

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

FRANCIELI FERRARI FERRAZ

AS METÁFORAS CONCEITUAIS E O CONCEITO DE ENERGIA:
UMA ANÁLISE EM TEXTOS DIDÁTICOS

Araranguá

2021

FRANCIELI FERRARI FERRAZ

AS METÁFORAS CONCEITUAIS E O CONCEITO DE ENERGIA:
UMA ANÁLISE EM TEXTOS DIDÁTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Física do câmpus Araranguá do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título em Licenciada em Física.

Orientador: Prof. Me. Cesar Luiz Moreira da Fonseca Marques.

Araranguá

2021

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Santa Catarina, campus Araranguá — lugar onde eu tracei passos importantíssimos para o meu desenvolvimento intelectual e humano — pela estrutura e oferta de um curso maravilhoso.

Ao meu orientador, Prof. Cesar Luiz Moreira da Fonseca Marques, por ter aceito o desafio de me orientar. Agradeço por todo o humanismo, paciência, dedicação e ensinamento. Este trabalho também é reflexo da confiança e competência depositada em mim.

Ao professor Israel dos Santos Müller, pelas colaborações acerca dos conhecimentos de Física.

Aos membros da banca, Prof. Lucas Telichevesky e Profa. Mônica Knöpker, pelo aceite do convite e pelas contribuições enriquecedoras.

À Profa. Ivani Cristina Voos por ter me acolhido de uma forma tão bonita e ter acreditado na minha capacidade.

Ao corpo docente do curso que, de forma direta ou indireta, contribuiu para o sucesso desta pesquisa.

Aos meus amigos e colegas que o curso me presenteou, dos quais pude compartilhar todos os momentos vitoriosos e angustiantes.

Às minhas amigas Thalyta, Bia, Diuly e Manu que foram essenciais no meu desenvolvimento. Obrigada pela confiança, ajuda e encorajamento.

À minha família, por todo o apoio e incentivo recebido.

A todos, o meu muito obrigada! Foi em virtude do que vocês me proporcionaram, que eu consegui chegar até aqui.

A linguagem, sistema simbólico dos grupos humanos, representa um salto qualitativo na evolução da espécie. É ela que fornece os conceitos, as formas de organização do real, a mediação entre o sujeito e o objeto do conhecimento.

Lev Vygotsky

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Distribuição dos domínios.....	14
Quadro 2 - Energia como uma substância que pode ser contabilizada.....	19
Quadro 3 - Energia como uma substância que pode mudar de forma.....	20
Quadro 4 - Energia como uma substância que pode fluir.....	22
Quadro 5 - Energia como uma substância que pode ser transportada.....	23
Quadro 6 - Energia como uma substância que pode ser perdida.....	24
Quadro 7 - Energia como uma substância que pode ser um ingrediente, um produto ou armazenada.....	25
Quadro 8 - Tratamento didático do conceito de energia.....	26

RESUMO

Compreender a forma como pensamos um conceito é elemento fundamental para a elaboração de práticas pedagógicas. Entre as diversas concepções relativas à cognição, o presente trabalho apresenta e descreve as ideias de Lakoff e Johnson sobre a Teoria das Metáforas Conceituais, que descreve as metáforas como pilar dos pensamentos abstratos. Com base nessa teoria, e tendo em vista os livros didáticos como fonte de apresentação de conceitos, buscamos identificar a presença dessas metáforas em textos didáticos da disciplina de Física no que tange ao conceito de energia. Para tanto, realizamos uma análise nesses textos a fim de identificar e mapear as metáforas conceituais em uma coleção de livros de Física para o Ensino Médio. Evidencia-se a necessidade da linguagem metafórica na cognição do conceito de energia em vários contextos, em que nos conduz a ponderar o seu uso como uma ferramenta inevitável dentro do ensino de Física.

Palavras-chave: Metáforas conceituais. Ensino de Física. Energia.

ABSTRACT

Understanding the way we think about a concept is a fundamental element for the elaboration of pedagogical practices. Among the various conceptions related to cognition, the present work presents and describes the ideas of Lakoff and Johnson on the Theory of Conceptual Metaphors, which describes metaphors as a pillar of abstract thoughts. Based on this theory, and considering textbooks as a source of presentation of concepts, we seek to identify the presence of these metaphors in didactic texts of the discipline of Physics regarding the concept of energy. In order to do so, we carried out an analysis of these texts in order to identify and map the conceptual metaphors in a collection of Physics books for High School. The need for metaphorical language in the cognition of the concept of energy in various contexts is evident, in which it leads us to consider its use as an inevitable tool within the teaching of Physics.

Keywords: Conceptual metaphors, Physics teaching, Energy.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	METÁFORAS.....	11
2.1	Metáforas no Contexto Científico.....	11
2.2	Teoria das Metáforas Conceituais.....	12
2.2	Metáforas Conceituais e o Ensino de Energia.....	15
3	METODOLOGIA.....	17
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	18
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
	REFERÊNCIAS.....	28
	APÊNDICE A - Trechos dos livros.....	30
	APÊNDICE B - Tabela dos Termos Metafórico.....	77

1 INTRODUÇÃO

Por muito tempo as metáforas foram consideradas figuras de linguagem, obra das expressões poéticas e persuasivas, devendo ser evitadas na linguagem científica. Isso porque, ao fazer uso de recursos metafóricos, a ciência estaria se afastando de descrever fielmente a realidade (ANDRADE, 2010). Questionando essa visão, Bozelli (2005) afirma que “[...] a origem da linguagem se encontra na metáfora, pois esta é considerada o instrumento primogênito pelo qual o homem assimila a experiência da realidade” (p. 19). Nessa perspectiva, o uso da metáfora seria inevitável, mesmo no âmbito da linguagem científica.

Lakoff e Johnson (1980; 2002) apresentam uma outra perspectiva sobre as metáforas a partir das ciências cognitivas, propondo a *Teoria das Metáforas Conceituais*. Para esses autores, nossos pensamentos partem de experiências corpóreas sendo que formulamos conceitos abstratos por vias metafóricas. Segundo Lancor (2008), essa teoria apresenta potencialidades investigativas à pesquisa em educação científica, pois fornece bases para interpretação da linguagem usada tanto nos conceitos científicos como no seu ensino, sendo, portanto, útil para examinar como os alunos entendem o conteúdo da ciência.

Compreender como ocorre o processo de construção do conhecimento pelos alunos é fator indispensável para o professor. Afinal, será a partir desse entendimento que o docente poderá organizar suas práticas de ensino-aprendizagem, bem como os recursos disponíveis para elaboração e execução da aula, de modo a facilitar a aprendizagem dos alunos (BARROS, 2008).

À frente dessa circunstância, podemos destacar o livro didático como instrumento de apoio, muitas vezes único, tanto para o docente, como também para os alunos, que, constantemente, o utilizam como ferramenta de estudo autônomo (BRANDÃO, 2014). Com isso, inúmeros conteúdos que são ensinados em sala apresentam a abordagem conceitual advinda do livro didático, ou seja, o professor trabalha os conteúdos em sala a partir das definições apresentadas nos livros (DÍAZ, 2011). Em virtude disso, é válido avaliar cuidadosamente o tratamento aplicado na linguagem didática nos livros didáticos para o ensino de Física.

Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo analisar se há a presença de metáforas conceituais sobre o conceito de energia presentes em textos didáticos e, se existem, quais são elas. Na presença de respostas positivas, essas metáforas serão correlacionadas com as

metáforas conceituais discutidas por Lancor (2008; 2014) na língua inglesa, visto que um mesmo conceito pode haver variâncias metáforas a depender da cultura em que será estudado (LAKOFF; JOHNSON, 1980; 2002).

Para tanto, iniciamos com uma revisão bibliográfica sobre a teoria das metáforas conceituais em geral e aquelas referentes ao conceito de energia. Em seguida, realizamos a análise em uma coleção de livros, nomeada Física, aprovada no edital do PNLD¹ de 2018. Por fim, apresentamos os resultados obtidos esperando contribuir para a melhor compreensão dos processos cognitivos acerca desse conceito no contexto educacional.

¹ A sigla refere-se ao Programa Nacional do Livro Didático. Esse programa tem como objetivo avaliar a qualidade dos livros didáticos, entre outros materiais educacionais, fornecidos gratuitamente pelo governo federal para as escolas públicas de educação básica.

2 METÁFORAS

2.1 Metáforas no Contexto Científico

A palavra *metáfora* deriva do grego “transferência, transporte para outro lugar”, sendo denominada como uma figura de linguagem “[...] em que há uma transferência do significado de uma palavra para outra, por meio de uma comparação não explícita [...]” (FERREIRA, 1999). Exemplos desse tipo de transferência, apontado pelo autor, também podem ser encontrados na forma de “a paixão queimou-me; nervos de aço; dar asas à imaginação”.

Por muitos séculos, a metáfora era vista unicamente como uma figura de linguagem atribuída ao embelezamento de textos e expressões. Essa concepção foi defendida inicialmente pelo filósofo grego Aristóteles, segundo o qual a metáfora era compreendida como um recurso linguístico de caráter poético ou retórico com finalidade de “ornamentação” e “manipulação” (OLIVEIRA, 2011). A metáfora, portanto, era retratada como linguagem figurada, relacionada à imaginação e em oposição à linguagem das verdades filosóficas e científicas: a literal (ALMEIDA, 2005). Segundo Barros (2008), essa ideia posteriormente se consolida com aquilo que intitula de “mito do objetivismo”, introduzido no pensamento ocidental pelo racionalismo cartesiano.

A partir dessa perspectiva, Zamponi (2009) salienta que o uso de metáforas dentro da área das ciências era considerado impróprio, uma vez que a linguagem deveria descrever a realidade e somente o dialeto racional e objetivo aproximava-se dessa tentativa. Em razão disso, era desencorajada qualquer forma de linguagem metafórica no discurso científico, pois estaria se afastando e preterindo o conhecimento verdadeiro.

Essa ideia também pode ser vista no contexto do ensino de ciências. De acordo com Aubusson *et al.* (2006), Harrison (2006), Harrison e Treagust (2006) e Raviolo *et al.* (2011), o uso das metáforas no ensino, sem orientação adequada, poderia ocasionar resultados indesejáveis, como, acarretar em concepções alternativas², o que tornaria as metáforas uma grande vilã no ensino. Além de concepções alternativas, segundo Santos *et al.* (2011), o excesso de metáforas, analogias e simplificações de conceitos constituiria um empecilho para a transposição do conhecimento.

² São concepções, de conceitos e teorias, que divergem da aceitação na comunidade científica.

Em contrapartida, Goulart (2008) ressalta que as metáforas estão sempre empregadas dentro do ensino, afirmando que seu uso é benéfico e indispensável para a construção dos conhecimentos científicos. No entanto, o autor aponta que tais estratégias mentais devem ser provisórias, utilizadas apenas como aporte inicial para a construção do conceito e que, ao atingir o que denomina de “produto final”, ou seja, o entendimento pleno do conceito, essas metáforas devem ser abandonadas, a fim do aluno interagir somente com as características e especificações “puras” do objeto estudado.

2.1 Teoria das Metáforas Conceituais

Em 1980, George Lakoff e Mark Johnson lançam o livro *Metaphors we live by*, apresentando uma visão diferente acerca das metáforas, rompendo com a interpretação aristotélica. Para eles, as metáforas seriam uma ferramenta cognitiva e inevitável para o pensamento abstrato. Assim, ao invés de retratarem-na como uma ferramenta ornamental, afirmam que a “metáfora é principalmente um modo de conceber uma coisa em termos de outra e sua função primordial é a compreensão” (LAKOFF; JOHNSON, 1980, p. 36), caracterizando-a, dessa forma, como um mecanismo conceitual e cognitivo. Em outras palavras, as metáforas são inerentes aos nossos pensamentos e estão estritamente vinculadas à linguagem cultural.

A ênfase do referido livro está na proposta de que a base dos nossos pensamentos é metafórica, sendo que seu eixo principal se ancora na premissa de que as experiências corpóreas subjazem os processos de construção da linguagem (LAKOFF; JOHNSON, 1980; 2002). Por conta disso, o pensamento de Lakoff e Johnson se enquadra na linha da ciência cognitiva chamada de *Embodiment* ou *Corpoembasamento* (MARQUES, 2007). Esse ramo teórico, de acordo com Alevar (2015), afirma que a compreensão da realidade provém da natureza de nossos corpos e nossas interações no meio em que estamos inseridos, sendo a cognição dependente dos processos corpóreos. Lakoff (1987) afirma que os processos mentais são fruto da

[...] experiência humana, e esta experiência vem através do corpo. Não há conexão direta entre a linguagem humana e o mundo como se ele existisse fora da experiência humana. A linguagem humana está baseada em conceitos humanos, que são, por seu turno, motivados pela experiência humana (p. 206).

É a partir das experiências corpóreas e via metáforas conceituais, que podemos “[...] categorizar entidades e elementos mais abstratos” (ASSIS, 2011, p. 158). Essas metáforas são um mecanismo cognitivo que nos permite estabelecer um mapeamento entre dois domínios conceituais distintos, um mais concreto (domínio fonte) para outro mais abstrato (domínio alvo). Esse mecanismo refere-se a uma operação cognitiva, em que empregamos um domínio experiencial mais concreto, relacionado à experiência corpórea, para conceitualizar um domínio mais abstrato. Portanto, são “[...] nossas experiências corpóreas, de diferentes dimensões, que, sendo recorrentes e co-ocorrentes, geram metáforas que subjazem à nossa forma de falar” (LIMA, 2001, p. 108). Por exemplo, na expressão *este mês o tempo está passando voando* não existem semelhanças inerentes entre *voar* e o *tempo* que justificariam a metáfora. O verbo *voar* em si é um objeto independente da metáfora, no entanto, relatar e compreender que o *tempo está voando* somente é possível em função da metáfora. Assim, o domínio alvo (*tempo*) é entendido, frequentemente inconscientemente, em termos das relações válidas no domínio fonte (*voar*). Esquemáticamente, o mapeamento desse exemplo pode ser estruturado da forma a seguir. A seta presente entre os dois domínios indica a direção que um elemento se conecta com o outro. Observe:

Quadro 1. Distribuição dos domínios

DOMÍNIO FONTE	DOMÍNIO ALVO
Voar	→ Tempo

Fonte: Autoria própria, 2021.

