ser utilizado como uma ferramenta complementar e de inovação ao método tradicional de ensino de energia e suas formas.

A interface do software apresenta textos descritivos abordando teorias e exemplificações do dia-a-dia, modelos matemáticos, diagramas, calculadoras, plotadores de gráficos, tabelas, entre outros recursos gráficos e computacionais, visando assim facilitar o processo do ensino e da aprendizagem de tópicos de física no nível da educação básica relacionados com esse tema em questão.

O VBA, do pacote *Office da Microsoft*, oferece opções para a criação de macros, possibilitando assim a automatização de diversos processos nas planilhas do *Excel*.

A proposta deste trabalho é utilizar o Aplicativo *Energy* para auxiliar o aprendiz na aquisição de competências e habilidades, facilitando assim o entendimento dos métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e suas tecnologias, capacitá-lo a aplicá-los em diferentes contextos de sua vida.

Nesse sentido, faz-se necessário que o indivíduo aprenda a relacionar as informações de uma situação-problema em estudo, com as apresentadas no Aplicativo *Energy* através dos seus exemplos de situações cotidianas, gráficos, tabelas, modelos matemáticas, entre outros recursos nele existentes.

### 3.2 A interface

O Aplicativo *Energy* e o manual de sua utilização (tutorial) encontram-se disponíveis para download em: <https://augustoafonso10102.wixsite.com/fisica-matematica>. Após baixa-los, ao iniciar o aplicativo, será aberta uma janela de *login* (fig. 01), onde serão solicitados nome do usuário (administrador) e senha (123).

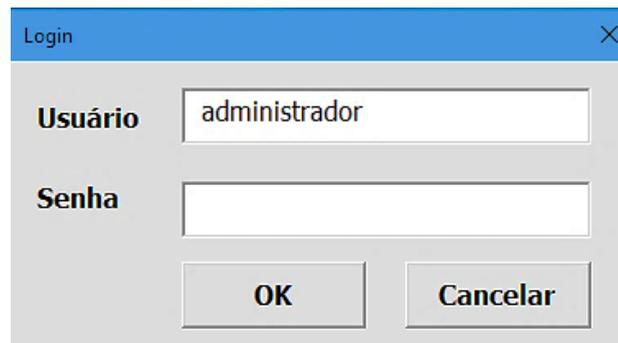


Figura 01 – Janela de *login* do Aplicativo *Energy*. Fonte: O autor.

Após digitar a senha e clicar em **OK** será aberta a janela principal do Aplicativo *Energy*. Ela apresenta vários botões de acesso aos temas disponíveis nessa versão do *software* (fig. 02).



Figura 02 – Janela principal com botões de acesso aos temas de energia. Fonte: O autor.

Esses temas são de suma importância para compreensão de inúmeros fenômenos naturais recorrentes de nosso cotidiano, e fazem parte da Base Curricular do Ensino da Física da Educação Básica.

Ao selecionar um tema (no exemplo, o botão trabalho mecânico), abre-se uma janela com botões de acesso ao conteúdo (Conceitos), Cálculos e Menu (fig. 03).

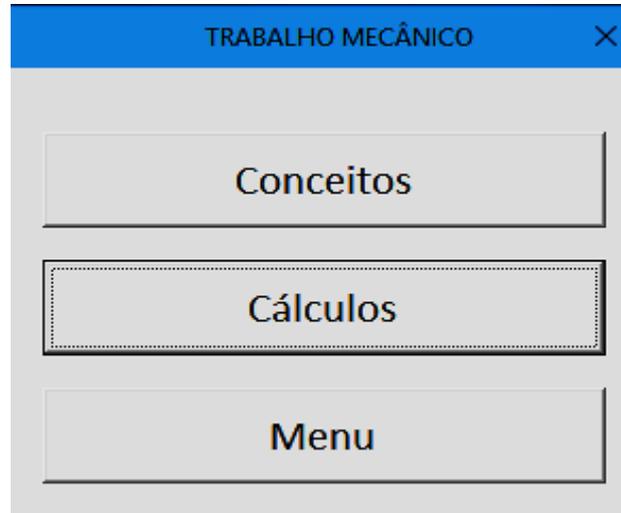


Figura 03 – Janela com os botões **Conceitos**, **Cálculos** e **Menu**. Fonte: O autor.

Clicando no botão **Conceitos**, abre-se uma janela com um documento em formato pdf sobre os fundamentos físicos, modelos matemáticos envolvidos e demais informações relacionadas ao assunto (fig. 04).

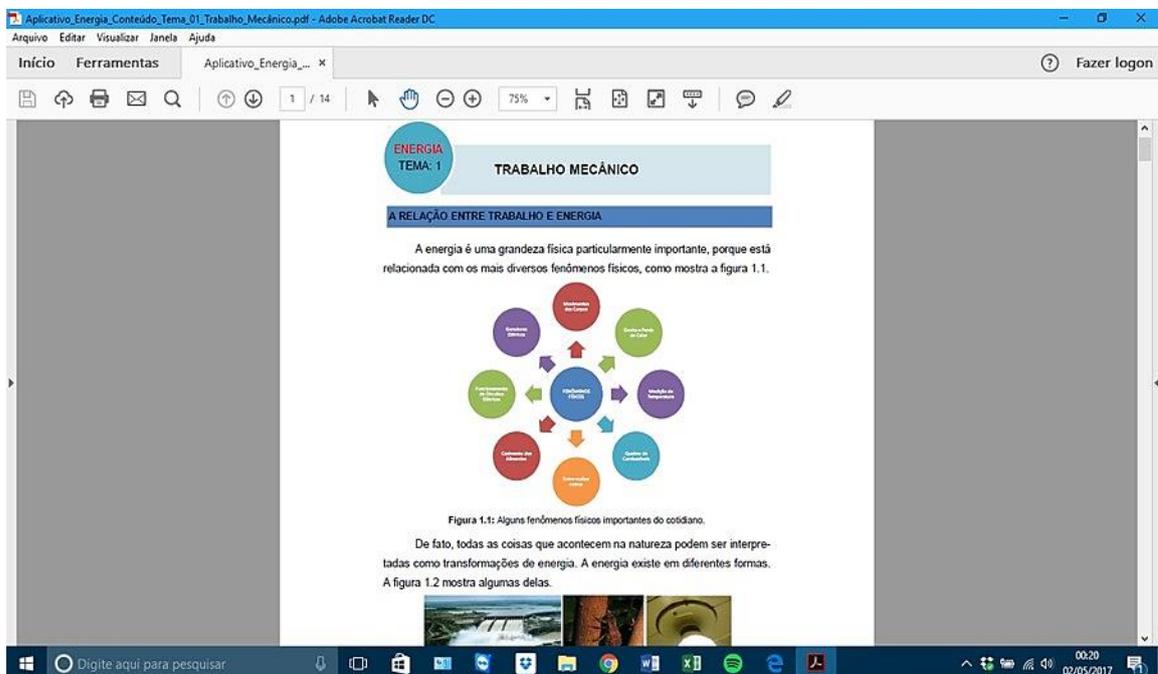


Figura 04 – Janela mostrando documento da biblioteca do aplicativo. Fonte: O autor.

O conteúdo do aplicativo pode ser utilizado pelo professor de física para ensinar a teoria e propor situações-problema do cotidiano aos alunos.

Para calcular a intensidade de uma grandeza física utilizando uma das calculadoras do Aplicativo *Energy*, basta selecionar o botão **Cálculos** na janela de conteúdo do tópico escolhido (fig. 03).

O usuário acessará uma janela que mostra a equação matemática que relaciona a grandeza física, os locais para inserir os dados de entrada (variáveis) e o botão para calcular a variável desejada (fig. 05).

Na janela de cálculos encontra-se também a seção para plotar gráficos. Esse recurso está disponível em várias calculadoras do aplicativo, e constitui uma poderosa ferramenta de análise do comportamento de variáveis.

Basta inserir as informações solicitadas na seção **Gráfico** e clicar no botão **Plotar Gráfico** (fig. 05).

Cálculos

Trabalho Mecânico

$$W = F \cdot \Delta s$$

F =  N

$\Delta s$  =  m

W =  J

Calcular

Gráfico

F =  N

s1 =  m

s2 =  m

Plotar Gráfico

Anterior

Menu

Figura 05 – Janela de cálculos de uma grandeza física. Fonte: O autor.

Feito isso, aparece uma janela com o gráfico plotado (fig.06), acompanhada de uma tabela com os valores numéricos da relação matemática entre as grandezas físicas envolvidas.

A figura 06 mostra um gráfico acompanhado de sua tabela, gerados pelo Aplicativo *Energy*, da intensidade da energia potencial elástica de uma mola em função da posição de sua extremidade livre.

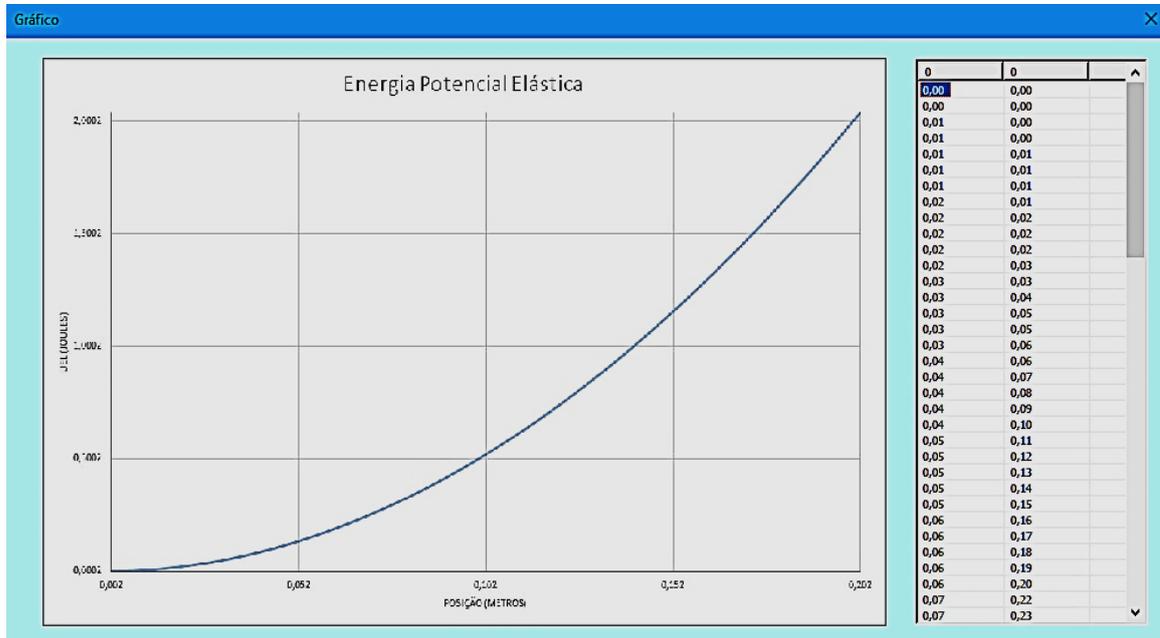


Figura 06 – Janela mostrando gráfico e tabela de uma grandeza física. Fonte: O autor.

### 3.3 Fundamentos Teóricos abordados no Aplicativo *Energy*

De acordo com Amaldi [14], “a energia é uma grandeza particularmente importante, porque está relacionada com os mais diversos fenômenos”. Esse autor afirma que “quase todas as coisas que acontecem na natureza podem ser interpretadas como transformações da energia”.

Nesta seção, são tratados os fundamentos da Física abordados no Tema Energia.

#### 3.3.1 A relação entre Energia e Trabalho Mecânico

Segundo Amaldi [14] “uma das leis fundamentais da Física é a Conservação da Energia”. De acordo com esse autor “essa lei governa todos os fenômenos naturais conhecidos até agora, segundo a qual, há certa quantidade que não se modifica nas múltiplas transformações que passa na natureza”.

Amaldi [14] argumenta que o aproveitamento dessa propriedade pode ser exemplificado pelo “funcionamento de uma usina hidroelétrica, onde inúmeras

dessas possíveis transformações são utilizadas para suprir as necessidades com energia das pessoas”.

Além dessa propriedade, outra bastante explorada, consiste na capacidade de realizar trabalho, que para a Física essa expressão tem um significado, em particular, diferente do empregado no dia-a-dia.

Para exemplificar isso, Amaldi [14] sugere uma constatação física que consiste na verificação de “uma bomba hidráulica, que eleva água de um poço para um reservatório, realiza trabalho mecânico, mas uma pessoa parada segurando um objeto, embora se canse, isso já não acontece”. Ou seja, no cotidiano, o trabalho está relacionado com o exercício de alguma atividade ou algum serviço.

Entretanto, na Física, o trabalho é conceituado de forma diferente. Assim, caso não haja força e deslocamento, não existe trabalho. Isso quer dizer que mesmo que uma pessoa mantenha um objeto pesado por bastante tempo, fisicamente ela não está realizando trabalho.

De acordo com Halliday [15], “trabalho mecânico é a energia transferida para um objeto (ou dele) através de uma força que age sobre esse corpo”. Esse autor afirma que “o trabalho é dito positivo quando o sistema físico recebe energia e negativo quando ele a cede” [15].

Segundo Halliday [15], o trabalho ( $\Delta W$ ) realizado pela componente horizontal ( $\vec{F}_x$ ) de uma força ( $\vec{F}$ ) constante aplicada a um objeto ao longo de um deslocamento ( $\vec{\Delta x}$ ) é dado pela equação 1, onde  $\theta$  é o ângulo entre os vetores  $\vec{F}$  e  $\vec{\Delta x}$  (fig. 07).

$$\Delta W = F_x \Delta x = F \Delta x \cos \theta \quad (1).$$

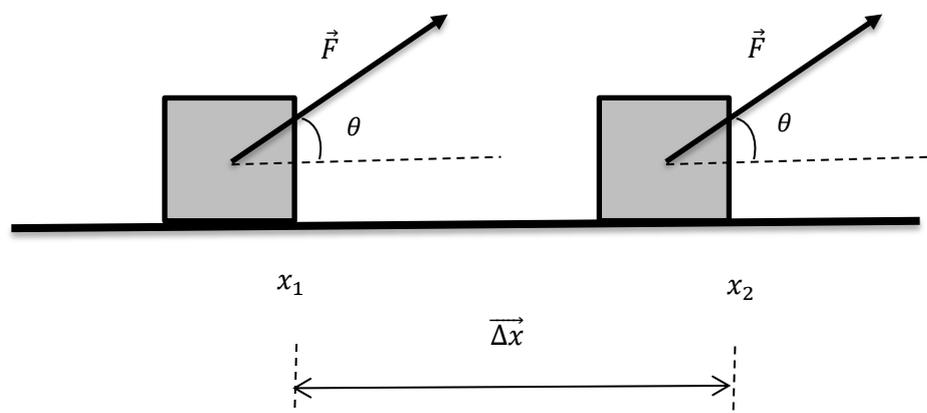


Figura 07 – Corpo sob ação de força constante num deslocamento. Fonte: O autor.

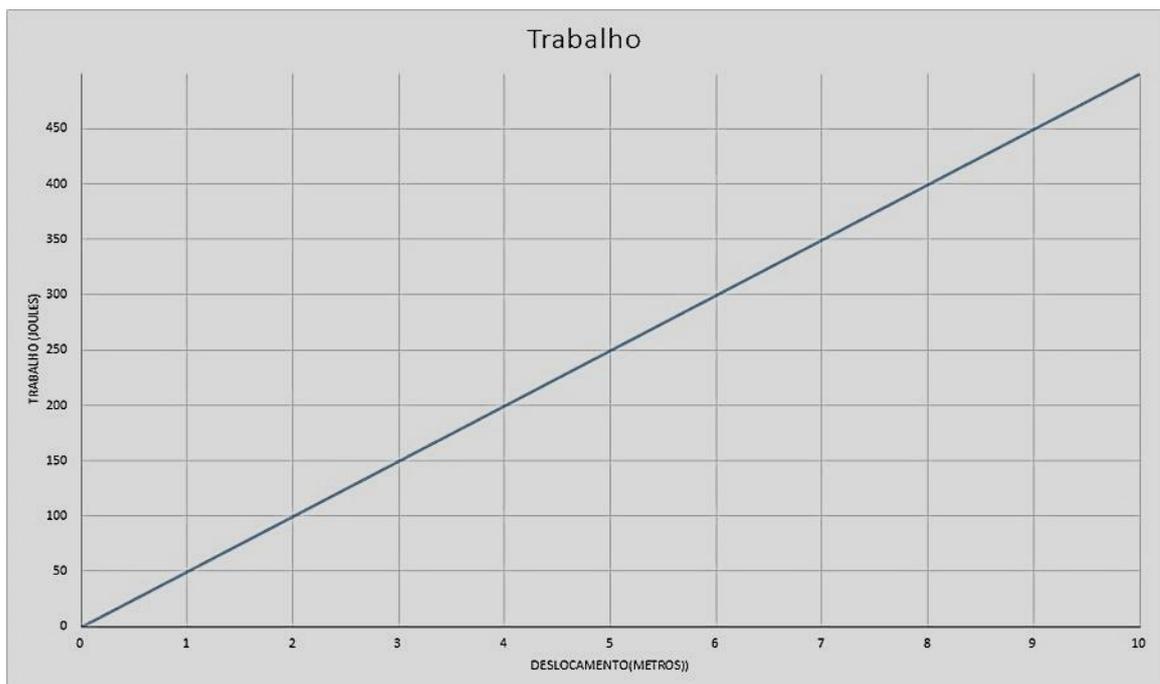
No Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas a intensidade do trabalho mecânico é medida em joule (J).

Para realizar esse cálculo usando o Aplicativo Energy basta seguir a sequência no *software*: **janela principal > trabalho mecânico > cálculos**, e inserir os dados solicitados (ver fig. 05).

É importante ressaltar que o valor da força ( $\vec{F}$ ) a ser digitado como dado de entrada no aplicativo é referente a intensidade da componente na mesma direção do vetor deslocamento ( $\overrightarrow{\Delta x}$ ) que, nesse caso, é dada  $F \cos \theta$ .

Para obter o gráfico do trabalho em função do deslocamento de um corpo, basta inserir na seção **Gráfico** a intensidade da componente da força aplicada ao objeto em Newton (N), a posição inicial ( $x_1$ ) e a final ( $x_2$ ) em metros (m), e clicar no botão **Plotar Gráfico**.

A figura 08 ilustra um gráfico gerado pelo aplicativo, do trabalho realizado por uma força constante aplicada sob um corpo em função do deslocamento.



**Figura 08 – Gráfico do trabalho em função do deslocamento.** Fonte: O autor.

Neste caso, o gráfico é dado por uma função constante, uma vez, que a intensidade da força é a mesma ao longo do deslocamento do corpo.

Do gráfico da força em função do deslocamento de um objeto, verifica-se uma propriedade matemática muito útil para situações em que a força não é dada por uma função constante.

A área limitada pelo gráfico da figura 8 é numericamente igual ao trabalho realizado pela componente da força ( $\vec{F}$ ) aplicada sobre o objeto.

Essa propriedade é facilmente verificada calculando a área da figura ( $A_{\text{retângulo}} = \text{base} \cdot \text{altura}$ ) que é equivale ao valor encontrado através da equação 1.

Dessa forma, conforme Halliday [15], “o trabalho ( $W$ ) realizado por uma força variável é dado pela equação 2 e é representado pela área entre a curva  $F(x)$  e o eixo  $x$  e entre  $x_i$  e  $x_f$ ”.

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)dx \quad (2).$$

Para um sistema físico formado por duas ou mais forças agindo sobre um corpo, Halliday [15] afirma que “o trabalho total é a soma dos trabalhos realizados pelas forças, que também é igual ao trabalho mecânico ( $W$ ) realizado pela força resultante ( $F_r$ )”.

### 3.3.2 Potência Mecânica

De acordo com Halliday [15], “o trabalho realizado por uma força pode ser executado com maior ou menor rapidez”. Esse destaca que “a grandeza física que traduz essa ideia, isto é, que relaciona o trabalho mecânico ( $\Delta W$ ) realizado num intervalo de tempo ( $\Delta t$ ), é denominado potência média” [15].

Nesse sentido, segundo Halliday [15], “a potência média  $P_m$  desenvolvida por uma força é a taxa média com a qual realiza trabalho sobre um objeto”, e é dada pela equação 3.

$$P_m = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad (3).$$

No Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas a intensidade da potência é medida em watt (W).

Para realizar esse cálculo usando o Aplicativo *Energy*, basta seguir a sequência no *software*: **janela principal > potência mecânica > cálculos**, e inserir os dados solicitados (figura 09). Em seguida, é só clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

Vale ressaltar, que a potência instantânea ( $P$ ) é a taxa instantânea com a

qual o trabalho ( $dW$ ) está sendo realizado em relação ao intervalo de tempo ( $dt$ ), dada pela equação 4.

$$P = \frac{dW}{dt} \quad (4).$$

Desta relação, obtém-se a taxa com a qual uma força realiza trabalho mecânico sobre uma partícula ou um objeto que se comporta como uma partícula, em termos da força e da velocidade da partícula.

The image shows a software interface for calculating mechanical power. The window title is 'Cálculos'. The main heading is 'Potência Mecânica'. The formula  $P = \frac{W}{\Delta t}$  is displayed in a box. Below the formula, there are three input fields: 'W = [ ] J', ' $\Delta t$  = [ ] s', and 'P = [ ] W'. A 'Calcular' button is located below the input fields. At the bottom of the window, there are two buttons: 'Anterior' and 'Menu'.

Figura 09 – Janela de cálculos da potência mecânica. Fonte: O autor.

### 3.3.3 Energia Cinética

Segundo Sant'Anna [16], “a energia cinética ( $K$ ) associada ao movimento de uma partícula de massa ( $m$ ) e velocidade escalar instantânea ( $v$ ) é dada pela equação 5”.

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (5).$$

No Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas a intensidade da energia cinética é medida em joule (J).

Para calcular a energia cinética usando o Aplicativo *Energy*, basta seguir a sequência no *software*: **janela principal > energia cinética > cálculos**, e inserir os dados solicitados (figura 10). Em seguida, é só clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

Fazendo uso da mesma janela (fig. 10), pode-se obter o gráfico da energia cinética ( $K$ ) em função das velocidades escalar instantânea inicial ( $v_1$ ) e final ( $v_2$ ) de um corpo.

Basta inserir na seção **Gráfico** a intensidade da massa  $m$  do corpo, em quilograma (kg), a velocidade inicial ( $v_1$ ) e a final ( $v_2$ ), em metro por segundo (m/s), e clicar no botão **Plotar Gráfico**.

Cálculos

Energia Cinética

$$K = \frac{mv^2}{2}$$

m =  m

v =  m/s

K =  J

Calcular

Gráfico

m =  m

v1 =  m/s

v2 =  m/s

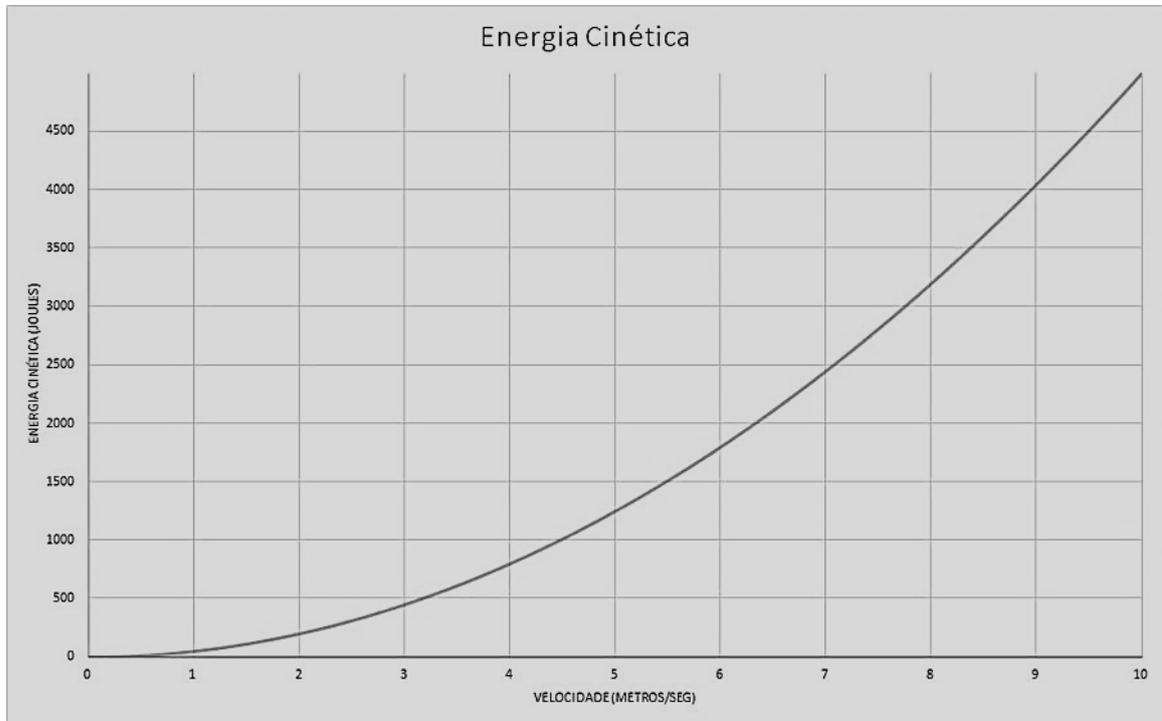
Plotar Gráfico

Anterior

Menu

Figura 10 – Janela de cálculos da energia cinética. Fonte: O autor.

A figura 11 mostra um gráfico da energia cinética de um objeto em função da velocidade escalar instantânea.



**Figura 11 – Gráfico da energia cinética em função da velocidade.** Fonte: O autor.

Considerando um objeto que se comporta como uma partícula, uma variação da energia cinética ( $\Delta K$ ) é igual ao trabalho total ( $\Delta W$ ) realizado sobre a partícula.

Essa relação é conhecida como Teorema da Energia Cinética e do Trabalho, dada pela equação 6, onde  $K_i$  é a energia cinética inicial e  $K_f$  é a final após o trabalho ter sido realizado.

$$\Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \Delta W \quad (6).$$

### 3.3.4 Energia Potencial Gravitacional

Numa situação inicial em que um objeto de massa ( $m$ ) está em repouso a uma altura ( $h$ ) em relação a superfície da Terra, de acordo com Sant'Anna [16] “sua energia só depende da posição em que o corpo se encontra e considerando a energia potencial gravitacional nula na superfície da Terra”. Segundo Sant'Anna [16] “a energia potencial gravitacional será dada pela relação,

$$U_{pg} = mgh$$

onde  $g$  é o valor da aceleração da gravidade local, considerada aproximadamente constante nas proximidades da Terra”. No Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas a intensidade da energia potencial gravitacional é medida em joule (J).

Para realizar esse cálculo usando o aplicativo, basta seguir a sequência no *software*: **janela principal > energia potencial gravitacional > cálculos**, e inserir os dados solicitados (fig. 12).

O valor da aceleração da gravidade ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ) já está inserido na função na memória da calculadora, não sendo necessário acrescentá-lo como dado de entrada. Em seguida, é só clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

The image shows a software window titled "Cálculos" with a close button (X) in the top right corner. The window is divided into two main sections: "Energia Potencial Gravitacional" and "Gráfico".

In the "Energia Potencial Gravitacional" section, the formula  $U_{pg} = m \cdot g \cdot h$  is displayed. Below the formula are three input fields: "m = [ ] kg", "h = [ ] m", and "Upg = [ ] J". A "Calcular" button is located below these fields.

In the "Gráfico" section, there are three input fields: "m = [ ] kg", "h1 = [ ] m", and "h2 = [ ] m". A "Plotar Gráfico" button is located below these fields.

At the bottom of the window, there are two buttons: "Anterior" and "Menu".

Figura 12 – Janela de cálculos da energia potencial gravitacional. Fonte: O autor.

Segundo Sant'Anna [16], “o trabalho ( $\Delta W_g$ ) realizado pela força gravitacional ( $\vec{F}_g$ ) sobre um objeto (uma partícula) de massa ( $m$ ) durante um deslocamento ( $\Delta \vec{d}$ ) é dado pela equação 8, onde  $\theta$  é o ângulo em  $\vec{F}_g$  e  $\vec{d}$ ”.

$$\Delta W_g = mg\Delta d \cos\theta \quad (8).$$

O trabalho ( $\Delta W_a$ ) realizado por uma força aplicada quando um objeto que se comporta como uma partícula é levantado ou baixado, segundo Sant'Anna [16] “está relacionado ao trabalho ( $\Delta W_g$ ) realizado pela força gravitacional e à variação da energia cinética ( $\Delta K$ ) do objeto”, e é dado através da equação 9.

$$\Delta K = K_f - k_i = \Delta W_a + \Delta W_g \quad (9).$$

No aplicativo também é possível obter o gráfico da energia potencial gravitacional ( $U_{pg}$ ) em função da massa ( $m$ ) e da altura inicial ( $h_1$ ) e final ( $h_2$ ) de um objeto (fig. 12). Basta inserir na seção **Gráfico** a intensidade da massa ( $m$ ) do corpo, em quilograma (kg), a altura inicial ( $h_1$ ) e a final ( $h_2$ ), em metro (m), e clicar no botão **Plotar Gráfico**.

A figura 13 mostra um gráfico da energia potencial gravitacional de um objeto em função da sua altura.

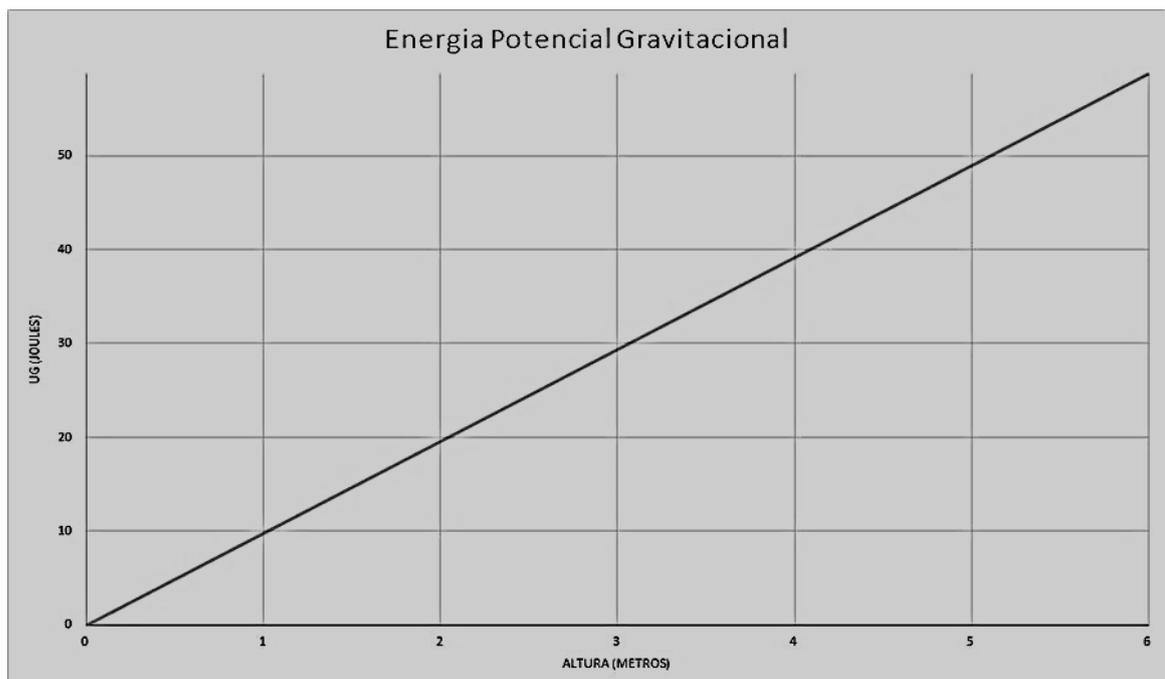


Figura 13 – Gráfico da energia potencial gravitacional em função da altura. Fonte: O autor.

É importante ressaltar que se  $k_f = k_i$  a equação 9 se reduz a  $\Delta W_a = -\Delta W_g$  que nos diz que a energia cedida ao objeto pela força aplicada é igual à energia extraída do objeto pela força gravitacional.

### 3.3.5 Energia Potencial Elástica

Segundo Ramalho [17], “a força elástica ( $\vec{F}_{el}$ ) de uma mola, (com  $\vec{x}$  sendo o deslocamento da extremidade livre da mola da sua posição quando a mola está relaxada, e  $k$  é a constante elástica) é dada pela Lei de Hooke”, expressa através da relação,

$$F_{el} = -kx \quad (10).$$

A força elástica é, portanto, uma força variável: ela varia com o deslocamento da extremidade livre da mola.

De acordo com Ramalho [17], na situação inicial em que uma mola de constante elástica ( $k$ ) e deslocamento ( $\Delta\vec{x}$ ) da extremidade livre, “sua energia só depende da posição em que a extremidade livre se encontra e chama-se potencial elástica ( $\Delta U_{pel}$ )”, dada pela equação 11 a seguir.

$$\Delta U_{pel} = \frac{1}{2}k\Delta x^2 \quad (11).$$

No Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas a intensidade da energia potencial elástica é medida em joule (J).

O Aplicativo *Energy* tem uma ferramenta para o cálculo da Energia Potencial Elástica. O usuário deve no aplicativo seguir os passos: **janela principal > energia potencial elástica > cálculos**, e inserir os dados solicitados (fig. 14). Em seguida, é só clicar no botão **Calcular** para obter a Energia Potencial Elástica.

Para se obter o gráfico da energia potencial elástica ( $\Delta U_{pel}$ ) em função da posição inicial ( $x_1$ ) e final ( $x_2$ ) basta inserir as entradas (inputs)  $x_1$  e  $x_2$ , em metros (m), e clicar no botão **Plotar Gráfico**.

Cálculos

Energia Potencial Elástica

$$U_{\text{pel}} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$k$  =  N/m

$x$  =  m

$U_{\text{pel}}$  =  J

Calcular

Gráfico

$k$  =  N/m

$x1$  =  m

$x2$  =  m

Plotar Gráfico

Anterior

Menu

Figura 14 – Janela de cálculos da energia potencial elástica. Fonte: O autor.

A figura 15 mostra um gráfico da energia potencial elástica de uma mola em função da posição de sua extremidade livre.

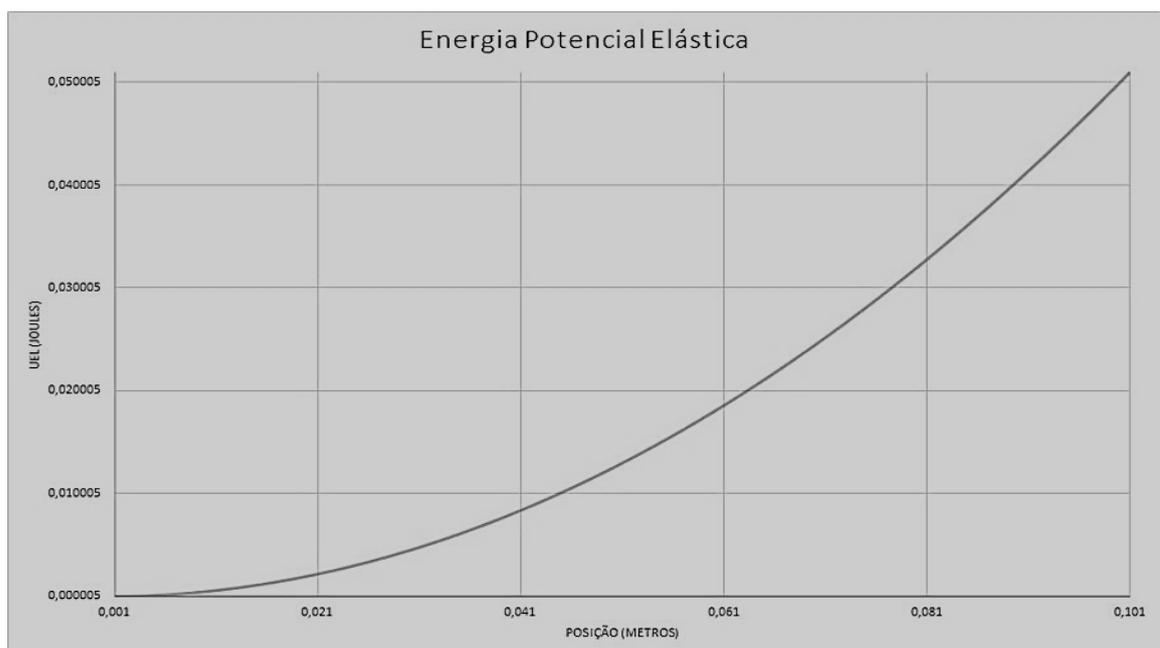


Figura 15 – Gráfico da energia potencial elástica em função da posição. Fonte: O autor.