Essa ferramenta cognitiva, embora usada comumente de maneira inconsciente, é o que nos possibilita falar sobre o tempo e torná-lo compreensível em inúmeros contextos. É possível destacar outras situações em que isso ocorre: *estou perdendo o meu tempo nessa discussão; está terminando o tempo do jogo; este trabalho me cobrará tempo; seu tempo na corrida foi menor que o meu*, etc. Se analisarmos cuidadosamente, identificamos que os exemplos esboçam um fato em comum: o tempo é uma “coisa” física/material. Essa “coisa”, então, parece poder ser mensurada, orientada, calculada, perdida e entre as demais possibilidades. Por conta disso, Lakoff e Johnson discutem essas características e apresentam

três categorias em que as metáforas podem ser organizadas: (i) estruturais, (ii) ontológicas e (iii) orientacionais.

As metáforas estruturais se enquadram na concepção mais básica da formação da linguagem advinda dos recursos metafóricos. Essa classificação é, como já vimos anteriormente, a ferramenta cognitiva para estruturar um conceito em termos de outro, ou melhor, conceber um termo a partir de uma experiência ou atividade. Para exemplificar, podemos mencionar a expressão metafórica **compreender é ver**: *acredito que estamos vendo esse fato por ângulos diferentes; no meu ponto de vista, essa afirmação pode gerar problemas* (PELOSI; FELTES; FARIAS, 2014, [grifo nosso]). Essa metáfora básica oferece subsídios para desenvolvermos entendimentos secundários sobre o termo, de forma que usaremos as infinitas possíveis dentro da manipulação do sensor da visão.

Já as metáforas ontológicas derivam da maneira como interagimos com as ideias abstratas a partir de nossas experiências humanas, elas emergem da necessidade do homem em manipular o mundo à procura de novas descobertas e compreensões. Para atingir seus objetivos, o homem impõe limites artificiais aos fenômenos físicos discretos, transformando-os em um cenário de entidades limitadas por uma superfície (LAKOFF; JOHNSON, 1980; 2002, p. 64). Nesse sentido, por meio das nossas experiências com objetos físicos, essas metáforas oferecem vastas formas de conceber emoções, sentimentos, ideias, etc., tratando-os como entidades ou substâncias (ou recipientes). Por exemplo, no primeiro caso, visualizamos as subidas dos preços de mercado expostas metaforicamente com a palavra **inflação** como uma **entidade**: *o governo precisa combater a inflação; a inflação está baixando o nosso nível de vida; a inflação está me colocando entre a espada e a parede*. Submeter a inflação a essa condição nos possibilita referir a ela, quantificá-la, identificar aspectos e causas, estabelecer metas e motivações. O segundo tratamento, metáforas de substâncias, concebe metaforicamente os objetos que podem ser acoplados em recipientes, como: *estou colocando muita energia nessa limpeza; esse barulho está tirando minha paciência*.

No que tange às metáforas orientacionais, essas estão relacionadas com a orientação espacial: em cima/embaixo, na frente/atrás, dentro/fora, superficial/profundo, etc. Assim como as outras metáforas, elas também são construídas a partir de nossas experiências físicas e culturais, embora as orientações citadas sejam de caráter universal, elas podem carregar sentimentos distintos no interior de uma ou mais culturas. Algumas metáforas podem

conceitualizar emoções, por exemplo, **feliz é para cima**: *isso me levantou o ânimo; estou saltitando de alegria*; ou, **triste é para baixo**: *estou me sentindo para baixo; caí em uma depressão*. Segundo Lakoff e Johnson (1980; 2002), sua base física está vinculada ao fato de que “[...] uma postura inclinada acompanha caracteristicamente a tristeza e a depressão, uma postura erguida acompanha um estado emocional positivo” (p. 51).

Frente a essas ideias contidas no cenário científico, Pascolini (2004) ressalta que, por muitas vezes, as metáforas operam de modo tão efetivo dentro da ciência que se consolidam de maneira insubstituível em certas teorias. Segundo ele, ao partirem desse pressuposto, os cientistas necessitam recorrer a esses recursos a fim de conseguir dar conta das reflexões e da escrita científica, posto que não há palavras “literais” que as substituam. Diante disso, conclui-se que as metáforas passam a ser constitutivas no discurso científico. Nesse mesmo sentido, Barros (2008) afirma que a

[...] metáfora está na linguagem cotidiana, na literária e até mesmo na científica. A dicotomia entre razão (objetivismo) e imaginação (subjetivismo) dá lugar a uma racionalidade imaginativa. A metáfora, nessa concepção, concilia razão e imaginação. Esta visão também unifica o corpo e a mente, pois [...] compreendemos o mundo por meio de metáforas construídas com base em nossa experiência corporal. Trata-se de uma perspectiva que concebe uma mente corporificada (p. 28).

À vista disso e sendo a abstração eminentemente metafórica, podemos esperar que as ideias científicas pertencentes a Física apresentam o uso dessa ferramenta cognitiva. Assim, nos parece razoável supor que pode haver uma probabilidade desse instrumento revelar-se em um dos conceitos mais abstratos da área: a energia.

2.2 Metáforas Conceituais e o Ensino de Energia

O conceito de energia possui um alto teor de abstração, isso porque a energia não pode ser medida diretamente e não é observável. Apesar disso, há um grande número de eventos que conseguimos explicar à luz desse conceito, embora não exista uma definição exata sobre ele, sendo seu entendimento estabelecido no contexto em que está inserido.

Levando em conta esses aspectos, acreditamos que uma maneira de compreender as muitas interpretações de energia é por meio da Teoria da Metáforas Conceituais. Como

discutido anteriormente, a teoria afirma que nossas estruturas conceituais são construídas sobre metáforas que nos ajudam a entender o mundo em termos do que é familiar (LAKOFF; JOHNSON, 1980; 2002). Essa ideia também aparenta estar contida quando tentamos modelar um fenômeno físico, como a energia e sua ação nos sistemas físicos. “O modo como os alunos entendem como esse modelo se aplica a diferentes sistemas é expresso por meio de analogias e linguagem metafórica que refletem uma metáfora conceitual subjacente” (LANCOR, 2014, p. 5, [tradução nossa]).

Embora não seja possível apresentar uma definição de energia, podemos categorizar algumas características presentes nos contextos em que ela está inserida. Lancor (2014) apresenta cinco delas, encontradas no contexto da língua inglesa, em livros didáticos e no discurso pedagógico, quais sejam: transformação, degradação, transferência, conservação e fonte de energia. Elas operam associadas para a construção da imagem do papel da energia nos sistemas de diversos contextos. Além disso, Lancor (2014) também destaca seis metáforas conceituais inseridas nessas características: (1) energia como uma substância que pode ser contabilizada; (2) energia como uma substância que pode mudar de forma; (3) energia como uma substância que pode fluir; (4) energia como uma substância que pode ser transportada; (5) energia como uma substância que pode ser perdida e (6) energia como uma substância que pode ser um ingrediente ou um produto.

Lancor (2014) enfatiza ainda que, quando

[...] a energia é definida nos livros didáticos ou pelos professores, a definição tipicamente se enquadra em uma das três categorias: (1) energia definida através do conceito de trabalho; (2) energia como algo que "faz as coisas irem"; ou (3) energia como medida de mudança em um sistema (p. 13, [tradução nossa]).

Observamos então, a construção do conceito de energia trabalhado a partir de sistemas conceituais caracterizados pela forte presença de metáforas em sua linguagem. No entanto, esses discursos investigados são encontrados na língua inglesa e, como já discutimos nas seções anteriores, as expressões metafóricas estão interligadas com a cultura local, mesmo tratando de um mesmo objeto de estudo, podem apresentar variações de uma língua para outra. Portanto, nos dedicamos a examinar se também há a presença dessas metáforas nos livros didáticos na língua portuguesa.

3 METODOLOGIA

Se Lakoff e Johnson (1980; 2002) estão corretos, o uso de metáforas é essencial para a compreensão dos conceitos abstratos, incluindo-se aqui as ideias sobre energia. Dessa forma, seria esperado encontrar metáforas conceituais nos materiais didáticos que tratam desse conceito. A partir desse entendimento, realizamos uma revisão bibliográfica no intuito de apresentar o tratamento das metáforas, em suas primeiras interpretações dentro da área da ciência e no ensino de Física até o período atual, contemplando uma sessão exclusiva para o conceito de energia.

A pesquisa obedeceu a cinco etapas, concebidas e desenvolvidas pela própria pesquisadora, que envolveram desde o levantamento de informações até a análise dos dados.

O segmento do estudo caracterizou-se pela seleção dos livros didáticos. Inicialmente, ela estava direcionada às seis coleções aprovadas no edital do PNLD de 2018, porém, em decorrência do volume de dados e do tempo hábil para execução da análise, foi selecionada, de forma aleatória, apenas uma coleção desse edital. Desta feita, cabe frisar o caráter incipiente dessa análise diante do universo de pesquisa proposto, bem como a necessidade de ampliação dos estudos no contexto da língua portuguesa.

Em seguida, mapeamos os trechos que continham explicações acerca do conceito de energia e até mesmo os que apenas a mencionaram atrelado a outras situações. Posteriormente, essas informações foram compiladas e digitalizadas em uma tabela online (APÊNDICE A), exibidas em três segmentos abrangendo os três volumes da coleção do primeiro ano ao terceiro, classificados em V1 (volume 1), V2 (volume 2) e V3 (volume 3), seguidos da numeração da página. Já a etapa de análise se consolidou por avaliar e extrair, cuidadosamente, as características e as metáforas trabalhadas nesses trechos (APÊNDICE B). Adiante, foi realizada uma inspeção com o propósito de estabelecer vínculos com as características e metáforas apresentadas no trabalho de Lancor (2008). Para a conclusão do estudo, realizamos um mapeamento dos domínios conceituais, apontando o domínio alvo e o domínio fonte, nos conceitos de energia encontrados em toda a extensão da coleção.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A exibição da análise partirá de alguns recortes coletados dos três volumes da coleção estudada, em que identificamos alguns exemplos que contemplam metáforas conceituais. Em seguida, apresentamos paralelos entre as metáforas encontradas no contexto da língua portuguesa com aquelas que Lancor (2008) apresenta em língua inglesa. Ao longo do texto, expusemos também um possível mapeamento para as metáforas cognitivas relacionadas ao conceito de energia.

Vale frisar que, em todos os casos, a energia está sendo representada como uma substância. Esse fato pode evidenciar que a metáfora **energia é substância** seja uma metáfora básica para esse conceito. Embora a distinção dessa categorização não seja o foco da nossa discussão, essa metáfora base será aporte para a interpretação das demais metáforas encontradas.

A primeira metáfora que comentaremos é referente à energia como uma substância mensurável. Abaixo segue quatro fragmentos que exemplificam isso:

Quadro 2. Energia como uma substância que pode ser contabilizada.

<p>V1 (p. 210): Em um sistema mecânico conservativo, a energia mecânica total é sempre constante [...]. Concluimos, então, que qualquer aumento da energia cinética observado nesse sistema ocorre a partir de uma redução igual de energia potencial (de gravidade ou elástica) e vice-versa.</p>
<p>V1 (p. 234): A energia mecânica (cinética) total imediatamente após a interação é menor que a energia mecânica (cinética) total imediatamente antes da interação.</p>
<p>V2 (p. 81): A energia interna de um sistema é o somatório de vários tipos de energia existentes em suas partículas. Nesse cálculo, consideramos as energias cinética de agitação (ou translação), potencial de agregação, de ligação, nuclear, enfim todas as energias existentes em suas moléculas.</p>
<p>V3 (p. 31): Numa expressão clara da famosa equação de Einstein, $E = mc^2$, quanto maior a energia das partículas nos experimentos de colisão entre elas, mais tipos de partículas criadas, com massas maiores.</p>

Fonte: Trechos recortados da coleção do livro Física 2017.

Tomemos o V1 (p. 210) como exemplo e, em analogia, iremos igualar a energia a bolinhas (nas cores azuis e vermelhas). Para que possamos comparar a quantidade das distintas bolinhas, iremos colocar as azuis no recipiente A e as vermelhas em recipiente B. Em seguida, podemos contar e constatar o número de bolinhas presentes em cada recipiente. Agora vamos aplicar essa situação com a energia do sistema demonstrado. Colocaremos os

tipos de energia encontrados, potencial e cinética, dentro dos recipientes A e B sucessivamente. Ao longo da execução do sistema, os valores de energia serão variados. Posteriormente, em uma determinada fração de tempo, será possível calcularmos a quantidade de energia que está contida em cada recipiente.

O ato de nós, humanos, conseguirmos contar objetos físicos, como bolinhas, nos proporciona criar instrumentos conceituais para manipular e compreender termos abstratos. Uma vez que projetamos nossas experiências sob eles como objetos ou substâncias, podemos nos referirmos a ela, categorizá-las, agrupá-las e quantificá-las — e, dessa maneira, raciocinar acerca delas (LAKOFF; JOHNSON, 1980; 2002). Assim, isso nos permite tratar a energia como um elemento material e determinarmos o percentual de valores em um sistema físico mecânico.

Dentre as metáforas encontradas no livro didático que relacionam a energia como uma substância que pode ser contabilizada, apresentamos nosso primeiro mapeamento.