Conforme Ramalho [17], se um objeto está preso à extremidade livre da mola, “o trabalho ( $\Delta W$ ), realizado sobre o corpo pela força elástica quando o objeto é deslocado de uma posição inicial ( $x_i$ ) para uma posição final ( $x_f$ ) é dado pela relação”,

$$\Delta W_{fel} = \frac{1}{2}kx_f^2 - \frac{1}{2}kx_i^2 \quad (12).$$

Se  $x_i = 0$  e  $x_f = x$ , então obtém-se,

$$\Delta W_{fel} = -\frac{1}{2}kx_i^2 \quad (13).$$

Portanto, o trabalho ( $W$ ) realizado por uma uma força variável  $F(x)$  aplicada a um objeto que se comporta como uma partícula depende da posição do objeto e é dado pela equação 14.

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)dx \quad (14).$$

### 3.3.6 Energia Mecânica Total

De acordo com Ramalho [17], “a energia mecânica total ( $\Delta U_{Total}$ ) de um sistema é a soma da energia cinética ( $\Delta K$ ) e da energia potencial ( $\Delta U_p$ ) do sistema, dada pela equação 15”.

$$\Delta U_{Total} = \Delta K + \Delta U_p \quad (15).$$

No Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas a intensidade da energia mecânica total é medida em joule (J).

Para realizar esse cálculo usando o aplicativo, basta seguir a sequência no *software*: **janela principal > energia mecânica total > cálculos**, e inserir os dados solicitados de acordo com a figura 16. Em seguida, é só clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

Energia Mecânica Total

$$U_{\text{Total}} = K + U_p$$

K =  J

U<sub>p</sub> =  J

U<sub>t</sub> =  J

Calcular

Anterior      Menu

**Figura 16 – Janela de cálculos da energia mecânica total.** Fonte: O autor.

Dentre os princípios que fundamentam a física, encontra-se o Princípio da Conservação da Energia. Segundo Ramalho [17], em um sistema isolado, no qual nenhuma força externa produz variações de energia, “as forças conservativas realizam trabalho e a energia mecânica total do sistema não pode variar”, podendo ser escrito na forma das equações 16 e 17 a seguir, onde os índices se referem a diferentes instantes de um processo de transferência de energia.

$$K_2 + U_{p2} = K_1 + U_{p1} \quad (16).$$

$$\Delta U_{\text{Total}} = \Delta K + \Delta U_p \quad (17).$$

### 3.3.7 Quantidade de Calor Sensível

Halliday [18] afirma que “o calor sensível ( $c$ ) de uma substância, indica a quantidade de calor que cada unidade de massa ( $m$ ) da substância precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade”.

Nesse sentido, o calor sensível é a quantidade de calor que, recebido ou cedido, por um corpo, provoca nele uma variação de temperatura ( $\Delta T$ ).

De acordo com Halliday [18], “para calcular a quantidade de calor sensível ( $\Delta Q_s$ ) que um corpo recebe ou cede, usa-se a definição de calor sensível, dada pela equação 18, onde  $\Delta T = T_2 - T_1$ ”.

$$\Delta Q_s = mc\Delta T \quad (18).$$

Essa equação é também denominada Equação Fundamental da Calorimetria. Para realizar esse cálculo usando o Aplicativo *Energy*, basta seguir a sequência no *software*: **janela principal > quantidade de calor sensível > cálculos**, e inserir os dados solicitados de acordo com a figura 17. Em seguida, clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

Cálculos

Quantidade de Calor Sensível

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

m =  g

c =  cal/g°C

$\Delta T$  =  °C

Q =  cal

Calcular

Gráfico

m =  g

c =  cal/g°C

T1 =  °C

T2 =  °C

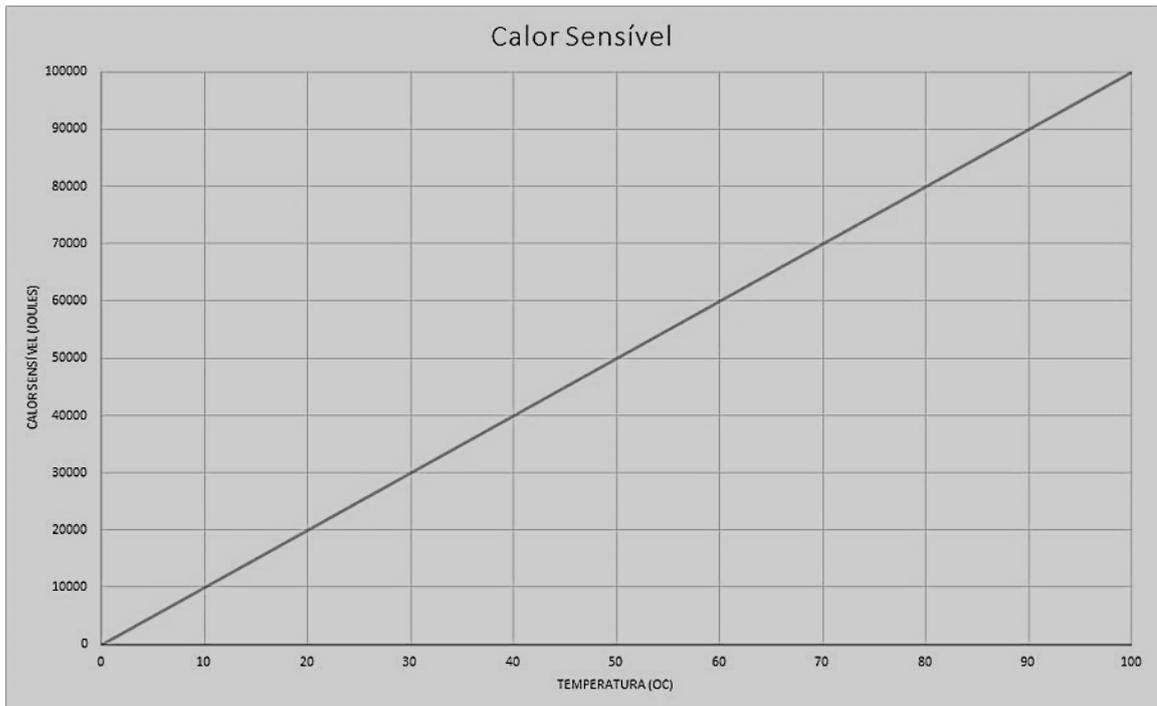
Plotar Gráfico

Anterior Menu

Figura 17 – Janela de cálculos da quantidade de calor sensível. Fonte: O autor.

Gráficos da quantidade de calor sensível em função da variação de temperatura sofrida por um corpo de massa ( $m$ ) e calor sensível ( $c$ ), são facilmente obtidos inserindo os dados solicitados na seção Gráfico, como mostrado na figura 17, e clicar no botão **Plotar Gráfico**.

Um exemplo de gráfico da quantidade de calor sensível de um corpo em função da temperatura é apresentado pela figura 18 a seguir.



**Figura 18 – Gráfico da quantidade de calor sensível versus temperatura.** Fonte: O autor.

O calor é dito sensível quando produz variação de temperatura no objeto e, latente, quando causa mudança de estado físico no corpo.

Dessa forma, o calor sensível é a denominação dada à energia térmica que altera a energia cinética de translação das partículas, estando essa energia cinética diretamente ligada à temperatura do sistema físico.

Como calor é uma forma de energia, sua unidade no Sistema Internacional (SI) é em joule (J).

Também é muito usada uma unidade prática denominada caloria (cal). Uma caloria é a quantidade de calor que 1 g de água pura deve receber, sob pressão normal de 1 atmosfera (1 atm.), para que sua temperatura seja elevada de 14,5°C para 15,5°C.

A relação entre as unidades joule (J) e caloria (cal) é dada pela expressão  $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$ .

### 3.3.8 Quantidade de Calor Latente

Segundo Halliday [18], “a denominação calor latente é dada à energia térmica que se transforma em energia potencial de agregação”. De acordo com esse autor, “essa transformação altera o arranjo físico das partículas do sistema e provoca uma mudança de estado, por exemplo, de sólido para líquido (fusão), sem, no entanto, alterar a temperatura”. Nesse sentido, Halliday [18] afirma que “a energia térmica é a energia cinética que provoca a agitação das partículas de um corpo mais a energia potencial de agregação, que estabelece o estado físico desse objeto”.

Experimentalmente, observa-se que a quantidade de calor necessária para provocar uma mudança de estado físico é diretamente proporcional à massa da porção da substância que sofreu a transformação. Assim, de acordo com Halliday [18], “a massa ( $m$ ) de um corpo necessita de uma quantidade ( $Q_L$ ) de calor no seu ponto de latência para sofrer total mudança de estado físico, e é calculada pela equação 19”, onde a grandeza  $L$  é denominada calor latente característico do material.

$$Q_L = mL \quad (19).$$

O cálculo dessa grandeza no Aplicativo **Energy** é feito seguindo a sequência no **software**: **janela principal > quantidade de calor latente > cálculos**, e inserindo os dados solicitados de acordo com a figura 19. Em seguida, basta clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

A imagem mostra a interface de usuário de uma janela de cálculo intitulada "Cálculos". No topo, há uma barra azul com o título "Cálculos" e um ícone de fechar. O conteúdo principal da janela é um formulário com o título "Quantidade de Calor Latente". No centro, a fórmula  $Q = m \cdot L$  é exibida em um fundo branco. Abaixo da fórmula, há três linhas de entrada de dados: "m = [campo de texto] g", "L = [campo de texto] cal/g" e "Q = [campo de texto] cal". Cada campo de texto é um retângulo branco com uma borda cinza. Abaixo dos campos de entrada, há um botão "Calcular" com um fundo cinza e texto branco. Na base da janela, há dois botões: "Anterior" e "Menu", ambos com fundo cinza e texto branco.

Figura 19 – Janela de cálculos da quantidade de calor latente. Fonte: O autor.

Para a água, por exemplo, o calor latente de fusão (recebendo) e solidificação (cedendo) a temperatura de 0°C e pressão de 1,0 atm., vale cerca de 80 cal/g, já o de vaporização (ganhando) e liquefação (perdendo) a 100°C e mesma pressão é cerca de 540 cal/g. A denominação sensível ou latente dada ao calor recebido ou cedido por um corpo depende do efeito produzido por ele.

### 3.3.9 Quantidade de Calor Total

Segundo Ramalho [19] “para se obter a quantidade de calor total de um sistema físico, leva-se em consideração o Princípio da Conservação de Energia”. De acordo com esse autor “em um sistema isolado, no qual nenhuma força externa produz variações de energia, as forças conservativas realizam trabalho e a energia total do sistema não pode variar”. Nesse sentido, as equações 20 e 21 são válidas, onde os índices se referem a diferentes instantes de um processo de transferência de energia.

$$\Delta Q_{Total} = \Delta Q_s + Q_L \quad (20).$$

$$\Delta Q_{Total1} = \Delta Q_{Total2} \quad (21).$$

Para determinar a quantidade de calor total de um sistema físico pelo aplicativo, segue-se a sequência no *software*: **janela principal > quantidade de calor total > cálculos**, e inserisse os dados solicitados conforme a figura 20. Em seguida, clica-se no botão **Calcular** para se obter o valor desejado.

The image shows a software window titled "Cálculos" with a close button (X) in the top right corner. Inside the window, the title "Quantidade de Calor Total" is displayed. Below the title, the equation  $Q_{Total} = Q_s + Q_L$  is shown in a white box. Underneath, there are three rows of input fields: "Qs = [input box] cal", "QL = [input box] cal", and "Qt = [input box] cal". At the bottom of the main form area is a "Calcular" button. Below the main form area, there are two more buttons: "Anterior" and "Menu".

Figura 20 – Janela de cálculos da quantidade de calor total. Fonte: O autor.

### 3.3.10 Potência Térmica

De acordo com Ramalho [19], “a potência mecânica média é a taxa com a qual um trabalho mecânico ( $\Delta W$ ), que é uma forma de transformação de energia, é realizado num dado intervalo de tempo ( $\Delta t$ )”, onde é válida a relação  $P_m = \Delta W / \Delta t$  correspondente à equação 3.

Ramalho [19] afirma que “na Física, essa relação é aplicável as partículas que constituem um corpo” e, nesse caso, “a potência térmica média ( $P_m$ ), de forma análoga, é a taxa de variação da quantidade de calor ( $\Delta Q$ ) (recebido ou cedido) pelo objeto num dado intervalo de tempo ( $\Delta t$ ), resultando na equação 22”.

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (22).$$

No Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas a intensidade da potência é medida em watt (W).

É importante ressaltar que um watt (1 W) é a potência necessária para produzir a energia de um joule (1 J) por segundo (s), daí a relação:  $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ .

Uma caloria (1 cal) é a quantidade aproximada de energia necessária para elevar em  $1^\circ\text{C}$  a temperatura de 1,0 g de água, onde  $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$ .

Para realizar esse cálculo usando o aplicativo, basta seguir a sequência: **janela principal > potência térmica > cálculos**, e inserir os dados solicitados de acordo com a figura 21. Em seguida, basta clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

Figura 21 – Janela de cálculos da potência térmica. Fonte: O autor.

### 3.3.11 Potência Elétrica Dissipada

Segundo Halliday [20] “a potência elétrica dissipada ( $P_{el_{dissipada}}$ ) em um resistor considerado ôhmico é diretamente proporcional a diferença de potencial elétrico ( $V$ ) e a intensidade de corrente elétrica ( $i$ )”, podendo ser calculada pela expressão,

$$P_{el_{dissipada}} = Vi \quad (23).$$

Nesse caso, a constante de proporcionalidade é a resistência elétrica ( $R$ ) do resistor ôhmico, como ilustrada na figura 22, que pode ser determinada através da relação,

$$R = V/i \quad (24).$$

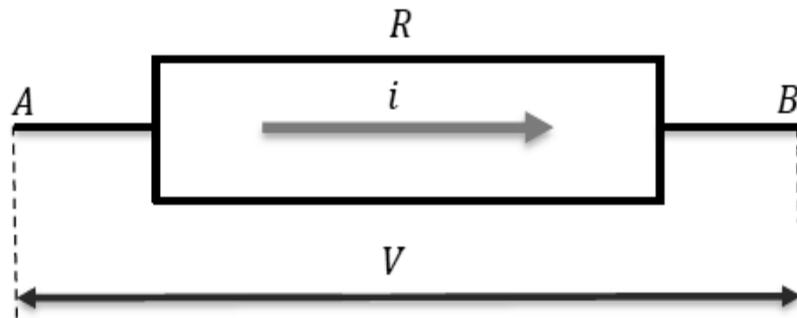


Figura 22 – Esquema representativo de um resistor elétrico. Fonte: O autor.

Dessa relação, tem-se a diferença de potencial ( $V = Ri$ ) e a intensidade de corrente elétrica ( $i = V/R$ ), resultando nas equações 25 e 26 como opções para o cálculo da potência elétrica dissipada em resistores considerados ôhmicos.

$$P_{el_{dissipada}} = Ri^2 \quad (25).$$

$$P_{el_{dissipada}} = \frac{V^2}{R} \quad (26).$$

No Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas a intensidade da potência elétrica dissipada ( $P_{el_{dissipada}}$ ) é medida em watt (W), a corrente elétrica ( $i$ ) em ampère (A), a diferença de potencial ( $V$ ) em volts (V) e a resistência elétrica ( $R$ ) em ohm ( $\Omega$ ).

Para realizar esse cálculo usando o Aplicativo *Energy*, optou-se pela equação 25, bastando seguir a sequência no software: **janela principal > potência elétrica dissipada > cálculos**, e inserir os dados solicitados de acordo com a figura 23. Em seguida, basta clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

Figura 23 – Janela de cálculos da potência elétrica dissipada. Fonte: O autor.

### 3.3.12 Energia Elétrica

Considerando o trecho AB de um circuito elétrico, no qual é ligado um aparelho elétrico qualquer, como mostra a figura 24, nesse aparelho, a energia elétrica será transformada em outras formas de energia.

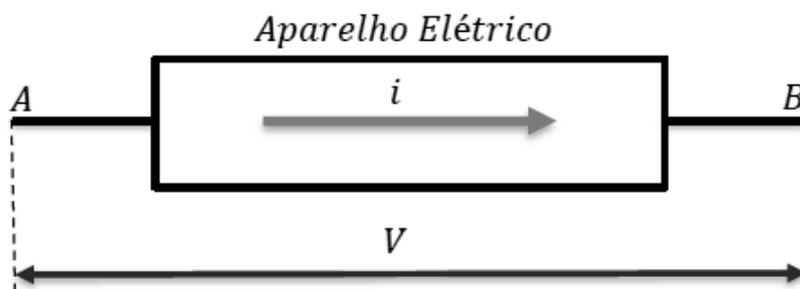


Figura 24 – Esquema de um aparelho elétrico em funcionamento. Fonte: O autor.

De acordo com Halliday [20], “o trabalho ( $\Delta W$ ) realizado pela força elétrica sobre a quantidade carga elétrica ( $\Delta q$ ) que se movimenta ao longo do aparelho,

sob diferença de potencial ( $V$ ) entre os pontos A e B, é dado pela equação”,

$$\Delta W = \Delta qV \quad (27).$$

Neste caso, o trabalho é motor, pois, o deslocamento da carga ( $\Delta q$ ) é espontâneo.

Conclui-se, que para um intervalo de tempo ( $\Delta t$ ), a energia elétrica ( $\Delta U_{el}$ ) desenvolvida no processo é dada pela expressão,

$$\Delta U_{el} = P\Delta t \quad (28).$$

O cálculo da energia elétrica no Aplicativo *Energy* é feito seguindo a sequência no software: **janela principal > energia elétrica > cálculos**, e inserindo os dados solicitados de acordo com a figura 25. Em seguida, basta clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

The image shows a software window titled "Cálculos" with a close button (X) in the top right corner. The window is divided into two main sections: "Energia Elétrica" and "Gráfico".

In the "Energia Elétrica" section, the formula  $U_{el} = P \cdot \Delta t$  is displayed. Below the formula are three input fields:
 

- $P =$  [input field] kW
- $\Delta t =$  [input field] h
- $U_{el} =$  [input field] kWh

 A "Calcular" button is located below these fields.

In the "Gráfico" section, there are three input fields:
 

- $P =$  [input field] kW
- $t1 =$  [input field] h
- $t2 =$  [input field] h

 A "Plotar Gráfico" button is located below these fields.

At the bottom of the window, there are two buttons: "Anterior" and "Menu".

Figura 25 – Janela de cálculos da energia elétrica. Fonte: O autor.

No Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas a intensidade do trabalho ( $\Delta W$ ) e da energia elétrica ( $\Delta U_{el}$ ) são medidas em joule (J), a quantidade de carga elétrica ( $\Delta q$ ) em coulomb (C), a diferença de potencial ( $V$ ) em volt (V), a potência elétrica ( $P$ ) em watt (W) e o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) em segundo (s).

Uma unidade prática para a energia elétrica é o quilowatt-hora (kWh), nesse caso, a potência elétrica ( $P$ ) é medida em quilowatt (kW) e o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) em hora (h).