ENERGIA COMO UMA SUBSTÂNCIA QUE PODE SER CONTABILIZADA

<i>Domínio Fonte</i> CONTABILIZAR		<i>Domínio Alvo</i> ENERGIA
A Substância pode ser medida	⇒	A Energia pode ser medida
A Substância pode variar de valor	⇒	A Energia pode variar de valor
A Substância pode ser somada	⇒	A Energia pode ser somada
A Substância pode ser parcelada	⇒	A Energia pode ser parcelada

Podemos notar que todas as expressões citadas estão em consonância com a possibilidade de medir a energia. Logo, contabilizar se torna nosso domínio fonte para atender as necessidades de mensurar a energia, disposta como nosso domínio alvo a ser materializado.

A segunda metáfora trazida por Lancor (2008) trata-se da energia como substância que pode mudar de forma. Alguns trechos retirados dos livros ilustram essas situações:

Quadro 3. Energia como uma substância que pode mudar de forma.

V1 (p. 180): A energia térmica obtida na combustão da gasolina no motor de um carro, por exemplo, transforma-se parcialmente em energia de movimento de veículo, mais energia térmica e acústica, geradas de várias formas, inclusive pelo atrito entre as peças.

V1 (p. 201): Uma lâmpada incandescente, por exemplo, transforma energia elétrica em energia térmica. Seu filamento se aquece a tal ponto que se torna luminoso, transformando parte da energia térmica proveniente da corrente elétrica (efeito Joule) em energia luminosa.

V3 (p. 54): Por adquirir energia cinética, podemos concluir que, no ponto P, a carga de prova q armazena uma energia potencial denominada energia potencial eletrostática ou elétrica, que vamos simbolizar por E_p . Essa energia potencial se transforma, na sequência, em energia cinética.

Fonte: Trechos recortados da coleção do livro Física 2017.

Na Física existem vários tipos de energia — cinética, potencial, térmica, luminosa, elétrica, etc. — e facilmente conseguimos encontrar dois, ou mais tipos, descritos em um mesmo contexto. Em grande parte desses casos, a energia é apresentada como um elemento que pode ser transformado de um tipo X para um tipo Y. Entretanto, sabemos que a energia não possui definições físicas para mudar sua configuração, por exemplo, uma folha de papel que pode mudar de forma quando é amassada ou o arredondamento do pico pontiagudo de uma montanha alterado pela erosão natural.

Nesse sentido, Lakoff e Johnson (1980; 2002) argumentam que para sermos capazes de contemplar esses fenômenos, é necessário colocarmos limites artificiais conhecidos para atingirmos a compreensão e podermos modelar um conceito abstrato. Para então conseguirmos mentalizar essas transformações de energia, apelamos para nossas experiências que ilustram mudanças físicas da configuração dos objetos.

Assim, apresentamos nosso segundo mapeamento:

ENERGIA COMO UMA SUBSTÂNCIA QUE PODE MUDAR DE FORMA

<i>Domínio Fonte</i> MUDAR DE FORMA	<i>Domínio Alvo</i> ENERGIA
A Substância que pode ser sintetizada	⇒ A Energia pode ser sintetizada
A Substância que pode ser convertida	⇒ A Energia pode ser convertida
A Substância que pode ser aumentada/diminuída	⇒ A Energia pode ser aumentada/diminuída

Aqui inclui-se o compilado de metáforas dispostas no contexto em que a energia pode

assumir formas diferentes em virtude do contexto em que está inserida. Logo, nosso domínio alvo se enquadra em mudar de forma.

Neste próximo caso, falaremos sobre a energia como uma substância que pode fluir. De acordo com as ideias de Lakoff e Johnson (1980; 2002), os humanos conseguem experimentar o mundo através dos seus sentidos e nossa experiência visual se faz presente nessa situação. Observe os trechos abaixo.

Quadro 4. Energia como uma substância que pode fluir.

V2 (p. 22): Assim, de partícula para partícula, a energia flui ao longo da barra.
V2 (p. 27): Convecção é o processo de propagação de calor no qual a energia térmica muda de local, acompanhando o deslocamento do próprio material aquecido.
V2 (p. 93): O fato de a energia térmica fluir da fonte quente para a fonte fria levou Rudolf Emmanuel Clausius, físico alemão que viveu de 1822 a 1888, a enunciar essa 2ª Lei da Termodinâmica da seguinte forma: <i>É impossível que uma máquina, sem ajuda de um agente externo, conduza calor de um sistema para outro que esteja a uma temperatura maior.</i>

Fonte: Trechos recortados da coleção do livro Física 2017.

Imaginemos uma mangueira de água, de silicone incolor, que se encontra completamente seca em seu interior. Então, a conectamos à torneira e lentamente iremos ligá-la. A água que sai da torneira irá se espalhar gradualmente ao longo da mangueira. Observar esse processo com elementos físicos é uma ação que conseguimos visualizar a partir do nosso sistema visual. Essa memória, como também de outras situações semelhantes, será projetada para conseguimos idealizar, por exemplo, a energia fluindo em uma barra metálica quando aquecida.

O mapeamento dessa metáfora elucidada outras formas que, ao aplicarmos a ideia de que a energia flui, resgata nossas percepções de um líquido sendo distribuído em uma superfície artificial.

ENERGIA COMO UMA SUBSTÂNCIA QUE PODE FLUIR

<i>Domínio Fonte</i> FLUIR		<i>Domínio Alvo</i> ENERGIA
A Substância pode ser absorvida	⇒	A Energia pode ser absorvida
A Substância pode ser liberada	⇒	A Energia pode ser liberada

A seguinte metáfora nos retrata a energia como uma substância que pode ser transportada. Primeiramente, a ideia de transporte advém de uma das nossas experiências corpóreas mais básicas com o mundo físico, a qual temos como exemplo o deslocamento do nosso corpo humano em um plano material — a ação de conseguirmos sair de um ponto A e chegar em um ponto B. A partir desse pensamento, podemos imaginar que vamos nos deslocar com, por exemplo, uma cesta de frutas. Nosso corpo torna-se um meio de transporte para que um elemento físico, nesse caso a cesta de frutas, seja transportada para seu lugar de destino. Notamos agora os exemplos a seguir.

Quadro 5. Energia como uma substância que pode ser transportada.

V2 (p. 29): Apesar de todas as ondas eletromagnéticas transportarem energia, apenas as correspondentes à faixa do infravermelho são chamadas de ondas de calor. Isso porque o infravermelho transforma-se mais facilmente em energia térmica ao ser absorvido.
V2 (p. 158): Por ser uma propagação ondulatória, o som é um processo de transporte de energia.
V2 (p. 180): A propagação de uma onda mecânica através de um meio material envolve o transporte de energia potencial mecânica e depende de dois fatores fundamentais: a inércia e a elasticidade do meio.

Fonte: Trechos recortados da coleção do livro Física 2017.

No exemplo V2 (p. 158), podemos perceber o reflexo do cenário esboçado acima. O som age como um recipiente que se desloca de um ponto inicial a um ponto final carregando consigo a energia, definida como uma substância.

O mapeamento dessa metáfora é bem interessante, pois apresenta várias possibilidades de como a energia pode ser deslocada dentro de um meio.

ENERGIA COMO UMA SUBSTÂNCIA QUE PODE SER TRANSPORTADA

<i>Domínio Fonte</i> TRANSPORTAR		<i>Domínio Alvo</i> ENERGIA
A Substância pode ser transferida	⇒	A Energia pode ser transferida
A Substância pode ser lançada	⇒	A Energia pode ser lançada
A Substância pode subir/descer	⇒	A Energia pode subir/descer
A Substância pode ser distribuída	⇒	A Energia pode ser distribuída
A Substância pode ser carregada	⇒	A Energia pode ser carregada
A Substância pode ser mover	⇒	A Energia pode se mover
A Substância pode ser recebida/cedida	⇒	A Energia pode ser recebida/cedida

A Substância pode estar em trânsito	⇒	A Energia pode estar em trânsito
A Substância pode ser emitida	⇒	A Energia pode ser emitida

Repare nas expressões “lançada” e “trânsito”. A primeira nos sugere o lançamento de um objeto por uma flecha, ou um humano, e a segunda nos remete a carros percorrendo uma rodovia. Essas ações materiais irão criar subsídios para entendermos a representação da energia dentro de um sistema do qual ela se propaga de um ponto ao outro, por exemplo, a energia luminosa que sai do Sol e percorre até a Terra.

Outra metáfora encontrada por Lancor (2008) refere-se à energia como uma substância que pode ser perdida. Para entendermos essa metáfora, é preciso olharmos para o mundo físico. Por exemplo, uma criança vai à praça para jogar bolinha de gude com seus amigos. Essa criança sai de casa com uma quantidade relativa de 10 bolinhas em seu bolso e se desloca até a praça. Ao chegar lá, percebe que seu bolso estava furado e que caíram 2 bolinhas durante o seu trajeto. Logo, esse menino perdeu duas bolinhas de gude.

Notamos que, para que possamos perder algo, é necessário que um objeto esteja sob a nossa posse. Mas, quando olhamos para a energia, observamos que ela não é um elemento físico, entretanto, é somente à luz dessa visualização que podemos entender quando, por exemplo, a energia mecânica é dissipada em um sistema físico.

Quadro 6. Energia como uma substância que pode ser perdida.

<p>V1 (p. 206): Nas descidas, o esqueitista acelera, havendo conversão de energia potencial em energia cinética. Nas subidas, ocorre o inverso, ou seja, a energia cinética transforma-se em energia potencial. Há, porém, durante todo o percurso, a dissipação de parte da energia mecânica, que se degrada principalmente em forma de energia térmica e acústica</p>
<p>V3 (p. 94): Então, quando os elétrons vão da placa B para a placa A ($V_a < V_b$), eles perdem energia potencial elétrica; e, quando o agente transportador os leva de volta para a placa B, eles ganham energia potencial elétrica: o agente citado repõe nos elétrons a energia potencial elétrica que os elétrons perdem quando se deslocam de uma extremidade do fio até a outra é fornecida ao fio de forma de energia térmica.</p>
<p>V3 (p. 135): Quando determinada quantidade de energia é dissipada num resistor, sabe-se que ela foi transformada em energia térmica.</p>
<p>V3 (p. 204): [...] as múltiplas reflexões impõem uma sucessiva dissipação da energia luminosa, que vai sendo absorvida pelos espelhos e pelo meio existente sobre eles.</p>

Fonte: Trechos recortados da coleção do livro Física 2017.

O mapeamento a seguir compila as expressões que indicam a perda de uma substância. O ato de perder um elemento físico também está associado à forma que utilizamos ele, como é o caso da expressão metafórica “desperdiçada”.

ENERGIA COMO UMA SUBSTÂNCIA QUE PODE SER PERDIDA

<i>Domínio Fonte</i> PERDER		<i>Domínio Alvo</i> ENERGIA
A Substância pode ser gasta	⇒	A Energia pode ser gasta
A Substância pode ser desperdiçada	⇒	A Energia pode ser desperdiçada
A Substância pode ser abandonada	⇒	A Energia pode ser abandonada

Para finalizar, a última metáfora refere-se à energia como uma substância que pode ser um produto, ou ingrediente, que também pode ser armazenada.

Quadro 7. Energia como uma substância que pode ser um ingrediente, ou um produto, ou armazenada.

V1 (p. 206): É a forma de energia que encontramos armazenada em sistemas elásticos deformados.
V2 (p. 44): Ao se atingir tal temperatura, a energia recebida deixa de provocar aumento na agitação das partículas e passa a mudar a estrutura física da substância, tornando-a líquida. Esse processo é denominado fusão, e a energia recebida passa a ser armazenada como energia potencial.
V3 (p. 151): Capacitor é um componente eletrônico, constituído de duas peças condutoras denominadas armaduras. [...] sua básica é armazenar cargas elétricas e, conseqüentemente, energia potencial eletrostática (ou elétrica).

Fonte: Trechos recortados da coleção do livro Física 2017.

Nos exemplos acima a energia aparece condicionada a uma “coisa” que pode ser colocada dentro de um espaço. No que se refere ao exemplo V3 (p. 151), a definição apresentada fala a respeito de que a energia pode ser armazenada dentro de um capacitor. Se olharmos para o nosso cotidiano, o ato de armazenar um objeto é bastante familiar, como guardar um alimento perecível na geladeira para que prolongue sua durabilidade, ou guardar os fardos de produtos de limpeza em em um depósito de um supermercado. Essas, entre outras ações, nos permitem compreender a energia como um produto, ou ingrediente, que está à mercê dos nossos tratamentos, a qual podemos juntar, manipular, ter em mãos, limitá-la dentro de um espaço, etc.

ENERGIA COMO UMA SUBSTÂNCIA QUE PODE SER UM INGREDIENTE OU UM PRODUTO OU ARMAZENADA

<i>Domínio Fonte</i> PRODUTO/INGREDIENTE OU ARMAZENADA	<i>Domínio Alvo</i> ENERGIA
A Substância pode ser obtida	⇒ A Energia pode ser obtida
A Substância pode ser gerada	⇒ A Energia pode ser gerada
A Substância pode fazer trabalho	⇒ A Energia pode fazer trabalho
A Substância pode ser usada	⇒ A Energia pode ser usada
A Substância pode ser aproveitada	⇒ A Energia pode ser aproveitada
A Substância pode ser ofertada	⇒ A Energia pode ser ofertada
A Substância pode ser consumida	⇒ A Energia pode ser consumida
A Substância pode alimentar	⇒ A Energia pode alimentar
A Substância pode ser acessada	⇒ A Energia pode ser acessada
A Substância pode ser conservada	⇒ A Energia pode ser conservada

Nos quadros acima, podemos notar que muitas metáforas se encontram vinculadas imersas em um único contexto. Diante disso, ratificamos a conclusão de Lancor (2008), nenhuma metáfora é de uso exclusivo para a compreender os conceitos abstratos e isso é bastante evidente no entendimento sobre esse tema. Isso porque, muitas vezes a energia apresenta significados diferentes dentro de cada contexto a qual está aplicada. Logo, se faz necessário a existência de um conjunto de metáforas para contemplar sua explicação.