A relação entre as unidades joule (J) e quilowatt-hora (kWh) é dada pela expressão:  $1,0 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ .

Gráficos da energia elétrica transformada pelo aparelho elétrico em função da variação de tempo, são obtidos inserindo os dados solicitados na seção **Gráfico** do Aplicativo *Energy*, conforme a figura 25.

Um exemplo de gráfico da energia elétrica em função do tempo é mostrado pela figura 26.

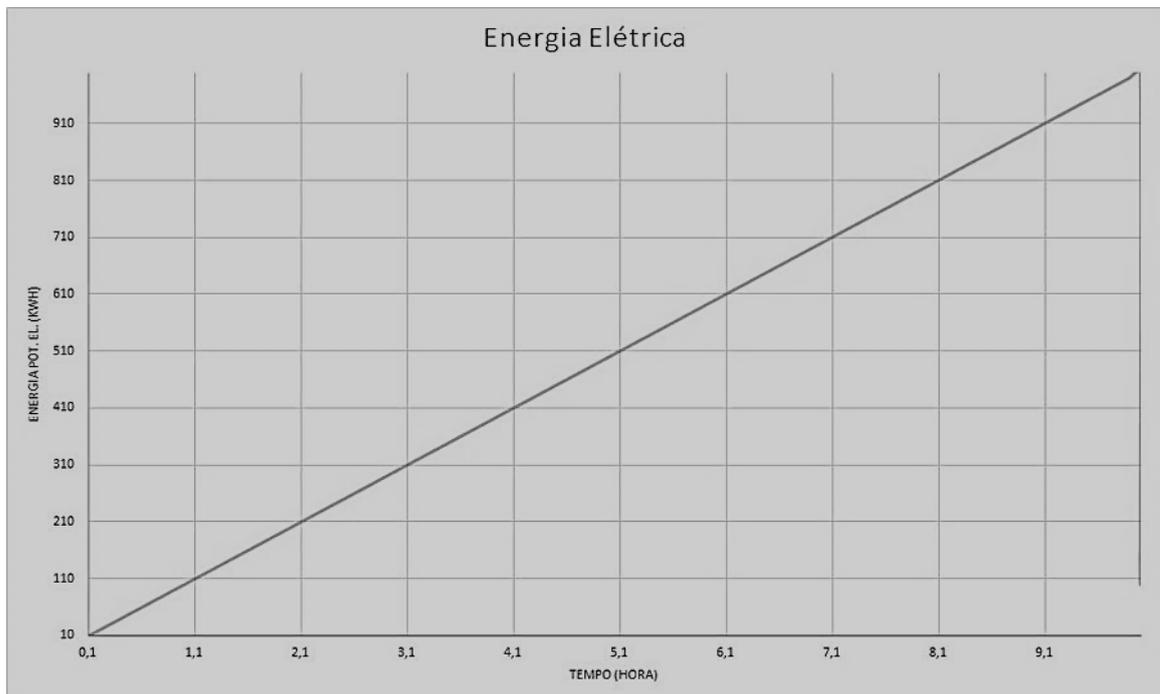


Figura 26 – Gráfico da energia elétrica transformada em função do tempo. Fonte: O autor.

### 3.4 Uma proposta de aplicação (situação-problema)

Entre as dificuldades enfrentadas pelo professor no ensino de física está a falta de recursos para realização de suas aulas, restando-lhe na maioria das

vezes, apenas a exposição dos temas com o uso de quadro e giz.

Será descrito aqui uma proposta de situação-problema que o professor pode desenvolver com os aprendizes fazendo uso de objetos do dia-a-dia e do Aplicativo *Energy*.

A situação-problema é avaliar o trabalho mecânico e a potência mecânica de uma pessoa ao subir uma escada.

Fisicamente, a força muscular realiza trabalho mecânico, e conforme o intervalo de tempo necessário para completar a subida, a potência mecânica despendida por uma pessoa poderá ser maior ou menor.

Nesta proposta de atividade consiste em calcular o trabalho mecânico realizado pelo peso de uma pessoa em joule (J), e a potência mecânica despendida por ela, em watt (W), ao subir uma escada.

Para realização do experimento e contextualização da situação-problema, o professor deve conduzir os estudantes a um prédio, com acesso aos seus pavimentos através de uma escada.

Na etapa de organização, professor e alunos devem escolher um local adequado para o desenvolvimento da prática, a forma como será executada, os materiais que serão utilizados e a metodologia de trabalho.

Os alunos precisam ser orientados sobre os principais pontos a serem observados e os dados que devem coletar sobre os fenômenos físicos envolvidos no experimento, mas com liberdade e autonomia para conduzirem esses processos.

A prática consiste em solicitar estratégias aos discentes para medir a altura da escada escolhida, tempo necessário para subirem seus degraus em diferentes situações e o valor de suas massas.

Com as informações coletadas, passa-se a próxima etapa da atividade, agora, fazendo uso do aplicativo nos computadores da sala ou laboratório de informática da escola, para responder perguntas como:

- Qual foi o trabalho mecânico que seu peso realizou ao longo da subida pela escada?
- Esse trabalho é motor ou resistente?
- O trabalho do seu peso seria diferente se, caso fosse possível, você pular do piso até o último degrau da escada?

- Esse trabalho seria o mesmo se a escada fosse rolante?
- Qual a potência mecânica realizada por você ao subir a escada?
- Essa potência seria maior, menor ou a mesma se você subisse a escada rapidamente? Por quê?

Para calcular o trabalho mecânico realizado pela força-peso usando o Aplicativo *Energy*, basta seguir a sequência no *software*: **janela principal > trabalho mecânico > cálculos**, e inserir os dados solicitados conforme já mostrado na figura 05. Em seguida, basta clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

Fazendo uso da mesma janela mostrada pela figura 05, pode-se obter gráficos do trabalho em função do deslocamento do corpo. Basta inserir na seção **Gráfico** a intensidade da componente da força-peso do corpo, em newton (N), a posição inicial ( $S_1 = h_1$ ) e a final ( $S_2 = h_2$ ), em metro (m), e clicar no botão **Plotar Gráfico**.

Lembrando que, nesse caso, o trabalho mecânico equivale a variação na energia potencial gravitacional do corpo.

Para o cálculo da potência mecânica basta seguir a sequência de acesso no aplicativo: **janela principal > potência mecânica > cálculos**, e inserir os dados solicitados conforme já apresentado na figura 09. Em seguida, basta clicar no botão **Calcular** para obter o valor solicitado.

Disponibilizar ferramentas como o Aplicativo *Energy* ao aprendiz, pode proporcioná-lo a realização de testes com respostas imediatas e comparação dos resultados obtidos com seus pares.

## 4 A METODOLOGIA APLICADA

Este capítulo trata dos materiais e métodos usados na pesquisa durante o processo de intervenção. Nele serão apresentados os procedimentos metodológicos usados nas aulas com uso do Aplicativo *Energy* como uma ferramenta auxiliar do processo de ensino e aprendizagem.

### 4.1 Seleção da escola e características locais

Após levantamento das instituições educacionais da região onde foi realizado o estudo, e as condições necessárias para alcançar os objetivos desse trabalho, selecionou-se uma escola de ensino médio da rede pública estadual localizada na sede do município de Parauapebas no sudoeste do Pará.

Distante cerca de 700 km de Belém (capital do estado), com uma população no último censo de 153.908 pessoas, segundo dados fornecidos em 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [21], a cidade de Parauapebas tem pouco mais de quatro décadas de existência, e chegou a ter mais que o dobro da população atual, chegando a está entre as cidade que mais crescia e com o maior PIB do Brasil.

Segundo Hirata [22], o rápido e intenso desenvolvimento da cidade de Parauapebas “é atribuído as atividades dos grandes projetos de exploração mineral instalados na região da Serra dos Carajás”. De acordo com esse autor essa região “é a maior província mineralógica do planeta, abrigando a maior jazida de minério de ferro explorada do mundo, e concentra grande quantidade de manganês, cobre, ouro e níquel”.

Quanto a situação da Educação Municipal de Parauapebas, de acordo com o IBGE [21] “em 2015 os alunos dos anos iniciais da rede pública da cidade tiveram nota média de 5.6 no IDEB, enquanto dos alunos dos anos finais, essa nota foi de 4.6”. Segundo o mesmo documento, na comparação com cidades do mesmo estado, “a nota dos alunos dos anos iniciais colocava esta cidade na posição 3 de 144 municípios no estado, e considerando a nota dos alunos dos anos finais, a posição passava a 1 de 144” [21].

Dentre as particularidades da escola selecionada para realização desse estudo, encontram-se o fato dessa escola ter sido uma das primeiras instituições

de ensino regular e profissionalizante da cidade de Parauapebas. Criada em parceria com o poder executivo estadual, municipal e a iniciativa privada do setor de mineração, outro dado interessante é o seu funcionamento compartilhando a mesma estrutura predial com uma escola da rede pública municipal.

Essa condição inicial, por conta das urgentes demandas educacionais e de formação profissional dessa recente cidade que surgiu em função das atividades da mineração, perdura até os dias atuais. É comum encontrar na cidade escolas da rede estadual e municipal dividindo as mesmas instalações, com identificações e gestões diferentes, em regime de parceria.

Na entrevista inicial realizada com os diretores das instituições, uma estadual e outra municipal, para apresentação e solicitação de realização das atividades do trabalho de campo desse estudo, entre as perguntas estava a curiosidade em saber como é compartilhar a mesma estrutura predial com gestores, funcionários, professores e estudantes de redes de ensino diferentes, e a resposta foi imediata e direta, “uma parceria harmoniosa”.

Uma das provas disso foi a utilização do laboratório de informática, pelos alunos da escola estadual que participaram desse trabalho, que pertence e é mantido pela gestão municipal, mas conforme informação dos diretores é constantemente cedido para as atividades dos alunos da rede estadual.

Recentemente o prédio que abriga as escolas passou por uma reforma para atender as necessidades de locomoção dos alunos com deficiência física, melhorias e reparos da quadra de esportes e banheiros. No entanto, ainda carente de investimentos importantes como, por exemplo, laboratórios de ciências da natureza entre outros.

## **4.2 Metodologia da pesquisa**

Após seleção da escola e visitas para conhecer suas dependências e rotinas educacionais no período de 20 a 22/09/2016, marcou-se com a direção da escola uma reunião para oficializar e apresentar como se daria a realização das atividades de pesquisa e estudo deste trabalho.

Em seguida foi marcado um encontro com o professor da disciplina de física das turmas da 3ª série do ensino médio (público alvo escolhido para o trabalho de campo desse estudo) para uma apresentação e detalhamento das atividades do

trabalho, assim como, encontrar maneiras de minimizar as interferências a disciplina e ao cotidiano escolar dos estudantes.

Depois das análises feitas pelo gestor escolar e demais envolvidos, no dia 29/09/2016, acertou-se com a direção, a coordenação pedagógica e o professor de física um encontro para indicação, por parte da instituição, das turmas que estavam em condições de participar do estudo, alinhamentos e orientações gerais sobre a rotina dos alunos na escola. Acordou-se que cinco turmas, constituídas de alunos da 3.<sup>a</sup> série do ensino médio (totalizando 164 alunos) participariam das atividades de pesquisa e estudo deste trabalho.

Considerando o momento escolar vivido por esses alunos, de finalização desse nível de ensino, aproximação do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e vestibulares de Instituições de Ensino Superior, solicitou-se por parte da escola que as aulas referente ao estudo, funcionassem como uma revisão do tema energia e suas formas, até pelo fato de estar previsto no currículo escolar para ser tratado ao longo do ensino médio.

Dentro desse contexto, acertou-se que a pesquisa e as aulas do estudo seriam realizadas durante as aulas do professor de física das turmas indicadas, com seu devido acompanhamento e apoio. Dessa forma, as aulas foram realizadas no turno vespertino, seguindo o mesmo horário escolar dos estudantes e no período de 04/10/2016 a 05/12/2016, conforme detalhamento no plano de ensino e cronograma das aulas e atividades da pesquisa (Apêndice B).

As principais etapas da metodologia dessa pesquisa foram as seguintes:

- Aplicação de um questionário diagnóstico dos alunos;
- Realização de aulas de revisão do tema energia e suas formas para alunos da 3<sup>a</sup> série do ensino médio;
- Aplicação de um teste com 12 (doze) questões, contendo 5 (cinco) alternativas em cada, e com a indicação de apenas uma considerada correta, sobre o tema explorado nas aulas no estudo;
- Análise dos resultados do teste e dos reflexos do uso do Aplicativo *Energy*, como ferramenta auxiliar no processo do ensino de energia e suas formas, para os grupos de estudantes formados pelas turmas indicadas pela escola selecionada para esse trabalho.

### 4.3 Aplicação do questionário diagnóstico

Foi aplicado um questionário diagnóstico aos alunos (ver apêndice A), visando levantar informações sobre o processo de ensino-aprendizagem de energia e suas formas no ensino médio.

Ofereceu-se aos estudantes a opção de responder o questionário diagnóstico em sala de aula, utilizando formulário impresso ou via internet.

Para a segunda opção, disponibilizaram-se as perguntas do questionário no ambiente virtual do *Socrative* (figuras 27-28).

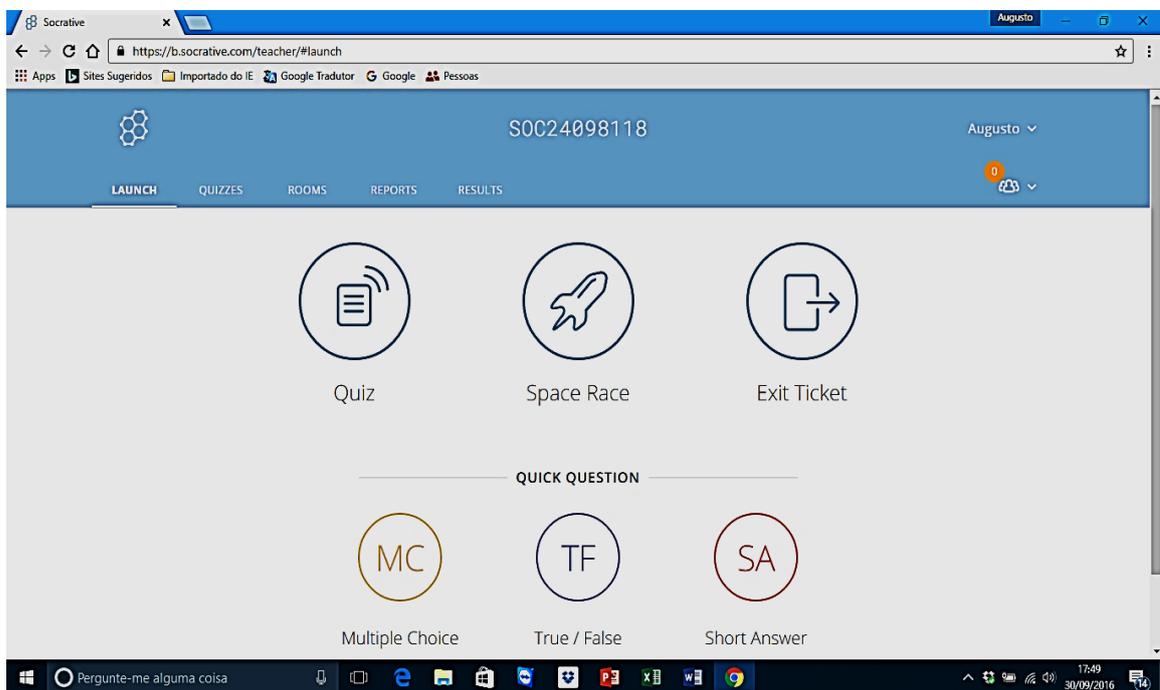


Figura 27 – Ambiente virtual no *socrative* para responder o questionário. Fonte: O autor.

#1 [EDIT](#) [DELETE](#)

Em relação aos estudos sobre Energia Mecânica (trabalho, potência, energia cinética, potencial, etc.) que já foram apresentados nas aulas de Física, em uma escala de 1 a 5, onde, 1 significa pouco e 5 significa muito, como você classifica o grau de importância desses assuntos para a sua formação acadêmica e profissional?

ANSWER CHOICE

A	1
B	2
C	3
D	4
E	5

[UP](#)  
[DOWN](#)  
[SHARE](#)

Figura 28 – Pergunta do questionário disponível no aplicativo *socrative*. Fonte: O autor.

O acesso ao aplicativo, deu-se através do endereço eletrônico [www.socrative.com](http://www.socrative.com) ou, pelo aplicativo *socrative student*, na versão para dispositivos móveis, utilizando login e senha previamente fornecidos.

No questionário, buscou-se as opiniões dos alunos sobre as metodologias de ensino da física, assim como, o acesso deles a computadores e dispositivos móveis dentro e fora da sala de aula e o uso dessas tecnologias como ferramenta de suporte às atividades escolares.

Através do questionário mediu-se o nível de satisfação dos alunos com o processo de ensino e de aprendizagem de energia e suas formas ao longo do ensino médio.

Entre as vantagens desse aplicativo, encontra-se o acompanhamento online do andamento da atividade proposta (fig. 29), e o fornecimento de relatórios consolidados sobre o objeto investigado.

Informação e Comunicação (TICs) no Processo de Ensino-Aprendizagem da Física de alunos do Ensino Médio.

Show Names  Show Answers

Name A-Z	Progress	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
*****	100% ✓	C	B	B	A	A	C	B	D	B	B
*****	100% ✓	D	D	B	A	A	E	A	B	C	B
*****	100% ✓	A	A	A	A	A	A	A	C	A	B
*****	100% ✓	A	A	A	A	A	B	A	D	A	A
*****	100% ✓	C	C	C	D	C, B	C	C	D	D	D
*****	100% ✓	B	C	D	A	A	D	D	E	B	B
*****	0%										
<b>Class Total</b>											

Click on Question #s or Class Total %s for a detailed question view

Socrative Student Response by MasteryConnect

Figura 29 – Relatório com respostas dos alunos através do *socrative*. Fonte: O autor.

#### 4.4 Plano de Ensino e Cronograma das atividades

O planejamento associou os conteúdos com as competências e habilidades a serem desenvolvidas ou aprimoradas com os alunos participantes do estudo.

Ressaltamos que as aulas são de caráter revisional, como já mencionado, onde um dos nesse sentido é utilizar o Aplicativo *Energy* em sala de aula, como forma de promover uma aprendizagem significativa do aluno de modo a

potencializar o seu aprendizado.

Este plano de ensino e de aprendizagem (apêndice B), integra o cronograma das aulas com os conteúdos de energia e suas formas vinculadas as respectivas competências e habilidades trabalhadas, de acordo com a Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias [23].