Por fim, o último ponto pertinente em se comentar, está no fato de que em algumas partes que antecedem a explicação sobre o(s) conceito(s) de energia(s), os autores da coleção evidenciam a alta complexidade de trabalhar conceitualmente esse tema. Assim, argumentam seu tratamento didático a partir das seguintes considerações:

Quadro 8. Tratamento didático do conceito de energia.

V1 (p. 180): Definir amplamente energia de modo axiomático ou verbal é tarefa muito difícil. Por isso pretendemos introduzir essa noção de forma gradual, contando com o bom senso, a intuição e a vivência do leitor em cada contexto.

A palavra energia tem origem grega — *ergos* — e significa trabalho. O conceito de trabalho que desenvolveremos neste capítulo difere da noção de ocupação, ofício ou profissão. Realizar trabalho em Física implica a transferência de energia de um sistema para o outro e, para que isso ocorra, são necessários uma força e um deslocamento adequados.

Fonte: Trechos recortados da coleção do livro Física 2017.

Esse trecho encontra-se escrito no volume 1 da coleção. Apesar da energia já ser citada em contextos anteriores, é a partir desse ponto que ela começa a ser conceituada. Essa declaração inicial acerca da alta complexidade de explicar o tema demonstra que a preocupação do escritor em apresentar a energia e todas as suas complexidades de maneira que isso não gere, futuramente, concepções alternativas acerca do conhecimento adquirido. Essa fala se torna de suma importância ao ponto que o aluno, de forma autônoma, possa ter a mínima reflexão a respeito da linguagem que irá adentrar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Es como si la capacidad de comprender la experiencia por medio de metáforas fuera uno más de los sentidos, como ver, tocar u oír, como si las metáforas proporcionan la única manera de percibir y experimentar muchas cosas en el mundo (LAKOFF; JOHNSON, 1998, p. 283).

A metáfora, portanto, não é somente uma questão de linguagem, mas sim uma forma de experimentar o mundo. Ao passo que novas metáforas podem criar novas compreensões, elas podem construir novas realidades daquilo que os nossos cinco sentidos humanos não são capazes de manipular.

Como conseguimos falar de energia? Como idealizamos energia se não a vemos? Como trabalhamos e calculamos a energia se não tocamos nela com as mãos? Parece-nos que a metáfora deve fazer parte da resposta a essas questões. Quando olhamos a representação dos conceitos de energia nos livros didáticos, encontramos inúmeras metáforas que subjazem sua conceitualização e compreensão. O seu entendimento parte daquilo que sabemos e vivenciamos no mundo físico, daquilo que o homem consegue limitar a uma superfície.

Os pontos discutidos neste presente estudo indicam que não há como pensar e falar em energia sem o uso das metáforas. Elas estão presentes nos textos didáticos na língua portuguesa analisados nesse trabalho, assim como naqueles em língua inglesa analisados por Lancor (2008, 2014). Todos os termos metafóricos encontrados (degradação, transformação, transferência, conversação e fonte de energia) conseguiram ser correlacionados com as metáforas discutidas pela autora, sendo que nenhum deles sofreu alterações metafóricas em circunstâncias da cultura distinta.

Com tudo, é válido salientar que possa haver novas metáforas contidas na linguagem empregada pelos livros didáticos analisados. Entretanto, apenas com o conhecimento adquirido no tempo atual, não foi factível admitir tais possíveis descobertas. Também é relevante destacar a forte presença do conceito de energia ao longo de toda a extensão dos três volumes, somando na ordem de centenas menções.

Por fim, diante de tudo o que foi exposto, parece-nos seguro afirmar que, pelo menos no que se refere ao conceito de energia, o uso dessas metáforas no ensino de Física, é inevitável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. L. T. A educação formal e as metáforas do conhecimento: a busca de transformações nas concepções e práticas pedagógicas. **Ciências & Cognição**, v. 6, 2005.

ASSIS, A. W. A. Metáforas do pensamento e da comunicação. In: IV Congresso Internacional sobre metáfora na linguagem e no pensamento. Porto Alegre, **Anais**. 2011. p. 155 - 167.

AUBUSSON, P.J.; HARRISON, A.G.; RITCHIE, M. Metaphor and analogy: serious thought in science education. In: **Metaphor and Analogy in Science Education**. Science & Technology Education Library: Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2006.

AVELAR, M. Mente corporificada: mapeamento do conceito, interfaces e possibilidades de aplicação. **Pontos de Interrogação: Revista de Crítica Cultural**, v. 5, n. 1, p. 29-54, 2015.

BARROS, R. M. **Um estudo sobre o poder das metáforas e dos recursos multimídia no processo de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral**. Campinas: UEC, 2008. 150 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação: Engenharia Elétrica, Campinas, 2008.

BRANDÃO, J. D. P. O papel e a importância do livro didático no processo de ensino aprendizagem. In: **I Congresso Nacional de Educação. Anais... Campina Grande**. 2014.

BOZELLI, F. C. **Analogias e Metáforas no Ensino de Física: O Discurso do Professor e o Discurso do Aluno**. 2005. 234f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

DÍAZ, Omar Rolando Turra. A atualidade do livro didático como recurso curricular. **Linhas Críticas**, v. 17, n. 34, p. 609-624, 2011.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Eletrônico Aurélio Século XXI**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira e Lexikon Informática, 1999.

GOULART, J. A. B. **Analogias e metáforas no ensino de Física: um exemplo em torno da temática de campos**. 2008. 211 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

HARRISON, A. **The affective dimension of analogy**. In: **Metaphor and analogy in science education**. Science & Technology Education Library: Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2006.

HARRISON, A.; TREAGUST, D. **Teaching and learning with analogies: Friend or Foe?** In: **Metaphor and Analogy in Science Education**. Science & Technology Education Library: Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2006.

LAKOFF, G. **Women, fire and dangerous things**: what categories reveal about the mind. Chicago: University of Chicago Press, 1987.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. **Metaphors we live by**. Chicago: The University of Chicago Press, 1980.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. **Metáforas da vida cotidiana**. São Paulo: Mercado das Letras, 2002.

LANCOR, R. Using Metaphor Theory to Examine Conceptions of Energy in Biology, Chemistry, and Physics. **Science & Education**, v. 23, n. 6, p. 1245-1267, 2008.

LANCOR, R. Using Student-Generated Analogies to Investigate Conceptions of Energy: A multidisciplinary study. **International Journal of Science Education**. p. 876-902. 2014.

LIMA, Paula Lenz Costa. **Metáfora e Linguagem**. São Paulo: Annablume. Porto Alegre: Nova Prova; Caxias do Sul: Educs, 2001.

MARQUES, C. L. M. F. **Esboço de transcrição para a metáfora básica do infinito**. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, 2007.

PASCOLINI, A. **Metafore e comunicazione scientifica**. JCOM, 2004.

PELOSI, A.C.; FELTES, H. P. M.; FARIAS, E. M. P. **Cognição e linguística**: explorando territórios, mapeamentos e percursos. Caxias do Sul, RS: Educs, 2014.

RAVIOLO, A., *et al.* Dos analogías en la enseñanza del concepto de modelo científico: Análisis de las observaciones de clase. **REIEC**, v. 6 n. 1, 2011.

SANTOS, S. C. S.; TÉRAN, A. F.; SILVA-FORSBERG, M. C. Analogias em livros didáticos de biologia no ensino de zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 15, n. 3, 2011.

ZAMPONI, Graciela. De códigos e livros: a metáfora como estratégia no gênero de popularização da ciência. **Estudos Linguísticos**, v. 3, n. 38, p. 321-333, 2009.

APÊNDICE A - Trechos dos livros

COLEÇÃO: FÍSICA

ANO: 2017

VOLUME 1	
Página	24 / 5p ³
Contexto	“Quando núcleos estáveis de átomos presentes na atmosfera são atingidos pela radiação cósmica, entre outras ocorrências, há uma liberação de nêutrons de alta energia .”
Página	56 / 1p
Contexto	“Num lugar onde não se dispõe de energia elétrica, é usado um sarilho para tirar água de um poço.”
Página	59 / 3p
Contexto	“Em um gesto decidido, você deixa a cama, dirige-se para o banheiro e acende a luz. Uma lâmpada de potência excessiva brilha forte no teto, chegando quase a ofuscar. Ora, isso não está de acordo com a proposta da família, que é de economizar energia .”
Página	59 / 2p
Contexto	“Essa rotina fictícia destaca as grandezas físicas tempo, potência, energia , vazão, força, área, massa, peso, temperatura, deslocamento, velocidade média, aceleração, pressão e comprimento, presentes em nosso dia a dia.”
Página	59 / 5p
Contexto	“Entre outras, são grandezas escalares: área, massa, tempo, energia , potência, densidade, pressão, temperatura, carga elétrica e tensão elétrica.”
Página	82 / 2p
Contexto	“Nessa parte da Física, aparecem as leis que regem os movimentos, envolvendo os conceitos de massa, força, energia , entre outros.”
Página	89 / 1p
Contexto	“Outro grande legado do cientista foi sua célebre equação $E = mc^2$, que relaciona as possíveis transformações de massa em energia e vice-versa, sendo capaz de explicar o processo de fusão nuclear que ocorre continuamente nas estrelas.”
Página	90 / 5p
Contexto	“A medição de massa e das demais grandezas físicas que com ela se

³ Indica a posição ordinal do parágrafo na página.

	relacionam - como força, energia e quantidade de movimento - depende de um objeto cilíndrico de platina-irídio com diâmetro e altura iguais a 39 mm (do tamanho de uma ameixa), confeccionado há mais de cem anos.”
Página	114 / 2p
Contexto	“Embora as forças de atrito sejam decisivas para a ocorrência dos exemplos citados, em muitos casos elas são veículos de dissipação de energia , como energia cinética, que é transformada, em geral, em energia térmica. Se, por exemplo, você lançar sua caneta para que ela deslize sobre o chão da sala de aula, notará que, pela ação das forças de atrito, ela será freada até sua completa imobilização, perdendo dessa forma a energia cinética recebida no ato do lançamento.”
Página	130 / 3p
Contexto	“É importante observar que os trens-bala são propulsionados por energia elétrica e que os fatores contribuem de forma importância para torná-los tão velozes são o traçado das trajetórias - bastante retilíneas, por utilizarem túneis, pontes e viadutos - e seu formato aerodinâmico, capaz de “cortar” o ar com facilidade.”
Página	160 / 3p
Contexto	“A massa incorporada é puxada em direção ao centro gravitacional, o que dá a esses astros sua forma esférica peculiar, de menor energia .”
Página	160 / 8p
Contexto	“Dessa forma, quantidades fantásticas de energia radiante são lançadas no espaço, propagando-se com a velocidade da luz ($c = 300\,000\text{ km/s}$).”
Página	180 / 2p
Contexto	“Essa substância imponderável que possibilita o funcionamento de todos os organismos - vivos ou não - recebe o nome de energia .”
Página	180 / 3p
Contexto	“A energia solar, constituída de luz e calor, é o item preponderante na matriz energética terrestre.”
Página	180 / 4p
Contexto	“As usinas hidrelétricas são acionadas pela energia da água represada em grandes reservatórios; as instalações termelétricas queimam derivados de petróleo, carvão e outros materiais; as usinas nucleares baseiam-se na fissão de núcleos de urânio, do qual são extraídas quantidades fantásticas de energia .”
Página	180 / 5p
Contexto	“A energia comporta-se como um camaleão fugaz que surge e ressurgue sob

	os mais variados matizes e mantos.”
Página	180 / 6p
Contexto	“A energia térmica obtida na combustão da gasolina no motor de um carro, por exemplo, transforma-se parcialmente em energia de movimento de veículo, mais energia térmica e acústica, geradas de várias formas, inclusive pelo atrito entre as peças.”
Página	180 / 7p
Contexto	“Isaac Newton (1642-1727) não conjecturou as teorias sobre o conceito de energia . Para ele, toda a matemática era estruturada na noção de força. Foi o matemático cientista e filósofo alemão Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716) quem colaborou as primeiras ideias sobre energia , afirmando que o ímpeto de movimento manifestado por alguns corpos se desvia a uma espécie de “força viva” intrínseca ao corpo, que ele chamou de <i>vis viva</i> , expressão extraída do latim. O físico e médico suíço Daniel Bernoulli (1700-1782) aprimorou a energia ao publicar seus estudos sobre escoamento de fluidos. Ele notou que, em situações de pressão constante, um aumento da velocidade de certos líquidos ocorria sempre à custa da diminuição na altura da tubulação em relação a um nível de referência determinado. Mas dois cientistas estabeleceram os contornos definitivos para o conceito de energia e sua conservação: o alemão Julius Robert von Mayer (1814-1878) e o inglês James Prescott Joule (1818-1889), como estudaremos no capítulo II”.
Página	180 / 8p
Contexto	“Definir amplamente energia de modo axiomático ou verbal é tarefa muito difícil. Por isso pretendemos introduzir essa noção de forma gradual, contando com o bom senso, a intuição e a vivência do leitor em cada contexto.”
Página	180 \ 9p
Contexto	“A palavra energia tem origem grega - <i>ergos</i> - e significa trabalho. O conceito de trabalho que desenvolveremos neste capítulo difere da noção de ocupação, ofício ou profissão. Realizar trabalho em Física implica a transferência de energia de um sistema para o outro e, para que isso ocorra, são necessários uma força e um deslocamento adequados.”
Página	181 / 1p
Contexto	“De onde vem a energia que alimenta a Terra e que supre as necessidades de todos os seres vivos, além de toda sorte de máquinas e equipamentos das mais diversas tecnologias? Vem direta ou indiretamente do Sol (do latim, <i>solis</i>), estrela-mãe de nosso sistema planetário, que irradia a luz, calor e outras formas de energia eletromagnética em todas as direções, despejando sobre o nosso planeta, em média, 1336 joules por segundo, por metro quadrado de superfície irradiada.”

Página	181 / 2p
Contexto	“Nos vegetais, a energia solar sintetiza, pelo processo da fotossíntese, a formação de glicose, nutriente vital.”
Página	181 / 2p
Contexto	“A energia dos ventos (eólica) também provém primeiramente da energia solar, que trabalha para movimentar as diversas camadas atmosféricas. O mesmo ocorre com a energia dos mares (maremotriz) e a energia hídrica, proveniente de hidrelétricas.”
Página	181 / 3p
Contexto	“A energia radiante solar gasta cerca de 8 min e 18 s para atingir a Terra, transpondo algo como 150 milhões de quilômetros, o que equivale a uma unidade astronômica - UA, à velocidade da luz: 3.0×10^8 m/s.”
Página	187 / 8p
Contexto	“Pelo fato de estar em movimento, dizemos que a partícula está energizada, ou seja, dizemos que está dotada de uma forma de energia denominada cinética.”
Página	187 / 7p
Contexto	“A energia cinética (E_c) é a modalidade de energia associada aos movimentos, sendo quantificada pela expressão: $E_c = mv^2 / 2$.”
Página	187 / 8p
Contexto	“O enunciado do Teorema da Energia Cinética é: O trabalho total, das forças internas e externas, realizado sobre um corpo é igual à variação de sua energia cinética.”
Página	187 / 15p
Contexto	“Embora tenhamos demonstrado o Teorema da Energia Cinética com base em uma situação simples e particular, sua aplicação é geral, estendendo-se ao cálculo do trabalho total das forças constantes ou variáveis, conservativas ou não. O trabalho expresso pelo Teorema da Energia inclui também os trabalhos de forças internas, como as forças exercidas pela musculatura de uma pessoa que caminha ou aquelas decorrentes do funcionamento dos mecanismos de um carro.”
Página	188 / 3p
Contexto	“Considerando que trabalho é igual à variação de energia cinética, trabalho e energia são grandezas físicas de iguais dimensões, isto é, que podem ser medidas nas mesmas unidades. Assim, a unidade de energia no Sistema Internacional (SI) também é joules (j).”
Página	188 / 4p

Contexto	“Suponho que na subida a variação de energia cinética seja nula, podemos dizer que o trabalho das forças musculares de um bombeiro (forças internas) é dado pelo produto mgh , em que m é a massa erguida, g é a intensidade da aceleração da gravidade e h é a elevação vertical do centro de massa do sistema em relação ao nível inicial.”
Página	191 / 3p
Contexto	“Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando o efeito do ar e da energia mecânica dissipada no ato da colisão, calcule:”
Página	192 / 6, 7, 8 e 9p
Contexto	<p>“Vamos considerar, agora, um sistema mecânico S1 que, durante um intervalo de tempo Δt, transfere para um sistema mecânico S2 uma quantidade de energia ΔE.</p> <p>Nesse processo, define-se potência médio (Pot_m) como o quociente de energia transferida (ΔE) pelo intervalo (Δt) em que essa transferência ocorreu:</p> $Pot_m = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ <p>Essa energia transferida equivale a um trabalho de t. Assim, a potência mecânica média também pode ser dada por:</p> $Pot_m = \frac{\tau}{\Delta t}$ <p>A unidade de potência é obtida pelo quociente da unidade de trabalho (ou energia) pela unidade de tempo.</p> $unid\ Pot = \frac{unid(\tau)}{unid(t)}$
Página	194 / 5p
Contexto	<p>“Gerar energia elétrica com menos impacto ambiental?</p> <p>Uma das modalidades de energia que vem sendo utilizada cada vez em maior escala é a eólica, proveniente das correntes de ar (ventos). O aproveitamento desse tipo de energia, considerando energia limpa por não causar poluição, pode ser observado em regiões áridas ou desérticas, como no oeste dos Estados Unidos, nos estados da Califórnia, de Nevada e do Arizona, além de alguns estados do Nordeste brasileiro.”</p>
Página	197 / 5p
Contexto	“O esquema a seguir representa os principais elementos de um sistema rudimentar de geração de energia elétrica.”
Página	197 / 6p
Contexto	“Que forças são responsáveis pela aceleração do carro e que forças são responsáveis pela variação de sua energia cinética?”
Página	198 / 1p

Contexto	“Esse potencial traduz a quantidade de energia mecânica aproveitável das águas dos rios por unidade de tempo.”
Página	199 / 2p
Contexto	“O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hidráulicos, biomassa e etanol, além de energia eólica e solar.”
Página	199 / 5p
Contexto	“O Brasil possui uma matriz de energia elétrica que conta com a participação de 77,1% da hidroeletricidade. Energia proveniente de 140 usinas em operação, com perspectiva de aumento dessa fonte.”
Página	199 / 6p
Contexto	<p>“A precisão do Plano Decenal de Energia é que o País terá 71 novas usinas até 2017. com potencial de geração de 29000 MW, sendo 15 na bacia do Amazonas, 13 na bacia Tocantins-Araguaia, 18 no rio Paraná e 8 no rio Uruguai.</p> <p>O Brasil usa energia hidrelétrica desde o final do século 19, mas as décadas de 1960 e 1970 marcaram a fase de maior investimento na construção de grandes usinas. [...] Inaugurada em 1984 depois de um acordo binacional com o Paraguai, a Usina de Itaipu tem hoje potência instalada de 14 mil MW, com 20 unidades geradoras. Essa capacidade é suficiente para suprir cerca de 80% de toda a energia elétrica consumida no Paraguai e de 20% da demanda do sistema interligado brasileiro.”</p>
Página	199 / 9p
Contexto	“A hidrelétrica com maior capacidade de geração de energia elétrica no mundo é a Usina de Três Gargantas, na China, com capacidade instalada de 22,5 mil MW.”
Página	200 / 1p
Contexto	“Observe ao lado a tabela com algumas hidrelétricas brasileiras e sua potência instalada, e abaixo, dois gráficos que indicam a oferta interna de energia no Brasil e no mundo.”
Página	201 / 1p
Contexto	<p>“A energia desempenha um papel essencial em todos os setores da vida, sendo a grandeza mais importante da Física.</p> <p>O Sol, a água, o vento, o petróleo, o carvão e o átomo são fontes que suprem o consumo atual de energia no mundo, mas, à medida que a população do planeta cresce e os itens de conforto à disposição da espécie humana se multiplicam, aumenta também a demanda por energia, exigindo novas alternativas e técnicas de obtenção.</p> <p>Ao que tudo indica, o átomo será a principal fonte de energia do futuro.”</p>

Página	201 / 4p
Contexto	“A energia é uma grandeza única, mas, dependendo de como se manifesta, recebe diferentes denominações: energia térmica, energia luminosa, energia elétrica, energia química, energia atômica, entre outras.”
Página	201 / 5p
Contexto	“Na operação, a energia elétrica que alimenta a máquina se transforma essencialmente em energia mecânica (a lâmpada e as fagulhas produzidas pelo atrito estão em movimento), térmica (as partes que se atrimam se aquecem) e acústica (há produção de ruído).”
Página	201 / 6p
Contexto	“Um dos preceitos mais amplos e fundamentais da Física é o Princípio da Conservação da Energia , segundo o qual se pode afirmar que: - A energia total do Universo é constante, podendo haver apenas transformações de uma modalidade em outras.”
Página	201 / 8p
Contexto	“Uma lâmpada incandescente, por exemplo, transforma energia elétrica em energia térmica. Seu filamento se aquece a tal ponto que se torna luminoso, transformando parte da energia térmica proveniente da corrente elétrica (efeito Joule) em energia luminosa.”
Página	202 / 1p
Contexto	“O físico e médico alemão Julius Robert von Mayer (1814-1878) foi o primeiro a formular o conceito de conservação de energia .”
Página	202 / 2p
Contexto	“Julius Robert von Mayer é o precursor da Lei da Conservação de Energia . Aplicando esse princípio à Termodinâmica, ele estabeleceu relações de igualdade entre trabalho mecânico e energia térmica, o que suscitou o surgimento da lei número 1 dessa área.”
Página	202 / 3p
Contexto	“Quando uma quantidade de energia de qualquer natureza desaparece numa transformação, então se produz uma quantidade igual em grandeza de uma energia de outra natureza. Estava lançada a semente da Lei da Conservação de Energia . Na explosão de uma bomba atômica, várias formas de energia estão presentes. A energia nuclear desprendida é transformada principalmente em energia mecânica, térmica e radiante (luz visível e raios <i>gama</i> , que podem provocar degeneração celular nos seres vivos). Em uma visão clássica, considerando o Princípio da Conservação da Energia , podemos afirmar que a soma de todas as modalidades de energia liberadas pela bomba no ato da explosão é igual à energia inicial potencializada no artefato.”

Página	202 / 7p
Contexto	“Com isso, a noção de conservação de energia anexava-se também à Termodinâmica prática.”
Página	202 / 8p
Contexto	“De forma mais abrangente, se considerarmos que o Universo é um sistema físico isolado, a Lei da Conservação de Energia estabelece que a energia total contida nesse sistema tem se mantido invariável desde os primórdios de sua formação.”
Página	202 / 10p
Contexto	<p>“A energia total (mecânica e não mecânica) de um sistema isolado, isto é, um sistema que não troca de matéria nem energia com o exterior, mantém-se constante.”</p> <p>Experimentos recentes fundamentados nas teorias do físico alemão Albert Einstein (1879-1955) confirmam que o Universo ocorre, sim, a constância do conjunto de massa e energia.”</p>
Página	202 / 11p
Contexto	“[...] A Física pré-relativística contém duas leis de conservação cuja importância é fundamental - a Lei da Conservação de Massa e a Lei da Conservação da Energia -, em aparência, completamente independentes entre si.”
Página	202 / 12p
Contexto	“Ao se aniquilarem, essas partículas “desaparecem”, mas em seu lugar nota-se a presença de radiação <i>gama</i> (onda eletromagnética de frequência muito alta), de energia equivalente à massa de repouso das duas partículas mais a energia cinética associada a elas antes do processo. Essa equivalência entre massa e energia é tratada com mais detalhamento em Física Moderna.”
Página	202 / 14p
Contexto	<p>“A seguir, na figura 1, o garoto está em movimento. Em relação a um referencial no solo, ele tem energia mecânica. Na figura 2, o garoto está tentando fazer com que uma pedra role encosta abaixo. A pedra tem a potencialidade de se movimentar, apresentando, por isso, energia mecânica em relação à base da encosta.</p> <p>Da mesma forma que o trabalho, a energia, por não ter associados a ela direção e sentido.”</p>
Página	203 / 5p

Contexto	“Mas o lixo também pode ter um retorno triunfal à sociedade, sendo empregado atualmente como informante fonte de energia .”
Página	203 / 8p
Contexto	“Há vários projetos para o aproveitamento dessa matéria-prima, e a transformação do lixo em energia ainda traria duas consequências benéficas: a primeira é de natureza ambiental, já que haveria melhor seleção e armazenagem dos resíduos que são a base de todo o processo; a segunda é de ordem política, uma vez que o não lançamento do metano diretamente na atmosfera geraria créditos de carbono, moeda forte que poderia favorecer o Brasil em negociações internacionais sobre mudanças climáticas, no meio ambiente e sustentabilidade.”
Página	204 / 1p
Contexto	“Conforme dissemos no Capítulo 10, as unidades de energia são as mesmas do trabalho. Recordando, vimos que, no SI: unid. (energia) = unid. (trabalho) = joule (J)”
Página	204 / 5p
Contexto	“Quilowatt-hora (kWh): utilizada em geração e distribuição de energia elétrica.”
Página	204 / 8p
Contexto	<p>“Pela ação de F, o carrinho adquire a aceleração a e atinge um ponto genérico B com velocidade v. De A até B o deslocamento é d. Por estar em movimento, dizemos que o carrinho está energizado, apresentando o que chamamos de energia cinética (E_c).</p> <p>Entretanto, de onde vem essa energia? Ocorre que a partir do ponto A a força exercida pela pessoa passa a realizar trabalho sobre o carrinho. Esse trabalho é assimilado sob a forma de energia cinética.</p> <p>Calculemos a energia cinética do carrinho em B: $E_c = t \Rightarrow E_c = F.d$”</p>
Página	204 / 13p
Contexto	“A energia cinética (E_c) de uma partícula é proporcional ao quadrado de sua velocidade escalar (v).”
Página	204 / 14p
Contexto	“A energia cinética jamais é negativa: é positiva ou nula. Veja ainda que ela é uma grandeza relativa, pois é uma função da velocidade que depende do referencial. Assim, uma única partícula pode ter, ao mesmo tempo, energia cinética nula para um referencial e não nula para o outro.”