#### **4.5 Realização das aulas sobre energia e suas formas**

Nessa etapa das atividades da pesquisa as turmas foram divididas em dois grupos de trabalhos (A e B).

O grupo A, formado por uma das cinco turmas numa escolha aleatória, realizou as aulas dos tópicos de física envolvendo energia e suas formas, como descrito pelo plano de ensino.

Solicitou-se ao grupo A, para não utilizar ferramentas computacionais na realização das atividades propostas, seguindo a abordagem pedagógica tradicional dos processos educativos.

Paralelamente, o grupo B, constituído pelas demais turmas, realizou as aulas sobre os mesmos assuntos, seguindo o mesmo plano de ensino, com a mesma abordagem pedagógica do grupo A, mas com o diferencial de fazer uso dos recursos computacionais do Aplicativo *Energy*.

O experimento consistiu em ter o Aplicativo *Energy* como o único elemento que diferenciasse a realização das atividades de intervenção dessa pesquisa nos grupos estudados.

Nesse contexto, pode-se verificar os reflexos do uso desse *software* no processo de ensino/aprendizagem de energia e suas formas desses alunos.

#### **4.6 Avaliação do processo de ensino / aprendizagem**

Ao término das aulas de ambos os grupos, realizou-se a avaliação do processo de aprendizagem dos estudantes sobre os assuntos que foram abordados.

Essa avaliação, de caráter quantitativo, foi feita através de um teste aplicado simultaneamente aos dois grupos (A e B), composto de 12 (doze)

questões sobre o tema energia e sua forma. Em cada questão, o aluno foi solicitado a indicar, entre as 5 (cinco) alternativas existentes, apenas uma alternativa considerada por ele com correta.

Um dado importante sobre a realização do teste, é que apesar do uso do Aplicativo *Energy* por um dos grupos de alunos no decorrer das aulas do estudo, nessa atividade final não foi permitido o uso de nenhum equipamento eletrônico. O teste completo encontra-se no apêndice C deste trabalho.

## 5 RESULTADOS

Neste capítulo, é feita a discussão sobre o desempenho dos alunos da escola analisada neste estudo. Para efeito de comparação, foram utilizados os dados do Censo Escolar [24] e Micro Dados do Enem [24] do ano de 2015, e os resultados obtidos a partir das atividades de intervenção dessa pesquisa.

As informações serviram para estabelecer um referencial sobre o objeto em estudo, e possibilitar a análise da influência do uso do Aplicativo *Energy* no processo de ensino/aprendizagem de energia e suas formas.

### 5.1 Desempenho escolar

#### 5.1.1 Taxa de rendimento escolar

Ao final de um ano letivo, alunos matriculados em escolas públicas brasileiras podem ser aprovados, reprovados ou abandonar os estudos. A soma da quantidade de alunos que se encontram em cada uma destas situações constitui a Taxa de Rendimento Escolar: aprovação (%) + reprovação (%) + abandono (%) = 100%.

Na tabela 01, tem-se o percentual de alunos da escola analisada no município de Parauapebas no estado do Pará, em cada uma dessas situações citadas, comparados a taxa média de rendimento escolar das escolas nacionais.

**Tabela 01 – Taxa de rendimento escolar**

Situações	Aprovação (%)	Reprovação (%)	Abandono (%)
<b>Escola analisada (Parauapebas-PA)</b>	<b>66,5</b>	<b>22,5</b>	<b>11</b>
<b>Escolas nacionais (média)</b>	<b>81,6</b>	<b>11,6</b>	<b>6,8</b>

Fonte: BRASIL/MEC/Inep (2015).

Os dados mostram que a escola analisada em Parauapebas (PA) possui uma taxa de aprovação abaixo da média das escolas nacionais, e que as taxas de reprovação e abandono dessa escola são maiores, praticamente o dobro em relação à média das escolas nacionais em 2015.

### **5.1.2 Distorção idade-série**

Quando o aluno reprova ou abandona os estudos por dois ou mais anos, durante a trajetória de escolarização, ele acaba repetindo uma mesma série.

A distorção idade-série dos alunos da escola analisada, em 2015, foi de 35%. Isso significa que de cada 100 alunos dessa escola, 35 estão com atraso escolar de 2 anos ou mais. A média de distorção idade-série das escolas nacionais do ensino médio da rede pública no ano de 27%.

### **5.1.3 Taxa de participação no Enem**

O número de participantes da escola analisada nos dois dias de realização do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), em 2015, foi de 184 alunos. Isso corresponde a uma taxa de participação de 52%. Este índice deve ser usado para entender qual a representatividade dos resultados do Enem para a escola participante do exame.

De acordo com os critérios de avaliação do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), a taxa de participação da escola no Enem da escola foi baixa, o que inviabilizou a realização de comparativos com os resultados do exame nacional.

Os baixos índices de desempenho escolar dos alunos dessa escola, em 2015, retratam a situação da maioria das escolas públicas no município de Parauapebas (PA). Essa situação é crítica e preocupante, necessitando de soluções urgentes para os problemas que são vivenciados por essa comunidade escolar.

## **5.2 Questionário diagnóstico**

### **5.2.1 Nível de satisfação com o ensino de energia**

Com base nas respostas das perguntas de 1 a 7 do questionário diagnóstico dos alunos (apêndice A), pode-se verificar o nível de satisfação dos estudantes dessa escola, com o processo de ensino de energia e suas formas.

Em uma escala de 1 a 5, onde, 1 significa totalmente insatisfeito e 5 plenamente satisfeito, os discentes expressaram o nível de satisfação em relação:

- A contribuição daquilo que foi abordado no ensino médio sobre energia para sua formação acadêmica e profissional (pergunta 1 e 2);
- A frequência com que conseguem relacionar o conhecimento científico sobre esse tema com o cotidiano (pergunta 3);
- O número de práticas utilizadas no processo de ensino desse assunto visando facilitar o seu aprendizado (pergunta 4);
- A utilização em sala de aula ou laboratório de informática da escola de aplicativos para computadores no estudo de fenômenos físicos ligados à energia (pergunta 5);
- Ao grau de envolvimento e participação nas atividades propostas nas aulas de física (pergunta 6);
- As metodologias aplicadas pelos professores para desenvolver esse tema (pergunta 7).

Os dados levantados com 164 alunos que responderam o questionário diagnóstico encontram-se na tabela 02.

**Tabela 02 – Níveis de satisfação dos alunos com o ensino de energia.**

Níveis \ Perguntas	1	2	3	4	5	6	7
$n_1 = 1 \rightarrow x_1$	29	57	65	98	96	43	51
$n_2 = 2 \rightarrow x_2$	54	70	70	58	61	64	80
$n_3 = 3 \rightarrow x_3$	51	34	26	7	7	42	31
$n_4 = 4 \rightarrow x_4$	28	3	3	1	0	14	2
$n_5 = 5 \rightarrow x_5$	2	0	0	0	0	1	0
$\sum x_i$	164	164	164	164	164	164	164

Fonte: O autor.

Obteve-se, através das expressões 29 e 30, os níveis de satisfação dos alunos, onde  $n_i$  representa o nível escolhido pelo discente e  $x_i$  a quantidade de estudantes que indicou o referido nível.

$$\text{Nível de Satisfação} = NS = \frac{\sum x_i n_i}{\sum x_i} \quad (29).$$

$$NS = \frac{x_1 \cdot n_1 + x_2 \cdot n_2 + x_3 \cdot n_3 + x_4 \cdot n_4 + x_5 \cdot n_5}{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5} \quad (30).$$

A tabela 03 apresenta as etapas de cálculos dos níveis de satisfação referente aos pontos abordados através das perguntas de 1 a 7 do questionário.

**Tabela 03 – Etapas de cálculos dos níveis de satisfação dos alunos.**

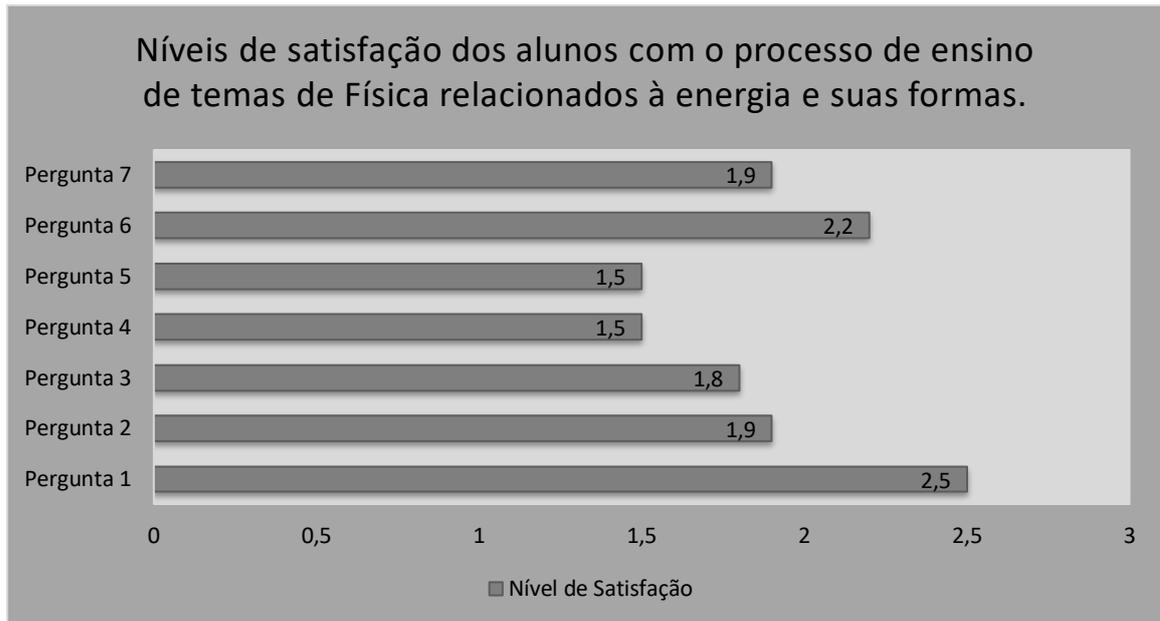
$x_i \cdot n_i$ / Perguntas	1	2	3	4	5	6	7
$x_1 n_1$	29	57	65	98	96	43	51
$x_2 n_2$	108	140	140	116	122	128	160
$x_3 n_3$	153	102	78	21	21	126	93
$x_4 n_4$	112	12	12	4	0	56	8
$x_5 n_5$	10	0	0	0	0	5	0
$\sum x_i n_i$	412	311	295	239	239	358	312
$\sum x_i$	164	164	164	164	164	164	164
$NS$	2,5	1,9	1,8	1,5	1,5	2,2	1,9

Fonte: O autor.

Constatou-se que o nível de satisfação dos alunos dessa escola com o processo de ensino de temas de física relacionados à energia é baixo, conforme pode-se verificar no gráfico abaixo (figura 30).

De acordo com o gráfico, a maioria dos alunos entrevistados não considera tão importante os temas sobre energia para a sua formação acadêmica e profissional, têm dificuldades em transformar os conteúdos desse assunto em conhecimentos, e fazem poucas relações da matéria com o cotidiano.

Isso influencia na motivação do aluno para aprender e do professor para ensinar, fazendo com que esse processo tenha o seu desenvolvimento prejudicado, e contribuindo no agravamento da crise do ensino de física no município de Parauapebas (PA).



**Figura 30 – Níveis de satisfação dos alunos com o ensino de energia.** Fonte: O Autor.

Essa insatisfação com o ensino de física contribui para o baixo desempenho escolar dos alunos, para a baixa participação dos estudantes no Enem, e para nota alcançada pela escola na área das Ciências da Natureza e suas tecnologias.

De acordo com os dados do Inep, a média alcançada pela escola no Enem em 2015 nessa área foi de 457 pontos de 1000 no total.

Como a participação do aluno ao Exame Nacional do Ensino Médio está ligada à sua preparação, arriscamos afirmar que esse resultado poderia ser pior, caso fosse obrigatório que o discente o realizasse.

Todas as informações aqui apresentadas são públicas e demonstram a precariedade do processo de ensino/aprendizagem da física na escola analisada, respeitando-lhe o direito de não citação explícita de sua identificação nesse trabalho, como solicitado por seu diretor.

### **5.2.2 Estrutura e metodologias de ensino de energia**

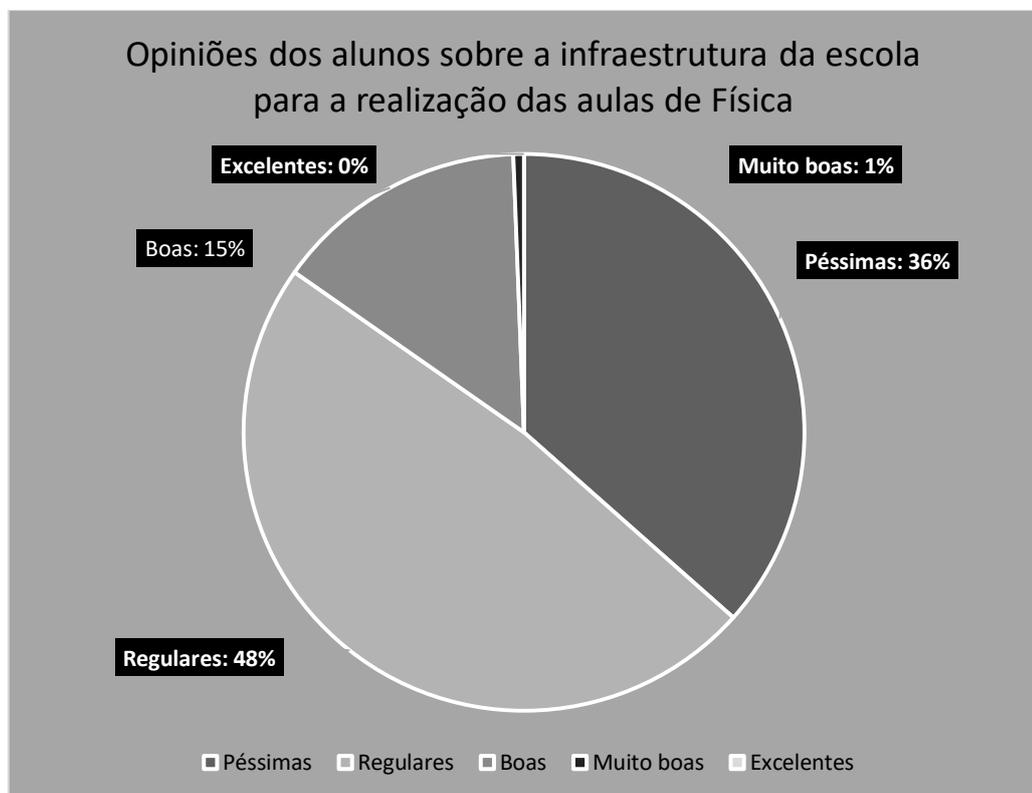
As perguntas de 08 a 10 do questionário diagnóstico, buscaram as impressões dos aprendizes com as metodologias e a estrutura oferecida pela escola para o desenvolvimento das aulas de física sobre temas de energia ao longo do ensino médio. Os dados coletados mostram grande insatisfação dos

estudantes em relação a esses itens.

Os alunos apontam que as aulas de físicas são realizadas de forma teórica, mas não apenas por uma opção de metodologia do professor. Reconhecem a falta de condições e materiais de apoio para o desenvolvimento das atividades por outras abordagens.

As metodologias adotadas e a infraestrutura dos ambientes escolares são determinantes para o sucesso do ensino/aprendizagem de temas da física. Influenciam nos resultados e na formação acadêmica e profissional do indivíduo.

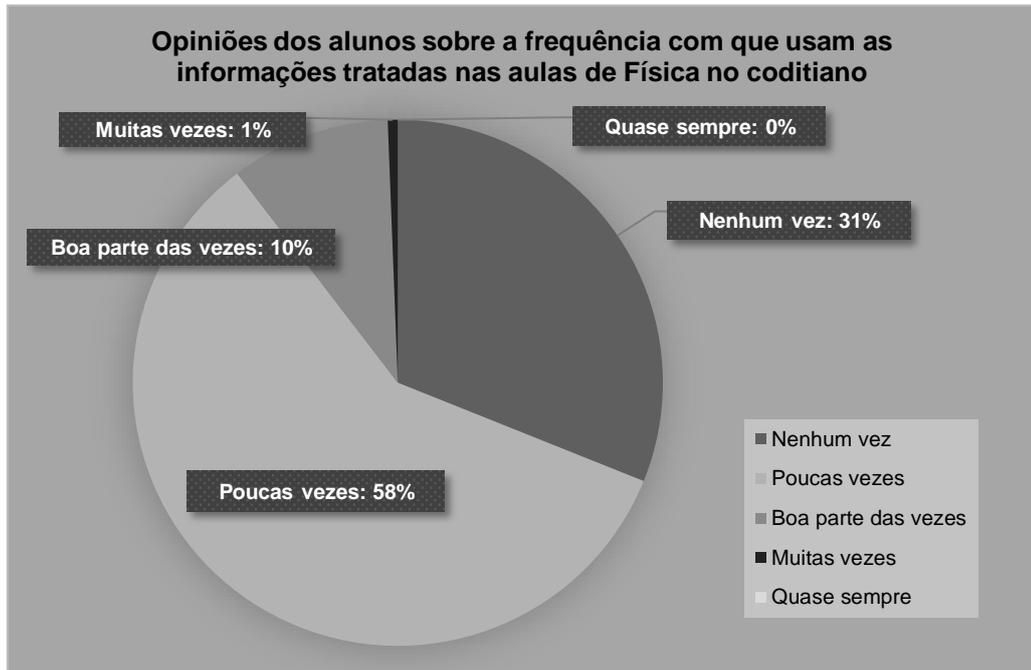
O gráfico mostrado na figura 31, expressa as opiniões dos discentes sobre a infraestrutura da escola.