Página	204 / 15p
Contexto	<p>“É uma energia latente, isto é, está sempre prestes a se converter em energia cinética.</p> <p>Na Mecânica, há dois tipos de energia potencial: energia potencial da gravidade e energia potencial elástica.”</p>
Página	205 / 2p
Contexto	<p>“Por ocupar a posição B, o corpo está energizado, apresentando, em relação à posição A, energia potencial de gravidade (E_c). De onde veio essa energia? Veio da pessoa, que, ao erguer o copo, exerceu uma força que realizou um trabalho assimilado pelo corpo sob a forma de energia potencial da gravidade.”</p>
Página	205 / 3p
Contexto	<p>“Assim, ocorre transformação de energia potencial de gravidade em energia potencial cinética. Calculando a energia potencial de gravidade do corpo na posição B, temos:</p> $E_c = t$ <p>No capítulo 10, vimos que o trabalho motor realizado no erguimento de um corpo sem variação de energia cinética é calculado por</p> $t = P.h \Rightarrow t = m.g.h.”$
Página	205 / 6p
Contexto	<p>“Um mesmo corpo pode ter energia potencial de gravidade positiva, nula ou negativa, dependendo do PHR adotado.”</p>
Página	205 / 8p
Contexto	<p>“Em relação a esse referencial, os passageiros do elevador, cujas dimensões serão admitidas desprezíveis, apresentarão energia potencial de gravidade positiva se estiverem no térreo e negativa se estiverem nas garagens 1 ou 2.</p> <p>Veja o significado físico de uma energia potencial de gravidade negativa: se a energia potencial de gravidade de um corpo vale $-m.g.h$, deve-se realizar sobre ele um trabalho equivalente a $m.h.g$ para que esse corpo chegue ao nível zero de energia potencial, isto é, ao PHR adotado.”</p>
Página	205 / 10p
Contexto	<p>“A variação de energia potencial de gravidade (ΔE_p) é a diferença entre as energias potenciais final (E_{pf}) e inicial (E_{pi}): $\Delta E_p = E_{pf} - E_{pi}$.”</p>
Página	206 / 1p
Contexto	<p>“É a forma de energia que encontramos armazenada em sistemas elásticos deformados.”</p>
Página	206 / 3p
Contexto	<p>“Por estar deformada, dizemos que a mola está energizada, tendo</p>

	<p>armazenada em si energia potencial elástica (E_c).</p> <p>De onde vem, no entanto, essa energia? Vem do operador que, ao deformar a mola, exerce sobre ela uma força que realiza trabalho, assimilado sobre a forma de energia potencial elástica.</p> <p>A evidência de que a mola deformada está energizada consiste no fato de que ela pode ser usada para impulsionar objetos, adotando-lhes de energia cinética.</p> <p>Vamos calcular a energia potencial elástica que a mola armazena quando deformada:</p> $E_c = t''$
Página	206 / 9p
Contexto	“Observe que a energia potencial elástica (E_c) nunca é negativa: é positiva ou nula. Ela é diretamente proporcional ao quadrado da deformação (Δx).”
Página	206 / 11p
Contexto	“Nas descidas, o esquetista acelera, havendo conversão de energia potencial em energia cinética. Nas subidas, ocorre o inverso, ou seja, a energia cinética transforma-se em energia potencial. Há, porém, durante todo o percurso, a dissipação de parte da energia mecânica, que se degrada principalmente em forma de energia térmica e acústica.”
Página	207 / 4p
Contexto	“A ação de agachar é procedente, já que rebaixa o centro de massa do conjunto homem-prancha, provocando a redução de energia potencial com conseqüente ganho de energia cinética.”
Página	207 / 9p
Contexto	“É importante destacar que a perda de altura ($26m - 16m = 10m$) - e, conseqüentemente, de energia potencial - entre as posições inicial e final denota dissipação de energia mecânica, que se transforma essencialmente em energia térmica e acústica pela ação das forças de atrito.”
Página	208 / 1p
Contexto	“Qual é a relação entre as energias cinéticas das partículas A e B?”
Página	208 / 2p
Contexto	“Calcule o valor aproximado do acréscimo da energia potencial da gravidade do atleta nesse salto.”
Página	208 / 8p
Contexto	“Qual a energia cinética desse veículo em relação à Terra?”
Página	208 / 9p
Contexto	“Qual é a potência de dez que melhor expressa o acréscimo de energia

	potencial de gravidade do elevador - dado em joules - quando este sobe do terceiro ao sétimo andar?"
Página	208 / 11p
Contexto	"A energia potencial elástica armazenada na mola."
Página	208 / 14p
Contexto	"Um corpo de massa e velocidade v possui energia cinética E_0 . Se o módulo aumentar em 20%, a nova energia cinética do corpo será:"
Página	208 / 15p
Contexto	"Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e considerando um referencial no solo, determine a energia cinética e a energia potencial de gravidade da bola no instante considerado."
Página	209 / 3p
Contexto	"Calculamos a energia mecânica (E_m) de um sistema adicionando energia cinética a energia potencial, que pode ser de gravidade ou elástica: $E_m = E_c$ e E_p ."
Página	209 / 6p
Contexto	"Sendo g o módulo da aceleração da gravidade, a energia mecânica da bola no instante considerado é calculada por: $E_m = mv^2/2 + mgh$."
Página	209 / 8p
Contexto	"A energia potencial elástica armazenada na mola quando este estiver deformada é de 4,0 cm."
Página	209 / 9p
Contexto	"No instante $t = t$, indicado na figura, a velocidade da partícula é v , e a energia mecânica do sistema massa-mola é calculada por: $E_m = mv^2 / 2 + K(\Delta x^2)/2$."
Página	209 / 10p
Contexto	"Sistema mecânico conservativo é todo aquele em que as forças realizadas trabalham transformando exclusivamente energia potencial em energia cinética e vice-versa."
Página	209 / 11p
Contexto	"As forças de atrito cinética, de resistência viscosa - exercidas pelos líquidos em corpos movendo-se em seu interior - e de resistência do ar transformando energia mecânica em outras formas de energia , principalmente térmica."

Página	210 / 9p
Contexto	“Trata-se de uma aplicação particular do Princípio da Conservação de Energia em sistemas mecânicos.”
Página	210 / 11p
Contexto	“Concluimos, então, que qualquer aumento da energia cinética observado nesse sistema ocorre a partir de uma redução igual de energia potencial (de gravidade ou elástica) e vice-versa.”
Página	210 / 12p
Contexto	“De fato, durante a queda livre, a energia cinética da partícula aumenta, enquanto a energia potencial da gravidade diminui na mesma quantidade. Isso faz com que a soma de energia cinética com energia potencial não varie, de modo que a energia mecânica permaneça sempre constante. Admita que a partícula tenha iniciado sua queda no instante $t = 0s$, a partir do repouso. Considerando T o tempo de queda até o solo (altura zero) e E_0 a energia mecânica inicial.”
Página	211 / 1p
Contexto	“Observe a seguir os gráficos das energias cinemáticas, potencial da gravidade e mecânica, em função do tempo:”
Página	211 / 3p
Contexto	“Durante a descida, a energia cinética do pêndulo é abandonada do repouso, iniciando movimento descendente. Na subida, ocorre o processo inverso, isto é, enquanto a energia potencial cresce, a cinética descreve.”
Página	211 / 4p
Contexto	“Não levando em conta as forças dissipadas, o movimento do pêndulo constitui um sistema conservativo, no qual a energia mecânica se mantém constante.”
Página	211 / 7p
Contexto	“Podemos afirmar que a energia cinética do bloco se mantém constante ao longo da rampa. À medida que o bloco sobe, porém, sua altura em relação ao solo aumenta, provocando também um aumento na respectiva energia potencial de gravidade.” A energia cinética constante é adicionada à energia mecânica total crescente, o que caracteriza um sistema não conservativo. Esse aumento a energia mecânica do sistema é proveniente do trabalho realizado pelas forças musculares (não conservativas) que o homem exerce sobre a corda.”

Página	212 / 3p
Contexto	<p>“Sabe-se que h é <i>diferente</i> de 0, isto é, o ponto A está acima do ponto B, pois, se esses que pontos estivessem no mesmo nível horizontal, a partícula teria em B uma parcela de energia (energia cinética) a mais que no ponto A, o que contraria o Princípio de Conservação da Energia Mecânica.</p> <p>Racionando em termos de h mínimo, a partícula não trocará forças com o trilho no ponto B e, por isso, seu peso (P) fará o papel de resultante centrípeta (F_{cp}).”</p>
Página	212 / 6p
Contexto	“Adotando o nível horizontal do ponto B, como referência e aplicando o Princípio da Conservação de Energia Mecânica , temos:”
Página	213 / 3p
Contexto	“Admitindo a aceleração da gravidade de intensidade igual a 10 m/s^2 , calcule a energia mecânica degradada pelas forças dissipativas durante a descida do garoto.”
Página	214 / 1p
Contexto	“As massas da mola e do aparador são desprezíveis, como também o são todas as dissipações de energia mecânica.”
Página	215 / 1p
Contexto	“A energia cinética da partícula.”
Página	215 / 5p
Contexto	“A altura do ponto que a energia cinética é o triplo do potencial de gravidade.”
Página	215 / 5p
Contexto	“Considere que uma pessoa de massa $50,0 \text{ kg}$ parta do repouso A e desça até o ponto B segurando-se na roldana, e que nesse trajeto ocorra dissipação de 36% da energia mecânica do sistema devido aos atritos entre a roldana e o cabo. A energia mecânica foi medida em relação a um referencial coincidente com a superfície da água.”
Página	216 / 1p
Contexto	“A energia mecânica da pessoa no ponto B.”
Página	217 / 1p

Contexto	<p>“A água tem energia potencial de gravidade convertida em energia cinética quando despenca do topo de uma cachoeira. Há também nessa queda produção de energias térmica e acústica, formas menos nobres desse ente físico. Se contabilizarmos, no entanto, a energia final do sistema, que inclui a água e o ambiente, veremos que o total obtido coincidirá com a energia mecânica inicial do líquido, no começo de sua precipitação. Esse e outros contextos compõem um amplo cenário que torna plausível considerarmos a manutenção da qualidade total de um sistema amplo em uma transformação qualquer.</p> <p>A conservação de energia, talvez a mais abrangente importe da concepção da Física, foi colocada na berlinda nas primeiras décadas do séculos XX. Isso aconteceu por ocasião dos estudos preliminares do decaimento B, um fenômeno atômico muito em voga na época.</p> <p>O salvador do Princípio da Conservação da Energia, por assim dizer, foi o físico austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958), que explicou o decaimento B.”</p>
Página	217 / 5p
Contexto	<p>“Nos anos 1930, no entanto, os neutrinos ainda não eram conhecidos. Em um experimento realizado em 1911, a física Lise Meitner (1878-1968) e o químico Otto Hahn (1879-1968) mostraram que a energia do elétron emitida não era igual à diferença entre a energia final e inicial do núcleo, indicando que a parte da energia era carregada por alguma partícula ainda não detectada.”</p>
Página	217 / 6p
Contexto	<p>“Por isso, vários físicos, entre eles Bohr, chegaram a pensar em abandonar o Princípio da Conservação da Energia.”</p>
Página	217 / 6p
Contexto	<p>“Isso estava de acordo com a conservação de energia e do spin, e a razão de o neutrino não ser observado estaria na sua fraca interação com a matéria.”</p>
Página	217 / 8p
Contexto	<p>“Pense nos diversos intercâmbios energéticos existentes na natureza. Em sua opinião, haveria algum processo em que não se verifica o Princípio da Conservação da Energia?”</p>
Página	225 / 9p
Contexto	<p>“Com certeza, esse bombardeiro, felizmente fictício, seria fatal, já que você teria que absorver toda a energia de impacto transmitida pelas forças exercidas pelos pneus e o solo durante o curto intervalo de tempo de cada colisão.”</p>

Página	232 / 8p
Contexto	<p>“É importante observar, entretanto, que embora a quantidade de energia de movimento total se conserve nas colisões, o mesmo não ocorre, necessariamente, com a energia mecânica (cinética) total do sistema. Quando dois corpos colidem, há, geralmente, degradação de energia mecânica (cinética) e energia térmica, acústica e trabalho de deformação permanente, entre outras dissipações.</p> <p>Excepcionalmente, porém, no caso de as perdas de energia mecânica serem desprezíveis - e somente nesse caso -, os corpos que participam da colisão constituem um sistema conservativo.”</p>
Página	234 / 6p
Contexto	<p>“A energia mecânica (cinética) total do sistema, imediatamente após a interação, é igual à energia mecânica (cinética) total do sistema imediatamente antes da colisão.”</p>
Página	234 / 8p
Contexto	<p>“Nas colisões elásticas, não há degradação da energia mecânica do sistema. Durante a fase de deformação há transformação de energia cinética em energia potencial elástica. Durante a fase de restituição ocorre o processo inverso, isto é, a energia potencial elástica armazenada é totalmente reconvertida em energia cinética.”</p>
Página	234 / 14p
Contexto	<p>“A energia mecânica (cinética) total imediatamente após a interação é menor que a energia mecânica (cinética) total imediatamente antes da interação.”</p>
Página	235 / 1p
Contexto	<p>“Destacamos que, nas colisões totalmente inelásticas, a dissipação de energia mecânica é relativamente grande. Há casos, como o da colisão entre os carros, apresentados anteriormente, em que toda a energia mecânica se degrada, transformando-se em energia térmica, energia acústica e trabalho de deformação permanente, entre outras formas de energia, havendo, portanto, dissipação total.”</p>
Página	235 / 7p
Contexto	<p>“A energia que participa de colisões parcialmente elásticas também constituem sistemas dissipativos. A energia mecânica (cinética) total imediatamente após a interação é menor que a energia mecânica (cinética) total imediatamente antes da interação.”</p>
Página	238 / 9p
Contexto	<p>“Aplicando-se o Princípio da Conservação da Energia Mecânica, calcule o valor da altura máxima h atingida pelo sistema projétil-bloco após a colisão.”</p>

Página	238 / 10p
Contexto	“O Large Hadron Collider, ou simplesmente, LHC, do CERN, é o maior acelerador de partículas e o de maior energia existente no mundo. Seu principal objetivo é obter dados sobre colisões de feixes de partículas, tanto de prótons, a uma energia de 7,0 TeV (1,12 microjoules) por partícula, como núcleos de chumbo, a uma energia de 574 TeV (92,0 microjoules) por núcleo.”
Página	239 / 4p
Contexto	“Porém, a partícula A entra em repouso quando atinge essa altura e B continua a se mover na plataforma com energia cinética igual a 240 J.”