**Figura 31 – Gráfico mostrando opiniões sobre a infraestrutura da escola.** Fonte: O autor.

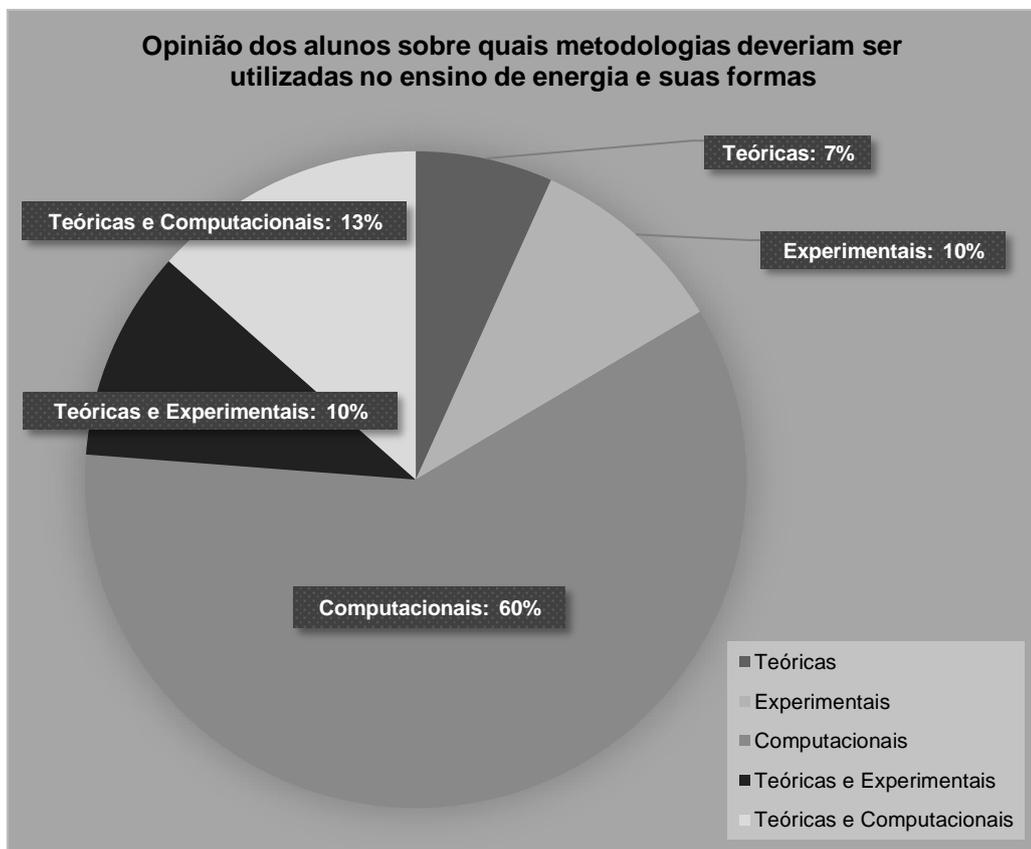
Dos entrevistados, 84% afirmam que as condições de infraestrutura da escola é de regular a péssima, e que isso influencia no desenvolvido das atividades de ensino da física.

Cerca de 90% dos entrevistados, afirmam não conseguirem ou pouco relacionarem os temas ensinados nas aulas com suas atividades do dia-a-dia, como mostra o gráfico da figura 32.



**Figura 32 – Gráfico da relação do ensino de energia com o cotidiano.** Fonte: O autor.

Quando indagados sobre quais métodos poderiam ser utilizados na realização das atividades de física ligadas a esse tema, 73% dos alunos indicam que as metodologias deveriam incluir ferramentas computacionais (fig. 33).



**Figura 33 – Opiniões sobre metodologias para o ensino de energia.** Fonte: O autor.

### 5.2.3 Acesso e uso pedagógico das tecnologias digitais

Através das respostas das perguntas de 11 a 14 do questionário diagnóstico dos alunos, buscou-se dados relativos ao acesso dos estudantes a computadores e dispositivos móveis dentro e fora do ambiente escolar.

Indagou-se também sobre o conhecimento dos aprendizes sobre aplicativos para computadores e o uso dessas tecnologias na realização de suas atividades escolares. As informações levantadas com os participantes da pesquisa, encontram-se na tabela 04.

**Tabela 04 – Acesso e uso pedagógico de tecnologias digitais**

Perguntas	11 → 1	12 → 2	13 → 3	14 → 4
<b>Situação</b>	Você tem acesso a computador fora da escola?	Você tem acesso ou possui um smartphone?	Você sabe o que é um aplicativo educacional?	Você usa o acesso ou o seu smartphone para estudar?
<b>Sim</b>	140	149	59	54
<b>Não</b>	24	15	105	110
<b>Total</b>	164	164	164	164

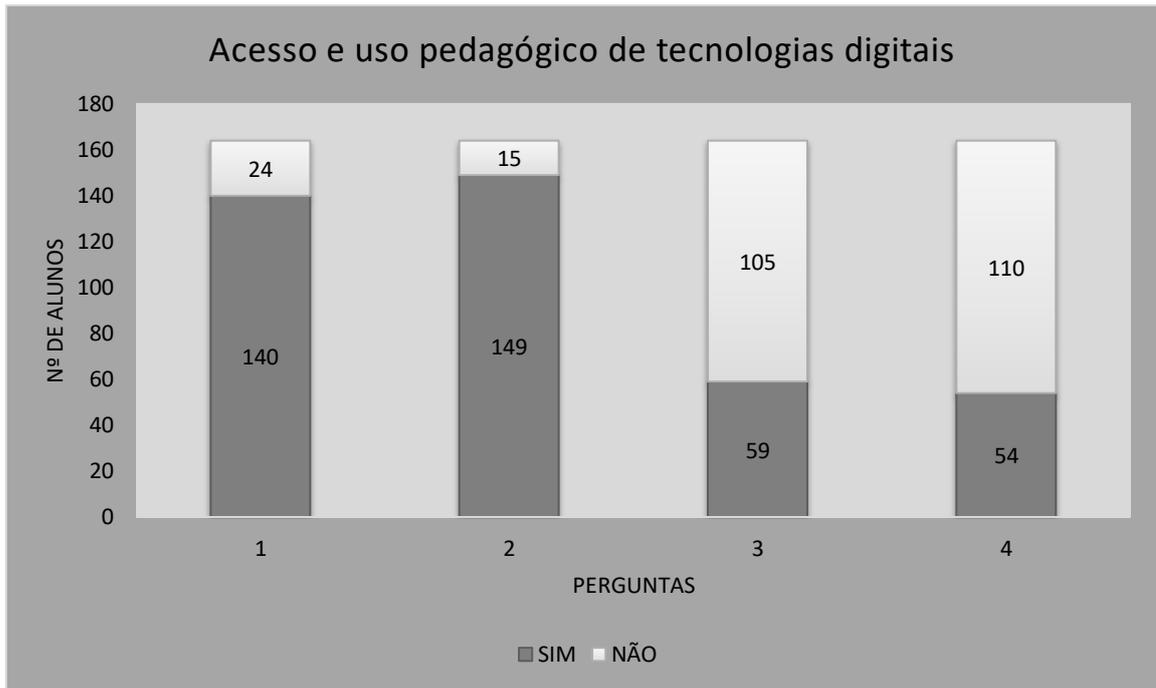
Fonte: O autor.

Um fato importante nesse levantamento foi a sua forma de coleta de dados, onde esse questionário foi disponibilizado para ser respondido em uma sala virtual do aplicativo Socrative via *internet*.

Cerca de 85% dos estudantes optaram por responder o questionário diagnóstico através do aplicativo Socrative, demonstrando o potencial de uso das tecnologias digitais na realização de atividades escolares.

Dos 164 alunos que responderam ao questionário diagnóstico, 149 estudantes afirmaram ter acesso a computadores ou dispositivo móvel fora do ambiente escolar, o que facilitou o desenvolvimento dessa atividade.

Entretanto, o estudo mostra que mesmo com uma grande acessibilidade dos discentes a esses recursos digitais fora da escola, ainda é pequeno o número de estudantes que utilizam essa tecnologia na hora de realizar suas tarefas educacionais. A figura 34 apresenta um gráfico que mostra essa perspectiva sobre o acesso dos alunos às tecnologias digitais fora da sala de aula.



**Figura 34 – Gráfico do acesso e uso pedagógico de tecnologias digitais.** Fonte: O autor.

Apesar dessa escola não possuir um laboratório de informática com equipamentos de última geração, foi possível realizar as atividades propostas pela pesquisa utilizando tecnologias digitais dentro e fora do ambiente escolar, demonstrando que é possível utilizar esses recursos como ferramenta complementar do processo de ensino/aprendizagem da física do nível médio.

### 5.3 Uso do Aplicativo *Energy*

#### 5.3.1 Grupo A – Sem o uso de tecnologias digitais

De acordo com a metodologia de aplicação da pesquisa, o grupo A, com 33 alunos, trabalhou diversos assuntos relacionados à energia e suas formas, mas sem poder fazer uso de qualquer tecnologia digital.

A abordagem pedagógica seguiu o método tradicional de ensino, com aulas expositivas e verificação de aprendizagem dos conteúdos tratados ao final do processo.

Os resultados obtidos no teste de verificação de aprendizagem do grupo A, encontram-se na tabela 05 a seguir.

**Tabela 05 – Resultado do teste de verificação de conhecimento (grupo A).**

ACERTOS	FREQUÊNCIA					
$x_i$	$f_i$	$x_i \cdot f_i$	$ x_i - \bar{x} $	$ x_i - \bar{x}  \cdot f_i$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i$
0	0	0	5,3	0	28,09	0
1	1	1	4,3	4,3	18,49	18,49
2	2	4	3,3	6,6	10,89	21,78
3	3	9	2,3	6,9	5,29	15,87
4	5	20	1,3	6,5	1,69	8,45
5	5	25	0,3	1,5	0,09	0,45
6	8	48	0,7	5,6	0,49	3,92
7	6	42	1,7	10,2	2,89	17,34
8	1	8	2,7	2,7	7,29	7,29
9	2	18	3,7	7,4	13,69	27,38
10	0	0	4,7	0	22,09	0
11	0	0	5,7	0	32,49	0
12	0	0	6,7	0	44,89	0
$\Sigma$	<b>33</b>	<b>175</b>		<b>51,7</b>		<b>120,97</b>
<b>MÉDIA</b> ( $\bar{x} = \frac{\Sigma x_i f_i}{\Sigma f_i}$ )		<b>5,30</b>	<b>VARIÂNCIA</b> ( $\text{Var} = \frac{\Sigma (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{\Sigma f_i}$ )			<b>3,67</b>
<b>DESVIO MÉDIO</b> ( $\text{DM} = \frac{\Sigma  x_i - \bar{x}  \cdot f_i}{\Sigma f_i}$ )		<b>1,57</b>	<b>DESVIO PADRÃO</b> ( $\text{DP} = \sqrt{\text{Var}}$ )			<b>1,92</b>

Fonte: O autor.

Com base nas informações levantadas, calculou-se utilizando técnicas computacionais, grandezas como média de acertos, desvio médio, desvio padrão e variância, determinantes para análise de dispersão dos resultados.

Verifica-se uma dispersão normal dos dados obtidos, com 72,73% dos valores entre um desvio padrão positivo (+1 DP) e negativo (-1 DP) a partir da média de acertos desse grupo, onde o referencial mínimo nesse caso são 68,26%.

O mesmo acontece entre dois desvios padrões positivos (+2 DP) e negativos (-2 DP) a partir da média de acertos do grupo, onde se encontram 96,97% dos dados obtidos, cujo referencial mínimo para esse intervalo são 95,44%.

Numa análise simplificada, a média de acertos do grupo A foi em torno de 5 em 12 possíveis. Isso representa um percentual médio de aproveitamento de cerca de 40% das questões do teste de verificação de aprendizagem sobre energia e suas formas.

Como base nessas informações, a figura 35 mostra o gráfico de dispersão da quantidade de acertos das questões do teste por alunos do grupo A,

ressaltando que o processo de ensino/aprendizagem dos estudantes foi sem o uso de recursos computacionais.

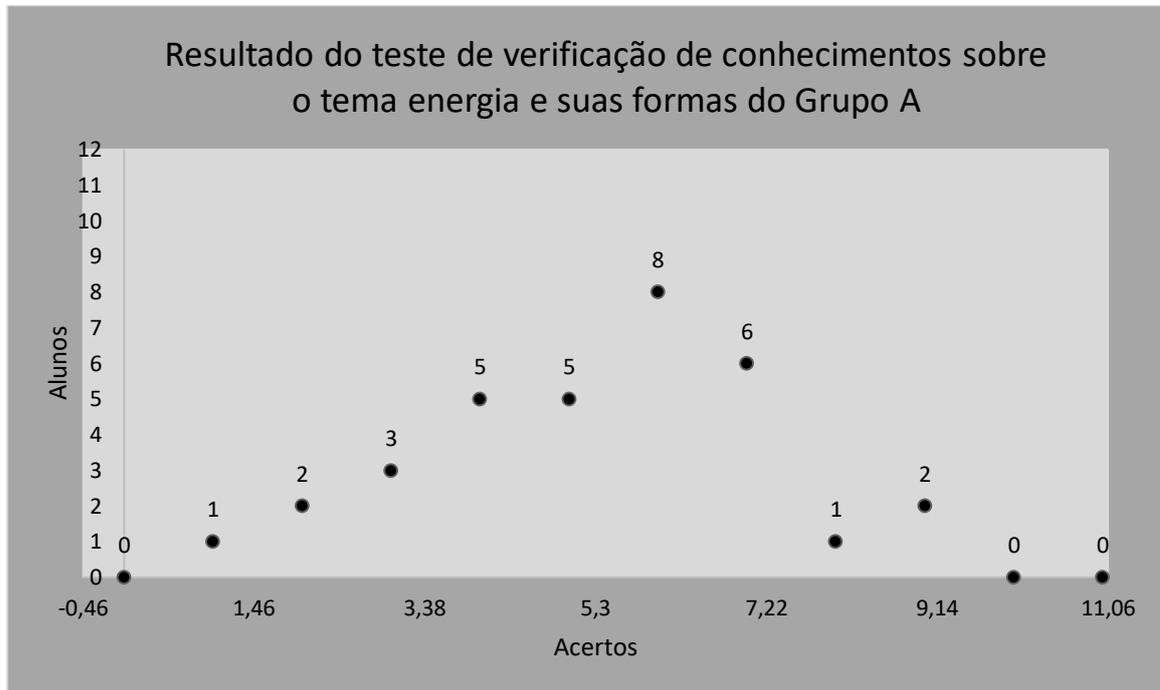


Figura 35 – Gráfico de dispersão dos acertos dos alunos do grupo A. Fonte: O autor.

### 5.3.2 Grupo B — Fazendo uso do Aplicativo Energy

O grupo B, constituído por 115 alunos, teve aulas sobre temas envolvendo energia e seguindo a mesma abordagem pedagógica do grupo A, mas com o diferencial de poder utilizar os recursos tecnológicos do Aplicativo *Energy*.

Nas aulas desse grupo, os recursos computacionais do aplicativo foram empregados como ferramenta complementar ao método tradicional de ensino de diversos assuntos relacionados com energia e suas formas. Ao término das aulas, os alunos desses grupos foram submetidos ao mesmo tempo, a um teste de verificação de aprendizagem, que corresponde ao processo de avaliação das atividades da pesquisa.

Diante desse contexto, o Aplicativo *Energy* é considerado o elemento de diferenciação da aplicação do experimento para os grupos.

Os resultados obtidos no teste de verificação de conhecimentos do grupo B, encontram-se na tabela 06 a seguir.

**Tabela 06 – Resultado do teste de verificação de conhecimento (grupo B).**

ACERTOS	FREQUÊNCIA					
$x_i$	$f_i$	$x_i \cdot f_i$	$ x_i - \bar{x} $	$ x_i - \bar{x}  \cdot f_i$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i$
0	0	0	8,53	0,00	72,76	0,00
1	0	0	7,53	0,00	56,70	0,00
2	0	0	6,53	0,00	42,64	0,00
3	0	0	5,53	0,00	30,58	0,00
4	1	4	4,53	4,53	20,52	20,52
5	6	30	3,53	21,18	12,46	74,77
6	15	90	2,53	37,95	6,40	96,01
7	11	77	1,53	16,83	2,34	25,75
8	15	120	0,53	7,95	0,28	4,21
9	33	297	0,47	15,51	0,22	7,29
10	16	160	1,47	23,52	2,16	34,57
11	13	143	2,47	32,11	6,10	79,31
12	5	60	3,47	17,35	12,04	60,20
$\Sigma$	<b>115</b>	<b>981</b>		<b>176,93</b>		<b>402,64</b>
<b>MÉDIA</b> ( $\bar{x} = \frac{\Sigma x_i f_i}{\Sigma f_i}$ )		<b>8,53</b>	<b>VARIÂNCIA</b> ( $\text{Var} = \frac{\Sigma (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{\Sigma f_i}$ )			<b>3,50</b>
<b>DESVIO MÉDIO</b> ( $\text{DM} = \frac{\Sigma  x_i - \bar{x}  \cdot f_i}{\Sigma f_i}$ )		<b>1,54</b>	<b>DESVIO PADRÃO</b> ( $\text{DP} = \sqrt{\text{Var}}$ )			<b>1,87</b>

Fonte: O autor.

Com base nas informações levantadas, calculou-se a média de acertos, desvio médio, desvio padrão e variância, determinantes para análise de dispersão dos resultados. Constata-se uma dispersão normal dos dados obtidos, com 75% dos valores entre um desvio padrão positivo (+1 DP) e negativo (-1 DP) a partir da média de acertos desse grupo, onde o referencial mínimo nesse caso são 68,26%.

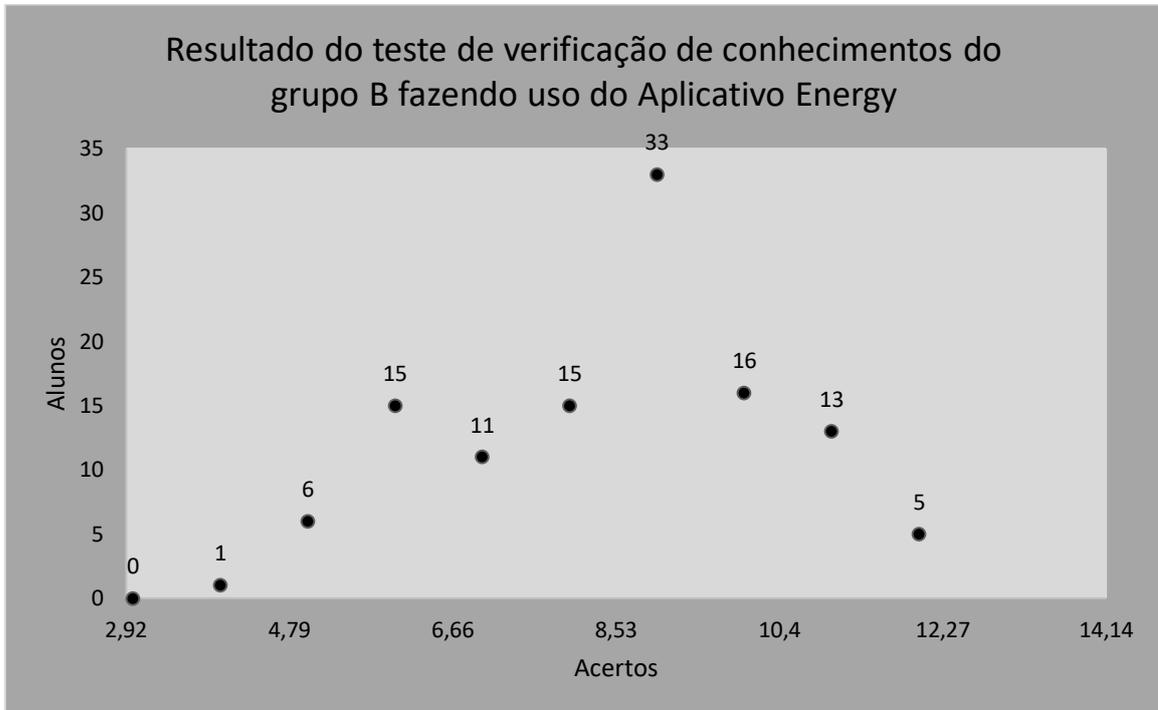
O mesmo acontece entre dois desvios padrões positivos (+2 DP) e negativos (-2 DP) a partir da média de acertos do grupo, onde se encontram 99,13% dos dados obtidos, cujo referencial mínimo para esse intervalo são 95,44%.

Entretanto, observa-se que os valores obtidos pelo grupo B são maiores que do grupo A. Lembrando que esse grupo utilizou o Aplicativo *Energy*.

A média de acertos do grupo B foi de cerca de 8,5 em 12 possíveis. Isso representa um percentual médio de aproveitamento em torno de 70% das questões do teste de verificação de aprendizagem sobre energia e suas formas.

Como base nas informações coletas e grandezas determinadas, apresenta-

se um gráfico de dispersão da quantidade de acertos das questões do teste por alunos do grupo B (fig. 40), ressaltando que o processo de ensino/aprendizagem dos estudantes desse grupo contou com o uso do Aplicativo *Energy*.



**Figura 36 – Gráfico de dispersão dos acertos dos alunos do grupo B.** Fonte: O autor.

A diferença entre a quantidade de acertos do grupo B (70%) em relação ao grupo A (40%) foi de 30%. Calculando a taxa de variação de acertos entre os grupos, encontra-se o valor de 75%. Isso significa: que o grupo B – que fez uso do aplicativo *Energy*, obteve um aproveitamento maior em sua avaliação que o grupo A – que não utilizou nenhum recurso computacional.

É importante ressaltar que dos 164 alunos que iniciaram o experimento, 16 participantes não compareceram para fazer o teste de verificação de aprendizagem.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias digitais já são vistas como algo natural que de forma direta ou indireta fazem parte do cotidiano social. Crianças e adolescentes criados nessa realidade usam seus recursos como extensão do próprio corpo, demonstrando habilidades que parecem natas.

Esse estudo aproveitou essas habilidades presentes nos estudantes do ensino médio da escola investigada, para analisar os reflexos do uso dessa tecnologia no processo educacional de discentes sobre o tema energia e suas formas, ao utilizar o aplicativo *Energy* nas aulas de física. Os resultados encontrados demonstram o potencial e sucesso do *software* nesse processo.

Diante da concepção de que a aprendizagem do indivíduo evolui com suas necessidades e momento histórico, constata-se que as formas de ensino precisam estar alinhadas ao contexto das pessoas. Nesse sentido, os recursos tecnológicos desenvolvidos no Aplicativo *Energy* atendem as demandas de seus usuários.

A capacidade de realizar múltiplas tarefas em curtos intervalos de tempo e estimular o desenvolvimento cognitivo dos aprendizes, fazem desse *software* um excelente instrumento para ser utilizado nos processos educacionais de energia e suas formas. Os resultados obtidos neste estudo corroboram para essa possibilidade.

Os alunos do grupo B, que utilizaram os recursos computacionais do Aplicativo *Energy*, como ferramenta complementar ao método tradicional de ensino da física, demonstraram uma maior motivação e facilidade na realização das atividades propostas.

Faz-se necessário continuar investigando os reflexos dessas ferramentas nos processos educacionais da física no ensino médio, e como as pessoas aprendem através desses recursos computacionais.

Por outro lado, o professor precisa problematizar os temas estudados nas aulas de física num contexto que faça sentido para a vida do estudante, envolvendo nesse processo elementos do cotidiano do aprendiz como, por exemplo, os aplicativos, mostrando a importância dos assuntos que são tratados nas diversas áreas sociais.

Os aplicativos são ferramentas que podem viabilizar e facilitar a realização de atividades educativas mais complexas, e o aprendiz precisa de instrumentos

compatíveis com os níveis de suas observações e investigações.

Portanto, disponibilizar recursos computacionais como o Aplicativo *Energy* aos estudantes, significa oportunizá-los a construir seus conhecimentos de forma personalizada, autônoma e seguindo o curso e exigências da contemporaneidade.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial de 2016: Dividendos Digitais**. New York: Brooklyn, 2016, p. 1-3. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/pt/788831468179643665/pdf/>>. Acesso em: fev/ 2017.
- [2] NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR. **Educação e tecnologia no Brasil [livro eletrônico]: um estudo de caso longitudinal sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação em 12 escolas públicas**. 1ª Ed. São Paulo, Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016, p. 10-12. Disponível em: <<http://cetic.br/media/docs/publicacoes/7/EstudoSetorialNICbr-TIC-Educacao.pdf>>. Acesso em: mar/2017.
- [3] MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea**. Conferência proferida na *XI Conferência Internacional sobre Enseñanza la Física*, Guayaquil, Equador, julho de 2013 e durante o *Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ*, Rio de Janeiro, Brasil, março de 2014. Revista do Professor de Física, Brasília, vol. 1, n. 1, 2017, p. 1–2. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25190/18899>>. Acesso em: jun/2017.
- [4] AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- [5] PRÄSS, A. R. **Teorias de Aprendizagem**. ScriniaLibris.com, mar/2012, p. 13-26. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/329667396/Teorias-de-Aprendizagem-Alberto-Ricardo-pdf>>. Acesso em: jun/2017.
- [6] PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.
- [7] FIALHO, F. A. P. **Introdução ao estudo da Consciência**. Curitiba: Gênese, 1998.
- [8] GARDNER, H. **Estruturas da mente: A teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1994. In.: **Inteligência: Um conceito reformulado**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2000.

- [9] VYGOTSKY, L. S. A. **A formação social da mente**. 6.<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- [10] VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1998.
- [11] LDB. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: Lei n.º 9.394/96 – Atualizada pela Lei n.º 12.796/13**. Edições Câmara. Brasília: Câmara dos Deputados, 2014. Disponível em: <bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/19339/ldb-10ed.pdf>. Acesso em: jan/2017.
- [12] LUÍSE, D. **Incentivar a criatividade é o caminho para trabalhar a tecnologia na sala de aula, afirma pesquisador do MIT**. Revista Educação, entrevista, mar/2015. Disponível em: <revistaeducacao.com.br/incentivar-a-criatividade-e-o-caminho-para-trabalhar-atecologia-na-sala-de-aula-afirma-pesquisador-do-mit>. Acesso em: dez/2016.
- [13] FRANCO, C.; BONAMINO, A. **O ENEM no Contexto das Políticas para o Ensino Médio**. Química Nova na Escola, n.º 10, nov/1999, p. 1–6. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/espaco.pdf> Acesso em: jan/2017.
- [14] AMALDI, U. **Imagens da Física: As ideias e as experiências do pêndulo aos “quarks”**. 1.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Scipione, 1995, p. 108–127.
- [15] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Vol. 1, 8.<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008, p. 152–171.
- [16] SANT’ANNA, B.; MARTINI, G.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. **Conexões com a Física**. Vol. 1, 11.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Moderna, 2010, p. 358–385.
- [17] RAMALHO, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os Fundamentos da Física**. Vol. 1, 11.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Moderna, 2016, p. 285–298.
- [18] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Vol. 2, 8.<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008, p. 182–195.
- [19] RAMALHO, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os Fundamentos da Física**. Vol. 2, 11.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Moderna, 2016, p. 81-87, 121–124.
- [20] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. Vol. 3, 8.<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. p. 98–126.

- [21] BRASIL. **Brasil em Síntese | Pará | Parauapebas | Panorama**. Brasília: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/parauapebas/panorama>>. Acesso em: ago/2018.
- [22] HIRATA, W.K.; RIGON, J.C.; KADEKARU, K.; CORDEIRO, A.A.C.; MEIRELES, E.M. **Geologia Regional da Província Mineral de Carajás**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1, Belém, 1982, Anais da SBG: v.1. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB77EKB/tese\\_doutorado\\_marcia\\_zucchetti\\_2007.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB77EKB/tese_doutorado_marcia_zucchetti_2007.pdf?sequence=1)>. Acesso em: out/2018.
- [23] BRASIL. **Matriz de referência Enem**. Brasília: MEC; Inep, 2011. Disponível em: <[download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/downloads/2012/matriz-referencia-enem.pdf](download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz-referencia-enem.pdf)>. Acesso em: set/2016.
- [24] BRASIL. **Relatório sobre Avaliação da Educação Básica 2013–2014: Análise dos Resultados**. Brasília: MEC; Inep, 2015. Disponível em: <[publicações.inep.gov.br/portal/subcategoria/4/page/1/item\\_page/75](publicações.inep.gov.br/portal/subcategoria/4/page/1/item_page/75)>. Acesso: mar/2017.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A – Questionário diagnóstico****PERGUNTA 01**

Em relação ao ensino de energia que foi realizado nas aulas de física, em uma escala de 1 a 5, onde, 1 significa totalmente insatisfeito e 5 significa totalmente satisfeito, qual o seu nível de insatisfação/satisfação em relação a esse processo para a sua formação acadêmica e profissional?

- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 5.

**PERGUNTA 02**

Sobre a sua aprendizagem em relação aos temas de energia que foi adquirido nas aulas de física, em uma escala de 1 a 5, onde, 1 significa totalmente insatisfeito e 5 significa totalmente satisfeito, qual o seu nível de insatisfação/satisfação com relação a esse processo para a sua formação acadêmica e profissional?

- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 5.

**PERGUNTA 03**

Levando em consideração os conhecimentos adquiridos por você nas aulas de física sobre energia, numa escala de 1 a 5, onde, 1 significa totalmente insatisfeito e 5 significa totalmente satisfeito, qual o seu nível de insatisfação/satisfação da frequência com que você consegue relacionar esses conhecimentos com o que acontece em seu cotidiano?

- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 5.

**PERGUNTA 04**

Considerando o processo de ensino/aprendizagem da física sobre os temas de energia, numa escala de 1 a 5, onde, 1 significa totalmente insatisfeito e 5 significa totalmente satisfeito, qual o seu nível de insatisfação/satisfação em relação a frequência da utilização de experimentos práticos para facilitar e consolidar esse processo em relação aos assuntos trabalhado?

- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 5.

**PERGUNTA 05**

Em seu processo de ensino/aprendizagem da física sobre os temas de energia, numa escala de 1 a 5, onde, 1 significa totalmente insatisfeito e 5 significa totalmente satisfeito, qual o seu nível de insatisfação/satisfação em relação a frequência da utilização, em sala de aula e/ou no laboratório de informática da escola, de aplicativos simuladores de fenômenos físicos ou outro tipo de aplicativos educacionais para facilitar e consolidar esse processo em relação a esses temas?

- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 5.

**PERGUNTA 06**

Sobre a sua participação e envolvimento com as aulas de física relacionadas aos temas de Energia, em uma escala de 1 a 5, onde, 1 significa totalmente insatisfeito e 5 significa totalmente satisfeito, qual o seu nível de insatisfação/satisfação com o seu grau participação e envolvimento com esse assunto da Física?

- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 5.

**PERGUNTA 07**

Com relação as metodologias utilizadas pelos professores nas aulas de física para ensinar temas relacionados à energia, em uma escala de 1 a 5, onde, 1 significa totalmente insatisfeito e 5 significa totalmente satisfeito, qual o seu nível de insatisfação/satisfação com o emprego dessas metodologias para o seu processo de ensino/aprendizagem desse tema?

- A) 1.      B) 2.      C) 3.      D) 4.      E) 5.

**PERGUNTA 08**

Se você pudesse escolher como estudar temas relacionados à energia, com qual (ais) tipo (s) de atividade (s) você acredita que seria uma boa alternativa para aprender?

- A) Teóricas.
- B) Experimentais.
- C) Computacionais.
- D) Teóricas e experimentais.
- E) Teóricas e computacionais.

#### **PERGUNTA 09**

Levando em consideração as condições estruturais de sua escola, tais como, sala de aula, material didático, laboratórios, equipamentos, número de aulas, preparo dos professores, número de alunos em sala, entre outras, como você classifica tais condições para o desenvolvimento das aulas de física?

- A) Péssimas.
- B) Regulares.
- C) Boas.
- D) Muito boas.
- E) Excelentes.

#### **PERGUNTA 10**

Diante de assuntos relacionados com energia, como o funcionamento de usinas transformadoras de energias, blindagem de carros, acidentes envolvendo veículos, pessoas que são atingidas por balas perdidas, lançamento de foguetes, potência de motores, entre outros, que são comentados diariamente nos mais variados meios de informação e comunicação, com que frequência você costuma relacionar esses assuntos com equações e análises gráficas que são apresentadas nas aulas de física?

- A) Nenhuma vez.
- B) Poucas vezes.
- C) Boa parte das vezes.
- D) Muitas vezes.
- E) Quase sempre.

**PERGUNTA 11**

Você tem acesso a computador?

- A) Sim.                      B) Não.

**PERGUNTA 12**

Você tem smartphone?

- A) Sim.                      B) Não.

**PERGUNTA 13**

Você sabe o que é um aplicativo educacional?

- A) Sim.                      B) Não.

**PERGUNTA 14**

Você usa o seu smartphone para estudar?

- A) Sim.                      B) Não.

## APÊNDICE B – Plano de Ensino e Cronograma das atividades

### B.1 Identificação

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física

Público Alvo: Alunos da 3.<sup>a</sup> série Ensino Médio

Carga horária: 12 h/turma

Tema: Energia e suas formas

### B.2 Ementa

Trabalho mecânico; Potência mecânica; Energia cinética; Energia potencial gravitacional; Energia potencial elástica; Energia mecânica total; Quantidade de calor sensível; Quantidade de calor latente; Quantidade de calor total; Potência térmica; Potência elétrica dissipada; Energia elétrica.

### B.3 Objetivos de ensino (Professor)

- Desenvolver no aluno noções fundamentais das ciências naturais visando o estudo de princípios e teorias físicas, propiciando o desenvolvimento do estudante e o papel da física na sociedade;
- Fornecer ao aluno conceitos básicos das ciências naturais para o prosseguimento no estudo dos diversos temas da física;
- Motivar o aluno para o estudo da energia, mostrando que os aspectos da física podem ser vistos sob ângulos diferentes, sem deixarem de ser válidos;
- Fazer com que o aluno tenha o seu próprio pensamento fundamentado, baseando-se em seus estudos, pesquisas, vivências e aspirações;
- Incentivar o aluno a complementar o seu estudo com a pesquisa e leituras adicionais, visando desenvolver uma boa argumentação;

- Estimular o aluno a aplicar conhecimentos matemáticos, tecnológicos e instrumentais na resolução de situações-problemas.

#### **B.4 Objetivos de aprendizagem (Alunos)**

- Entender a física em suas características mais importantes para a formação do indivíduo como ser pensante, crítico e participante no processo social;
- Entender as relações entre as diversas formas de energias;
- Compreender o formalismo matemático em sua estrutura, eficácia e validade para os fenômenos naturais;

#### **B.5 Competências de área**

- C1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade;
- C2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos;
- C5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplica-los em diferentes contextos;
- C6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações-problemas, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

#### **B.6 Habilidades de área**

- H3 – Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas;

- H5 – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano;
- H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica;
- H18 – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam;
- H19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental;
- H20- Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes;
- H21 – Utilizar leis físicas e/ou químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e/ou do eletromagnetismo;
- H22 – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais;
- H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformações de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

## B.7 Temas das aulas / Competências / Habilidades

**Tabela 07 – Temas das aulas com as competências e habilidades**

<b>Bloco</b>	<b>Temas</b>	<b>Competências</b>	<b>Habilidades</b>
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalho de uma força constante</li> <li>• Trabalho de uma força qualquer</li> <li>• Trabalho da força gravitacional</li> <li>• Trabalho da força elástica</li> </ul>	5/6	17/18/20
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energia e suas formas</li> <li>• Energia cinética</li> <li>• Energia potencial gravitacional</li> <li>• Energia potencial elástica</li> <li>• Conservação da energia mecânica</li> </ul>	5/6	17/18/19/20
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calor e Temperatura</li> <li>• Energia térmica em trânsito</li> <li>• Quantidade de calor sensível</li> <li>• Calor específico</li> <li>• Potência térmica e Rendimento</li> </ul>	5/6	17/18/20
<b>4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudanças de fase</li> <li>• Quantidade de calor latente</li> <li>• Quantidade de calor total</li> <li>• Curva de aquecimento</li> <li>• Curva de resfriamento</li> </ul>	5	17
<b>5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrente elétrica</li> <li>• Circuitos elétricos</li> <li>• Efeitos da corrente elétrica</li> <li>• Energia da corrente elétrica</li> <li>• Potência elétrica dissipada</li> </ul>	2/5/6	5/17/21

Fonte: O autor.