VOLUME 2	
Página	10 / 4p
Contexto	“Termologia é a parte da Física que estuda os fenômenos relativos ao aquecimento, ao resfriamento ou às mudanças de estado físico em corpos que recebem ou cedem denominado tipo de energia .”
Página	10 / 5p
Contexto	“Estudaremos, em Termologia, as formas pelas quais essa energia , em que denominaremos energia térmica, muda de local, propagando-se através de um meio.”
Página	10 / 6p
Contexto	“O comportamento de um modelo teórico de gás, denominado gás perfeito, e, entre outras coisas, as relações existentes entre a energia térmica e energia mecânica também serão estudados em Termologia.”
Página	11 / 6p
Contexto	“Assim, podemos associar a temperatura do ar à energia cinética de suas partículas, isto é, ao estado de movimento dessas partículas.”
Página	12 / 3p
Contexto	“As partículas da água “quente” fornecem parte de sua energia de agitação para as partículas da água “fria” e esfriam. Ao receber essa energia , as partículas da água “fria” esquentam. A troca de energia só é interrompida quando o equilíbrio térmico é atingido.”
Página	12 / 4p
Contexto	“Considerando o que estudamos anteriormente, você deve ter percebido que não temos condições de medir diretamente a energia de agitação das moléculas de um corpo.”
Página	15 / 3p
Contexto	“O pouco conhecimento das partículas atômicas (o elétron ainda não havia sido descoberto) fez com que o zero absoluto fosse definido para uma situação em que ainda restava uma energia , na época desconhecida, nas partículas do sistema físico. Mais tarde, com a evolução do conhecimento, descobriu-se que no zero absoluto restava uma quantidade finita, não nula, de energia cinética. Essa energia foi denominada energia do ponto zero.”
Página	16 / 1p
Contexto	“Ele havia estabelecido a menor temperatura possível para um sistema, que denominou zero absoluto.”

Página	20 / 3p
Contexto	“Em uma primeira abordagem desse assunto, podemos dizer que essa energia de agitação das partículas é a energia térmica do corpo. Portanto, o somatório das energias de agitação das partículas de um corpo estabelece a sua energia térmica. No capítulo 3, veremos que a energia térmica é, na realidade, o somatório das energias de agitação com a energia de agregação das partículas. Essa energia de agregação é que estabelece o estado físico do corpo (sólido, líquido e gasoso).”
Página	20 / 4p
Contexto	“A energia térmica do corpo depende de dois fatores: da energia de agitação média de cada partícula (que denomina a temperatura do corpo) e do número de partículas que o corpo possui.”
Página	20 / 5p
Contexto	“A energia térmica de um corpo é o somatório das energias de agitação das suas partículas e depende da temperatura do corpo e do número de partículas nele existentes.”
Página	20 / 6p
Contexto	“É oportuno observar que o fato de um corpo A estar a uma temperatura mais alta que um corpo B não implica, necessariamente, que A tenha maior quantidade de energia térmica que B. O corpo B, por exemplo, pode ter mais partículas que A, de tal forma que o somatório das energias de vibrações de suas partículas supere o de A.”
Página	20 / 8p
Contexto	“Para que isso aconteça, o corpo de temperatura mais alta fornece certa quantidade de energia térmica ao de temperatura mais baixa. Isso provoca uma diminuição em sua temperatura e um aumento na temperatura do corpo inicialmente mais frio, até que se estabeleça o equilíbrio térmico. Essa energia térmica, quando e apenas enquanto está em trânsito, é denominada calor.”
Página	20 / 10p
Contexto	“Calor é energia térmica em trânsito de um corpo para o outro ou de uma parte para outra de um mesmo corpo, trânsito este provocado por uma diferença de temperaturas.”
Página	20 / 12p
Contexto	“Sendo o calor uma forma de energia , no Sistema Internacional de Unidades (SI) sua unidade é o joule (J). Esse nome foi uma forma de homenagear o físico inglês James Prescott Joule (1818-1889), que, entre outros trabalhos, demonstrou a equivalência entre a energia mecânica e a energia térmica.”
Página	21 / 1p

Contexto	“Porém, observou-se que essa quantidade de energia era um pouco diferente quando se aquecia 1 grama de água de 10°C para 11°C e de 90°C, por exemplo.”
Página	22 / 3p
Contexto	“Assim, de partícula para partícula, a energia flui ao longo da barra.”
Página	22 / 4p
Contexto	“As partículas não se deslocam, ao contrário do que acontece com a energia .”
Página	23 / 3p
Contexto	“Os maiores valores do coeficiente K pertencem aos metais, que são os melhores condutores de energia .”
Página	27 / 3p
Contexto	“Convecção é o processo de programação de calor no qual a energia térmica muda de local, acompanhando o deslocamento do próprio material aquecido.”
Página	28 / 1p
Contexto	“A explicação para isso é que a areia tem calor específico muito pequeno em relação ao da água (para massas iguais, a areia precisa de menos energia para sofrer a mesma variação de temperatura), por isso se aquece e se resfria mais rapidamente.”
Página	28 / 5p
Contexto	“Radiação é o processo de propagação de energia na forma de ondas eletromagnéticas. Ao serem absorvidas, essas ondas se transformam em energia térmica.”
Página	29 / 1p
Contexto	<p>“Assim, associamos a energia existente nas ondas eletromagnéticas emitidas com a energia térmica que saiu do corpo. Essas ondas, ao serem absorvidas por outro corpo, transformando-se novamente em energia térmica, aquecendo-o. Por isso, costuma-se definir radiação como um processo de transferência de energia térmica.</p> <p>Apesar de todas as ondas eletromagnéticas transportarem energia, apenas as correspondentes à faixa do infravermelho são chamadas de ondas de calor. Isso porque o infravermelho transforma-se mais facilmente em energia térmica ao ser absorvida.”</p>
Página	29 / 3p
Contexto	“Assim, apenas por meio da radiação podemos entender como a energia térmica é elevada de uma região para a outra, havendo vácuo entre elas.”

Página	31 / 2p
Contexto	“A utilização de coletores solares para uso doméstico no aquecimento de água pode representar uma economia de 30% a 40% na conta de energia elétrica das residências.”
Página	31 / 3p
Contexto	“Nos países de primeiro mundo, 80% dos lares possuem aquecimento solar para aquecer a água utilizada nos banhos e para a calefação (aquecimento dos cômodos), sendo também empregadas células fotovoltaicas, que transformam energia solar em energia elétrica.”
Página	31 / 6p
Contexto	“Uma parcela dessa energia é absorvida pelas plantas que estão no interior da estufa. Essas plantas se aquecem e emitem parte da energia absorvida em forma de infravermelho, que, agora com comprimentos de onda maiores, não consegue passar pelo vidro e fica retida no interior da estufa.”
Página	34 / 3p
Contexto	“De acordo com esse estudo, a energia térmica resultante do aquecimento global mudou de lugar. No entanto, mais energia continua chegando e sendo absorvida pelos gases contidos na atmosfera.”
Página	37 / 2p
Contexto	“Nesse caso, a energia térmica transferida é denominada calor sensível.”
Página	37 / 2p
Contexto	“A energia térmica responsável pelas mudanças de estado denomina-se calor latente.”
Página	39 / 7p
Contexto	“Qual foi a perda de energia térmica para o ambiente nesse intervalo de tempo?”
Página	40 / 1p
Contexto	“Um watt (W) é a potência necessária para produzir a energia de um joule em um segundo. Uma caloria é a quantidade aproximada de energia necessária para elevar em 1,0°C a temperatura de 1,0 grama de água.”
Página	41 / 3p
Contexto	“A energia utilizada para a manutenção e o desempenho do corpo humano é obtida por meio dos alimentos que são inseridos. O quadro a seguir mostra a quantidade média de energia absorvida pelo corpo humano a cada 100 gramas do alimento ingerido.”

Página	41 / 4p
Contexto	“Um copo de refrigerante fornece uma energia de, aproximadamente, 328 J.”
Página	41 / 6p
Contexto	“Se você pudesse transferir essa energia (da barra de chocolate) para m gramas de água a 0°C, na fase líquida, e esta atingisse a temperatura de ebulição (100° C), a qual seria valor de m?”
Página	41 / 12p
Contexto	“Se uma pessoa de massa 70 kg ingerisse essa barra de chocolate e utilizasse toda a energia para subir uma escada com degraus de 20 cm de altura, quantos degraus poderia subir?”
Página	41 / 14p
Contexto	“Os organismos homeotermos devem manter-se aquecidos, precisam ingerir alimentos que são transformados em energia . Parte dessa energia mantém a temperatura do corpo compensando a perda de calor para o meio ambiente.”
Página	42 / 1p
Contexto	“Determine, em watt, a taxa média de perda de energia por um corpo humano que consome diariamente 3500 kcal.”
Página	42 / 7p
Contexto	“O aumento do número de pessoas com acesso a recursos que proporcionam uma vida mais confortável torna dispensável o empenho de todos em adquirir hábitos que resultem em uma economia de água e energia elétrica.”
Página	43 / 6p
Contexto	“Quando uma substância, em qualquer um dos espaços físicos, recebe ou cede energia térmica, pode sofrer uma alteração da forma de agregação de suas partículas, passando de um estado para o outro.”
Página	44 / 1p
Contexto	“Vimos que o calor sensível produz variação de temperatura, enquanto o calor latente causa mudança de estado físico em um corpo. Podemos afirmar que 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.
Página	44 / 2p
Contexto	“Calor latente é a energia térmica que se transforma em energia potencial de agregação.”

Página	44 / 3p
Contexto	“Observamos que 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 corpo.”
Página	44 / 11p
Contexto	“Ao se atingir tal temperatura, a energia recebida deixa de provocar aumento na agitação das partículas e passa a mudar a estrutura física da substância, tornando-a líquida. Esse processo é denominado fusão, e a energia recebida passa a ser armazenada como energia potencial.”
Página	45 / 5p
Contexto	“Com isso, a energia cinética de translação de suas partículas vai diminuindo, ou seja, sua temperatura vai reduzindo.”
Página	45 / 5p
Contexto	“A partir daí, se continuarmos a energia potencial de agregação, sem prejuízo da temperatura.”
Página	45 / 4p
Contexto	“O trecho correspondente ao patamar indica a mudança de estado físico (fusão), pois a energia recebida não produziu variação de temperatura, e sim mudança do estado de agregação das partículas do corpo.”
Página	46 / 4p
Contexto	“Quando fornecemos calor a uma substância que se encontra no estado líquido, aumentamos a energia de agitação de suas partículas, isto é, elevamos sua temperatura.”
Página	46 / 5p
Contexto	“A partir dessa temperatura limite, a energia recebida pelo líquido é usada para a mudança na estrutura molecular, e o líquido é transformado em vapor.”
Página	48 / 1p
Contexto	“Nesse processo, as partículas que escapam são aquelas que têm energia cinética maior que a maioria, energia suficiente para se livrarem das demais moléculas do líquido. Por causa disso, a energia média das partículas remanescentes e a temperatura do líquido diminuem.
Página	48 / 6p
Contexto	“Hoje, com a utilização de aparelhos elétricos que refrigeram a água, as moringas de barro estão desaparecendo em regiões de grande densidade populacional, onde a energia elétrica é acessível à grande maioria das

	peessoas.”
Página	48 / 7p
Contexto	“No entanto, em regiões mais afastadas, onde a energia elétrica não chega, em geral são usados moringas de barro para manter a água fria.”
Página	48 / 9p
Contexto	“Como vimos, a evaporação é um processo endotérmico em que apenas as partículas de maior energia escapam. Se ficam as partículas de menos energia , a água no interior da moringa apresenta temperatura menor do que a do ambiente.”
Página	64 / 7p
Contexto	“Que criaturas seriam essas? Se alguma forma de vida existir por lá, se alimenta de fontes de energia alternativas.”
Página	66 / 8p
Contexto	“A temperatura é a grandeza física que está relacionada à energia cinética de translação das partículas do gás, como veremos oportunamente.”
Página	67 / 2p
Contexto	“Isso evidencia que a temperatura do gás está relacionada com a energia cinética de translação de suas moléculas.”
Página	67 / 4p
Contexto	“A temperatura está relacionada de fato com a energia cinética de translação das moléculas do gás.”
Página	80 / 1p
Contexto	<p>“O estudo da Física envolve quase sempre um conceito primitivo denominado energia. Essa energia manifesta-se de várias formas, recebendo em cada caso um nome que a caracteriza: energia elétrica, energia térmica, energia elétrica, energia luminosa, entre outros.</p> <p>É importante lembrar que a realização de trabalho pode envolver trânsito ou conversão de energia elétrica e que calor também é energia em trânsito.</p> <p>A termodinâmica estuda as transformações e as relações existentes entre dois tipos de energia: energia térmica e energia mecânica.</p> <p>Para exemplificar, vamos considerar um projétil atirado contra um bloco de madeira.</p> <p>Antes de chocar-se com a madeira, o projétil possui uma energia mecânica (cinética). Após o choque essa energia mecânica converte-se em outras formas de energia, principalmente térmica. Esse fato fica evidenciado pelo aquecimento do projétil, em decorrência do choque. Isso significa que a energia (interna) de agitação de suas partículas se intensificou. Assim, houve conservação de energia mecânica em térmica.”</p>

Página	80 / 2p
Contexto	“Devido à expansão, esse valor aciona as turbinas, girando-as para que ocorra a produção de energia elétrica. Observe que a parte da energia térmica existente nas partículas do valor é transformada em energia mecânica na movimentação das partes móveis das turbinas, com a realização de trabalho.”
Página	81 / 1p
Contexto	“Em todos os casos em que ocorre essa conversão, há um sistema físico intermediário que transforma um dos dois tipos de energia recebida no outro.”
Página	81 / 2p
Contexto	“Veremos situações em que o sistema físico intermediário na conversão entre a energia térmica e energia mecânica é o modelo teórico de gás que denominamos gás perfeito.”
Página	81 / 4p
Contexto	“A energia de um sistema é o somatório de vários tipos de energia existentes em suas partículas. Nesse cálculo, consideramos as energias cinéticas de agitação (ou de translação), potencial de agregação, de ligação, nuclear, enfim todas as energias existentes em suas moléculas. Observemos que apenas parte dessa energia (cinética de agitação e potencial de agregação) é térmica. Quando fornecemos energia térmica para um corpo ou a retiramos dele, provocando a variação de sua energia interna.”
Página	81 / 1p
Contexto	<p>“No caso do gás perfeito, como vimos nas considerações gerais, as partículas são esferas de dimensões desprezíveis, não extinto energia de ligação, muito menos energia de agregação. Como as dimensões são desprezíveis, também não existe energia de rotação. Dessa forma, a energia interna se resume na energia translação de suas partículas, e seu cálculo é feito pela expressão definida pela Lei de Joule.</p> <p>Observemos que a energia interna de um gás é função de sua temperatura absoluta. Para determinada massa de gás perfeito ($n =$ constante), o aumento da energia interna, e a variação de energia interna ΔU é positiva.</p> <p>Se há diminuição de temperatura, a energia interna diminui, e sua variação é negativa.</p> <p>Quando a temperatura permanece constante, a energia interna também se mantém constante.”</p>
Página	82 / 1p
Contexto	“Para gases de outras atomicidades, entretanto, o cálculo é diferente, já que existem outras parcelas de energia a serem consideradas.”