## B.8 Cronograma das aulas e atividades da pesquisa

**Tabela 08 – Cronograma das aulas e atividades da pesquisa**

<b>Data</b>	<b>Público</b>	<b>Atividade</b>	<b>Assunto</b>	<b>CH</b>
20/09/16	Escola	Visita	Conhecer à escola	—
22/09/16	Direção	Reunião	Solicitação/autorização da pesquisa	—
27/09/16	Professores	Reunião	Planejamento das aulas/atividades de ensino	—
29/09/16	Direção	Reunião	Orientações gerais e indicação das turmas	—
03/10/16	Turmas	Conversa	Apresentação das atividades da pesquisa	—
04/10/16	T3	Pesquisa	Aplicação do questionário diagnóstico	—
05/10/16	T1	Pesquisa	Aplicação do questionário diagnóstico	—
06/10/16	T4 e T2	Pesquisa	Aplicação do questionário diagnóstico	—
07/10/16	T5	Pesquisa	Aplicação do questionário diagnóstico	—
08/10/16	—	Análise	Análise do questionário diagnóstico (início)	—
14/10/16	—	Análise	Análise do questionário diagnóstico (fim)	—
18/10/16	T3	Aula 1	Bloco de temas 1	2
19/10/16	T1	Aula 1	Bloco de temas 1	2
20/10/16	T4 e T2	Aula 1	Bloco de temas 1	2
21/10/16	T5	Aula 1	Bloco de temas 1	2
25/10/16	T3	Aula 2	Bloco de temas 2	2
26/10/16	T1	Aula 2	Bloco de temas 2	2
27/10/16	T4 e T2	Aula 2	Bloco de temas 2	2
28/10/16	T5	Aula 2	Bloco de temas 2	2
08/11/16	T3	Aula 3	Bloco de temas 3	2
09/11/16	T1	Aula 3	Bloco de temas 3	2
10/11/16	T4 e T2	Aula 3	Bloco de temas 3	2
11/11/16	T5	Aula 3	Bloco de temas 3	2

Data	Público	Atividade	Assunto	CH
22/11/16	T3	Aula 4	Bloco de temas 4	2
23/11/16	T1	Aula 4	Bloco de temas 4	2
24/11/16	T4 e T2	Aula 4	Bloco de temas 4	2
25/11/16	T5	Aula 4	Bloco de temas 4	2
29/11/16	T3	Aula 5	Bloco de temas 5	2
30/11/16	T1	Aula 5	Bloco de temas 5	2
01/12/16	T4 e T2	Aula 5	Bloco de temas 5	2
02/12/16	T5	Aula 5	Bloco de temas 5	2
05/12/16	Turmas	Avaliação	Teste de verificação de conhecimentos	2
06/12/16	—	Análise	Correção dos testes (início)	—
10/12/16	—	Análise	Correção dos testes (fim)	—
14/12/16	—	Análise	Consolidação dos dados da pesquisa	—

Fonte: O autor.

## B.9 Bibliografia básica

- [1] RAMALHO, J. F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os Fundamentos da Física**. Vols.: 1, 2 e 3, 11<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Moderna, 2016.
- [2] SANT'ANNA, B.; MARTINI, G.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. **Conexões com a Física**. Vols.: 1, 2 e 3, 11.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Moderna, 2010.

## B.10 Bibliografia complementar

- [1] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Vols.: 1, 2 e 3, 8<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- [2] TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Física: Ciência e Tecnologia**. Vols.: 1, 2 e 3, 2.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Moderna, 2010.

### B.11 Leitura complementar

- [1] AMALDI, U. **Imagens da Física: As ideias e as experiências do pêndulo aos quarks**. 1.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Scipione, 1995.
- [2] FEYNMAN, R. P. **Física: Em seis lições**. 6.<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.

### B.12 Metodologia de ensino

- Aulas expositivas sobre os temas propostos no plano de ensino/aprendizagem estimulando a participação dos alunos;
- Indicação de artigos e reportagens sobre energia, visando à leitura e discussão do tema em sala de aula;
- Solicitação pesquisas aos alunos sobre os tópicos propostos no plano de ensino/aprendizagem e realização de comentários durante as aulas sobre os assuntos pesquisados;
- Indicação de filmes e vídeos na internet, objetivando debates sobre os temas deste plano de ensino/aprendizagem;
- Utilização coletiva e individual do Aplicativo *Energy* no laboratório de informática visando auxiliar e facilitar o desenvolvimento dos cálculos e análise de gráficos dos temas de física abordados.

### B.13 Forma de avaliação

Aplicação de teste de verificação de conhecimentos, contendo 12 questões de múltipla escolha, relacionadas ao tema energia e suas formas.

**APÊNDICE C – Teste de avaliação dos tópicos estudados****TEXTO 01**

O calor específico de uma substância é a quantidade de calor (energia em trânsito) necessária para aumentar ou diminuir a temperatura de um corpo em 1°C por grama do material que o constitui. Cada substância possui um valor específico e que depende, ainda, das condições físicas em que se encontra.

Considere um corpo formado por uma massa 200 g de água pura, sobre condições físicas consideradas normais, onde seu calor específico é 1 cal/g°C, e com base nessas informações responda as **questões 01** e **02** a seguir.

**QUESTÃO 01**

Qual a quantidade de calor que essa massa de água, conforme descrita no **TEXTO 01**, deve receber ou ceder para que sua temperatura varie de 5 °C para 36,5 °C?

- A) Ceder 6,3 cal.
- B) Receber 6,3 cal.
- C) Ceder 6300 cal.
- D) Receber 6300 cal.

**QUESTÃO 02**

Sendo a potência térmica de uma fonte de calor, a taxa de variação da quantidade de calor cedido para um corpo em função do tempo, calcule a potência térmica, em watts, desprendida por um micro-ondas que consegue elevar a temperatura da massa de água, conforme descrita no **TEXTO 01**, de 0°C para 100°C em um intervalo de tempo de 1 min 40 s.

Dados: 1,0 cal = 4,2 J.

- A) 840 W.
- B) 2.000 W.
- C) 20.000 W.
- D) 4.000 W.

## TEXTO 02

Uma substância pura pode se apresentar em três fases ou estados de agregação: sólido, líquido e gasoso. A água, por exemplo, pode estar, conforme as condições, na fase sólida (gelo), na fase líquida (água líquida) ou na fase gasosa (vapor de água). Em determinadas condições de pressão e temperatura, uma substância pode passar de uma fase para outra, ocorrendo então uma mudança de fase ou mudança de estado de agregação. Quando um sólido cristalino recebe calor, suas moléculas passam a se agitar mais intensamente (calor sensível).

À temperatura de fusão, a agitação térmica é suficientemente forte para destruir a estrutura cristalina. As moléculas adquirem energia suficiente para se livrarem das adjacentes, passando a ter liberdade de movimento característicos dos líquidos. Durante a fusão, a temperatura não varia, pois, o calor trocado ao longo do processo corresponde à energia necessária para desfazer o retículo cristalino do sólido (calor latente). Terminada a fusão, aquecendo-se o líquido formado, a temperatura volta a aumentar, isto é, aumenta a agitação de suas moléculas.

Considere um bloco de gelo com massa de 1,0 kg, no interior de um refrigerador doméstico, mantido a uma temperatura de 22°C e os seguintes dados: calor específico do gelo = 0,5 cal/g°C, o calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g e o calor sensível da água líquida = 1 cal/g°C.

### QUESTÃO 03

Com base nas informações do **TEXTO 02**, sobre o gelo e a água líquida, qual a quantidade de calor total necessária para transformar o bloco de gelo em água líquida a uma temperatura de 36,5°C?

- A) 1.275 cal.
- B) 12.750 cal.
- C) 127.500 cal.
- D) 1.275.00 cal.

### QUESTÃO 04

De acordo com o **TEXTO 02**, o bloco de gelo recebeu quais formas de calor, respectivamente, no decorrer do processo para elevar sua temperatura inicial de  $22^{\circ}\text{C}$  até a final de  $+22^{\circ}\text{C}$ .

- A) sensível - latente - latente.
- B) latente - sensível - latente.
- C) sensível - latente - sensível.
- D) latente - sensível - sensível.

### QUESTÃO 05

Um bloco parte da posição A e atinge a posição B sob ação de um sistema de forças, conforme mostra a figura 37 a seguir.

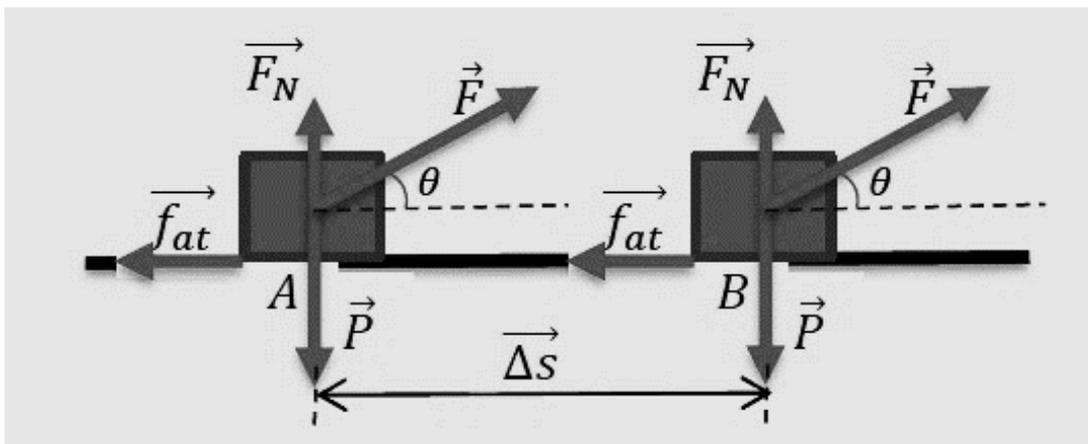


Figura 37 – Corpo sob ação de um sistema de forças. Fonte: O autor.

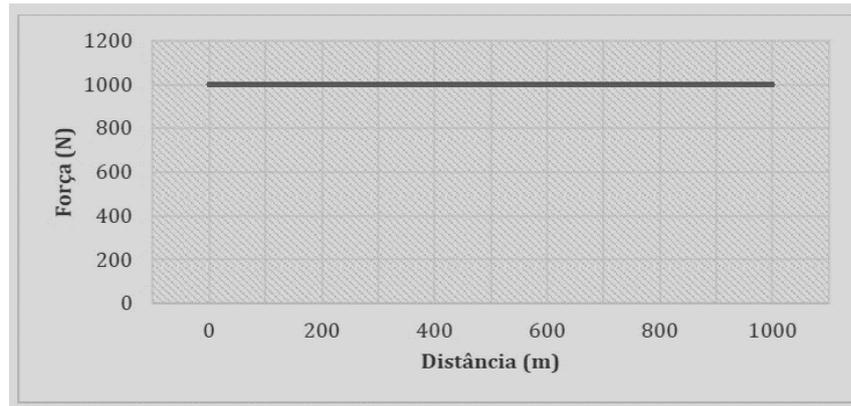
Sendo a força  $F = 50\text{ N}$ , força-peso  $P = 70\text{ N}$  do corpo, a força de reação normal ao plano  $F_N = 70\text{ N}$ , a força de atrito  $f_{at} = 10\text{ N}$  do bloco em relação ao plano e o deslocamento  $\Delta s = 5,0\text{ m}$ , calcule o trabalho realizado pela força resultante sobre o bloco no deslocamento de A para B.

Dado:  $\cos \theta = 0,8$ .

- A) 15 J.
- B) 150 J.
- C) 1.500 J.
- D) 15.000 J.

**QUESTÃO 06**

Um carro de teste, com massa de 800 kg, é preparado para se mover sobre uma pista de corrida retilínea. O gráfico a seguir ilustrado pela figura 38 mostra a força resultante que atua sobre o veículo durante o seu movimento sobre a pista, para a realização de um teste de potência do motor desenvolvido para esse carro.



**Figura 38 – Gráfico da força resultante em função do deslocamento.** Fonte: O autor.

Com base nessas informações, qual a potência mecânica média desenvolvida pelo motor do carro para deslocá-lo por 1.000 m num intervalo de tempo de 100 s?

- A) 10 W.
- B) 100 W.
- C) 1.000 W.
- D) 10.000 W.

**QUESTÃO 07**

Um guindaste ergue, com velocidade constante, uma caixa de massa 500 kg do chão até uma altura de 5,0 m, em 10 s. Sendo  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , calcule a energia potencial gravitacional adquirida pela caixa e potência mecânica média desenvolvida pelo guindaste.

- A) 245 J e 24.500 W.
- B) 2.450 J e 2.450 W.
- C) 2.450 J e 245 W.
- D) 24.500 J e 2.450 W.

### QUESTÃO 08

Um corpo de 10 kg parte do repouso sob à ação de uma força constante (paralela à trajetória) e 5 s depois atinge a velocidade de 15 m/s, de acordo com a figura 39 a seguir. Calcule sua energia cinética no instante 5 s e o trabalho da força, suposta única, que atua no corpo no intervalo de 0 a 5 s.

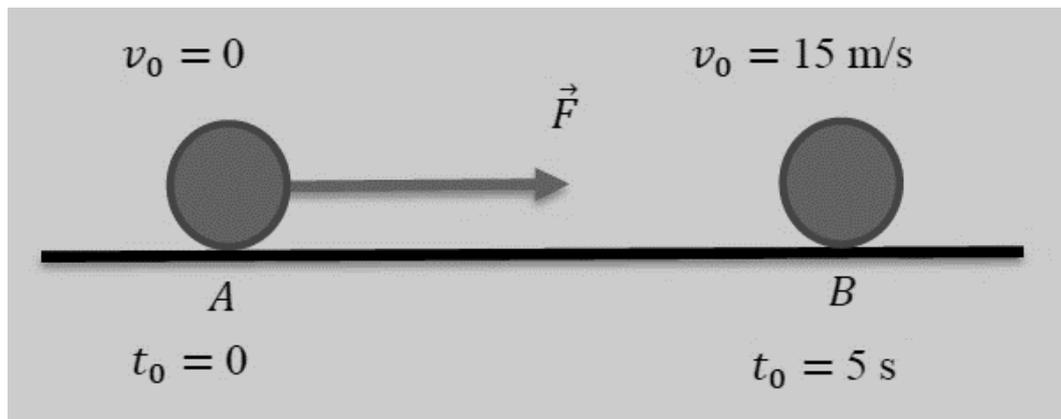


Figura 39 – Corpo sob à ação de uma força constante. Fonte: O autor.

- A) 125 J e 125 J.
- B) 1.125 J e 1.125 J.
- C) 125 J e 1.125 J.
- D) 1.125 J e 125 J.

### QUESTÃO 09

Uma bola de borracha, de massa 2 kg, é abandonada de um ponto **A** situado a uma altura de 5,0 m acima do solo e, depois de se chocar com o solo, elava-se verticalmente até um ponto **B**, situado a uma altura de 3,0 m acima do solo. Considere a aceleração local da gravidade  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Calcule a variação da energia potencial gravitacional da bola da posição **A** para **B**. Adote o solo como nível horizontal de referência para medida da energia potencial gravitacional.

- A) 3,92 J.
- B) 39,2 J.
- C) 392 J.
- D) 3.920 J.

### QUESTÃO 10

No sistema elástico da figura 40 a seguir, o ponto  $O$  representa a posição de equilíbrio (mola não deformada). Ao ser alongada  $x = 2,0$  m, passa para a posição **A**. Calcule a energia potencial elástica armazenada pela mola de massa desprezível e constante elástica  $k = 100$  N/m na posição **A** e a energia cinética do bloco ao passar de volta pelo ponto  $O$ , após ser abandonado em **A**. Suponha o sistema elástico ideal e constituído de forças conservativas.

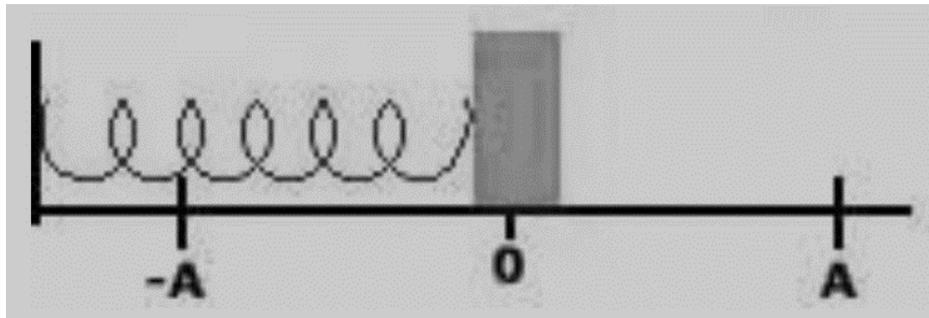


Figura 40 – Sistema elástico na posição de equilíbrio. Fonte: O autor.

- A) 0,2 J e 2,0 J.
- B) 20 J e 20 J.
- C) 20 J e 200 J.
- D) 200 J e 200 J.

### QUESTÃO 11

Um aparelho elétrico alimentado sob ddp de 120 V consome uma potência de 60 W, conforme a figura 41 a seguir. Calcule a intensidade de corrente elétrica que percorre o aparelho e a energia elétrica que ele consome em 8 h, expressa em kWh.

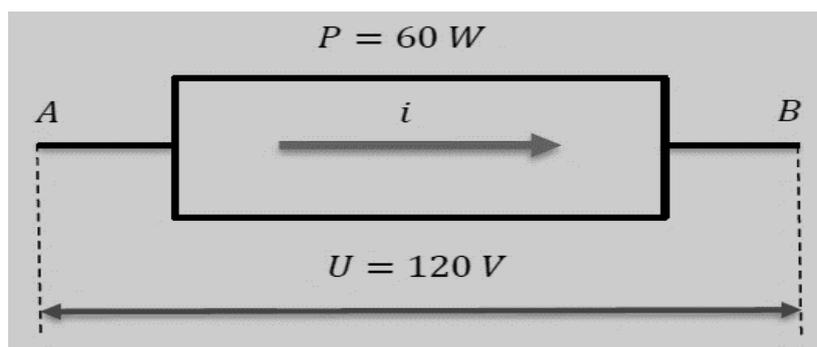


Figura 41 – Aparelho elétrico alimentado sob ddp constante. Fonte: O autor.

- A) 0,5 A e 0,48 kWh.
- B) 0,5 A e 4,8 kWh.
- C) 5,0 A e 4,8 kWh.
- D) 5,0 A e 0,48 kWh.

### QUESTÃO 12

Um resistor ôhmico de resistência elétrica  $R = 20 \text{ ohm}$  é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $10 \text{ A}$ , de acordo com a figura 42 a seguir. Calcule a potência elétrica desse resistor e a energia elétrica consumida por ele num intervalo de tempo de  $6 \text{ h}$ .

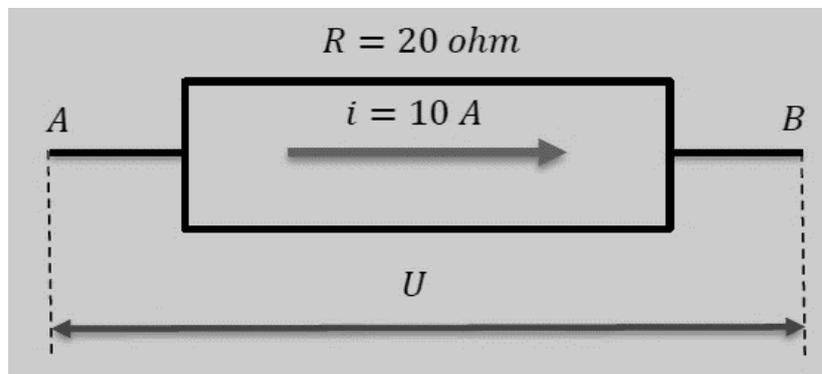


Figura 42 – Resistor elétrico percorrido por uma corrente elétrica. Fonte: O autor.

- A) 2 kW e 1,2 kWh.
- B) 20 kW e 12 kWh.
- C) 2 kW e 12 kWh.
- D) 20 kW e 1,2 kWh.