Página	82 / 8p
Contexto	<p>“Isso significa que, ao expandir, o gás perde energia na forma de trabalho. Essa energia perdida corresponde, pelo menos em parte, ao acréscimo de energia potencial gravitacional do êmbolo e de algum corpo que eventualmente esteja sobre ele.</p> <p>Assim, o gás fornece energia durante esse trabalho.”</p>
Página	82 / 11p
Contexto	<p>“Na expansão, $t > 0$ e o gás fornece energia na forma de trabalho: o gás realiza trabalho.</p> <p>Na expansão, $t < 0$ e o gás recebe energia na forma de trabalho: o gás recebe trabalho.”</p>
Página	83 / 1p
Contexto	“Assim, um dos sistemas cede essa energia , e o outro recebe.”
Página	83 / 2p
Contexto	“É importante notar que as trocas de energia entre um sistema gasoso e o meio externo podem dar-se tanto pela realização de trabalho como por trocas de calor.”
Página	83 / 5p
Contexto	“O conhecido Princípio da Conservação da Energia , quando aplicado à Termodinâmica, recebe a denominação de 1º Lei da Termodinâmica.”
Página	83 / 7p
Contexto	“Para todo sistema termodinâmico existe uma função característica denominada energia interna. A variação dessa energia interna entre dois estados quaisquer pode ser denominada pela diferença entre a quantidade de calor e o trabalho trocados com o meio externo.”
Página	83 / 10p
Contexto	<p>“Essa energia, além de produzir um aquecimento no gás, provoca sua expansão, com conseqüente realização de trabalho equivalente a 600 cal.</p> <p>Já que a energia fornecida pelo sistema para o ambiente em forma de trabalho é menor que a recebida em forma de calor, pode-se concluir que o restante ficou no gás, na forma de energia interna, produzindo neste aumento de 400 cal.”</p>
Página	84 / 2p
Contexto	“Como o total de energia deve conservar-se, concluímos que, pelo fato do calor cedido ser, módulo, maior que a energia recebida em forma de trabalho, a diferença de 100J saiu do próprio sistema, diminuindo sua energia interna.”

Página	84 / 4p
Contexto	“O sinal de negativo de ΔU indica que o sistema sofreu uma diminuição em sua energia interna.”
Página	84 / 7p
Contexto	“Nas transformações isotérmicas, a temperatura do sistema gasoso mantém-se constante e, em consequência, a variação de sua energia interna é nula. Lembre-se de que a energia interna de um gás perfeito é função da sua temperatura absoluta.”
Página	84 / 10p
Contexto	“Se o sistema gasoso recebe calor, essa energia interna é geralmente utilizada na realização de trabalho. Se o sistema gasoso recebe trabalho, ele cede para o meio externo igual quantidade de energia em forma de calor.”
Página	84 / 15p
Contexto	“Se o sistema recebe calor, sua energia interna aumenta em igual valor. Se o sistema cede calor, sua energia interna diminui em igual valor.”
Página	85 / 4p
Contexto	“Quando a temperatura absoluta do sistema aumenta, seu volume também aumenta. Isso significa que sua energia interna aumenta e que o sistema realiza trabalho. É evidente que toda essa energia entra no sistema na forma de calor. Quando a temperatura absoluta do sistema diminui. Isso significa que sua energia diminui e que o sistema recebe trabalho. É evidente que essa energia toda sai do sistema na forma de calor.”
Página	85 / 12p
Contexto	“Dessa forma, toda a energia recebida ou cedida pelo sistema ocorre por meio de trabalho.”
Página	86 / 1p
Contexto	“Isso significa que o módulo da variação de energia interna sofrida pelo sistema é igual ao módulo do trabalho que o sistema troca com o meio externo. Quando o sistema recebe trabalho, sua energia interna aumenta em igual valor. Quando o sistema realiza trabalho, ele o faz retirando essa energia da sua própria energia interna, que diminui.”
Página	86 / 6p
Contexto	“Assim, a variação de energia interna é nula e a temperatura mantém-se constante durante todo o processo.”

Página	86 / 7p
Contexto	“Dessa forma, o gás recebe trabalho, o que provoca um aumento em sua energia .”
Página	88 / 3p
Contexto	“Como já vimos, já que o volume permanece constante, o trabalho trocado é nulo, e todo o calor recebido pelo sistema é integralmente utilizado para o aumento da sua energia interna.”
Página	88 / 4p
Contexto	“Dessa forma, o sistema recebe calor, usa parte dessa energia para realizar trabalho e, com o restante, produz aumento em sua energia interna.”
Página	88 / 5p
Contexto	“Se o aquecimento sofrido pela massa de gás perfeito foi o mesmo a volume e a pressão constantes, concluímos que sob pressão constante esse sistema recebeu mais calor, pois parte dessa energia foi utilizada para a realização de trabalho, o que não ocorre quando o aquecimento é feito a volume constante.”
Página	89 / 4p
Contexto	“A expansão AB, ao longo da adiabática, indica que o trabalho realizado pelo gás à custa da sua energia interna. A pressão BA, ao longo da adiabática, indica que o trabalho recebido pelo sistema produziu aumento em sua energia interna (a temperatura aumentou).”
Página	89 / 5p
Contexto	<p>“A energia mecânica de um sistema pode ser dos tipos cinética ou potencial (gravitacional ou elástica). Muitas vezes, essa energia mecânica transforma-se em energia térmica, produzindo aquecimento do sistema. Quando um corpo cai, por exemplo, a energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética. No impacto com o chão, pelo menos uma parcela dessa energia cinética transforma-se em térmica, ocorrendo a elevação da temperatura desse corpo.</p> <p>Geralmente, a energia mecânica é medida em joules e a energia térmica, calor calorias.”</p>
Página	93 / 1p
Contexto	“São denominadas máquinas térmicas os dispositivos usados para converter energia térmica em energia mecânica.”
Página	93 / 3p
Contexto	“Um fluido operante, geralmente calor de água, serve de veículo para a energia térmica que sai da fonte quente, que passa pelo dispositivo intermediário, que utiliza parte dessa energia na realização de trabalho, e

	leva o restante para a fonte fria. A conservação da energia garante que:”
Página	93 / 7p
Contexto	“Na prática, isso é impossível, pois a energia térmica somente sai da fonte fria. Lembremos que calor é energia térmica em trânsito, que se transfere, espontaneamente, de um local de maior temperatura para outro de menor energia .”
Página	93 / 9p
Contexto	“É impossível construir uma máquina que, operando em transformações cíclicas, tenha como único efeito transformar completamente em trabalho a energia térmica recebida de uma fonte quente. O fato de a energia térmica fluir da fonte quente para a fria levou Rudolf Emmanuel Clausius, físico alemão que viveu de 1822 a 1888, a enunciar essa 2ª Lei da Termodinâmica da seguinte forma:”
Página	96 / 1p
Contexto	“Até 1824, acreditava-se que uma máquina térmica poderia atingir o rendimento total ou algo próximo desse valor, isto é, que toda a energia térmica fornecida a uma máquina se transformaria integralmente, ou quase, em trabalho.”
Página	96 / 9p
Contexto	“Recebe trabalho, que serve para o aumentar sua energia interna e, portanto, sua temperatura.”
Página	96 / 13p
Contexto	“Entretanto, esse fato contraria a 2ª Lei da Termodinâmica, que garante, ser impossível um rendimento de 100% (pois haverá energia sendo transferida para a fonte fria), o que nos leva a concluir que nenhum sistema físico pode estar no zero absoluto.”
Página	118 / 4p
Contexto	“Todas as ondas, e as que você estudará adiante, possuem algo em comum: são energias que se propagam através de um meio. Atenção: a energia que se propaga, porém o meio não acompanha essa propagação, qualquer que seja a sua onda em estudo.”
Página	118 / 6p
Contexto	“A propagação de uma onda mecânica através de um meio material envolve o transporte de energia cinética e de energia potencial mecânica e depende de dois fatores fundamentais: a inércia e a elasticidade do meio. Como acontece com qualquer onda, uma onda mecânica não transporta o meio onde se propaga. É apenas a energia que muda de local, passando de uma partícula para partícula do meio material.”

Página	119 / 2p
Contexto	“Onda mecânica é a propagação de energia através de partículas de um meio material, sem que sejam transportadas.”
Página	119 / 3p
Contexto	“Em alto-mar, as ondas não transportam matéria, são apenas energia se propagando.”
Página	125 / 1p
Contexto	“Supondo que não haja dissipação de energia na propagação, observamos que essas ondas fazem cada ponto da cada oscilar verticalmente, repetindo o movimento harmônico simples.”
Página	125 / 2p
Contexto	“Ele permanece constante ao longo da corda quando a propagação é conservativa (não há dissipação de energia) e diminui ao longo da corda quando a propagação é dissipativa (caso real, em que parte da energia da onda se dissipa).”
Página	128 / 1p
Contexto	<p>“A propagação ondulatória sempre envolve uma transmissão de energia. No caso das ondas da corda, essa energia, que é mecânica, apresenta-se parte sob a forma de energia cinética e parte sob a forma de energia potencial elástica.</p> <p>A energia cinética está na massa da corda, que naquele instante está subindo ou descendo. A energia potencial está na parte da corda que apresenta deformação, pois essa corda é um corpo elástico.</p> <p>Um pequeno pedaço de massa m da corda, em cada instante, está subindo ou descendo. Assim, esse pedaço possui energia cinética (exceto quando ele passa por uma crista ou um vale).”</p>
Página	139 / 4p
Contexto	“Em cada região por onde os pulsos passam, sempre há energia cinética e energia potencial elástica.”
Página	139 / 6p
Contexto	“É esse movimento que possibilita o reaparecimento dos pulsos logo em seguida, quando a energia potencial que se converteu em cinética volta a ser potencial.”
Página	141 / 2p
Contexto	“O fenômeno da ressonância ocorre quando um sistema físico recebe energia por meio de excitações de frequência igual a uma de suas frequências naturais de vibração.”

Página	162 / 2p
Contexto	“Uma vez atingido determinado modo de vibração, ainda que se pare de sacudir a extremidade da corda, ela continuará vibrando até perder toda a energia de vibração.”
Página	163 / 5p
Contexto	“Quando uma pessoa dedilha a corda de um instrumento musical, ela fornece energia à corda, que por sua vez, vibra o ar ao seu redor, fornecendo-lhe energia .”
Página	177 / 9p
Contexto	“A Óptica é a parte da Física que trata dos fenômenos que têm causa determinante da energia radiante, em particular a luz.”
Página	178 / 11p
Contexto	“Depois de incidir em um meio opaco, a luz é parcialmente absorvida convertida em outras formas de energia , como a térmica.”
Página	205 / 8p
Contexto	“Além disso, as múltiplas reflexões impõem uma sucessiva dissipação da energia luminosa, que vai sendo absorvida pelos espelhos e por meio existente entre elas.”

VOLUME 3	
Página	14 / 5p
Contexto	“Quando a antimatéria se encontra com a matéria, ambas se aniquilam transformando-se em energia que é emitida em forma de um pulso de raios gama.”
Página	19 / 1p
Contexto	“A busca de fontes de geração de energia elétrica tem movimentado toda a comunidade científica e muito tem se avançado nesse campo.”
Página	19 / 1p
Contexto	“Nesse processo de ‘limpeza’ absorvem energia e emitem elétrons que podem ser recebidos e armazenados em baterias para uso de potencial.”
Página	30 / 2p
Contexto	“Teria havido nesse momento singular a liberação gigantesca de energia que, com a redução da temperatura, transformou-se em parte da matéria hoje conhecida.”
Página	31 / 5p
Contexto	“Numa expressão clara da famosa equação de Einstein, $E = mc^2$, quanto maior a energia das partículas nos experimentos de colisão entre elas, mais tipos de partículas criadas, como massas maiores.”
Página	44 / 3p
Contexto	“Nessa época, a empresa de Edison usava a corrente contínua para transmissão da energia elétrica utilizada para acender as lâmpadas de ruas e residências. Edison fez uma aposta com Tesla, duvidando que este pudesse desenvolver um projeto de corrente alternada mais interessante que para a transmissão da citada energia .”
Página	45 / 4p
Contexto	“Era uma obsessão para o cientista encontrar uma forma de transmitir energia elétrica sem o uso de fios condutores - como um sistema <i>wireless</i> - para que todos pudessem receber gratuitamente a energia necessária para o funcionamento de suas lâmpadas.”
Página	45 / 6p
Contexto	“A finalidade desse dispositivo não é a transmissão de dados via ondas eletromagnéticas, mas, sim, a transferência da energia elétrica sem a utilização de fios.”

Página	54 / 1p
Contexto	“Devido ao campo elétrico, a carga de prova será repelida e se afastará do condutor, ganhando velocidade e, conseqüentemente, adquirindo energia cinética (energia de movimento).”
Página	54 / 2p
Contexto	“Por adquirir energia cinética, podemos concluir que, no ponto P, a carga de prova q armazena uma energia potencial denominada energia potencial eletrostática ou elétrica, que vamos simbolizar por E_p . Essa energia potencial se transforma, na seqüência, em energia cinética.”
Página	54 / 2p
Contexto	“Esse potencial eletrostático no ponto P traduz a energia potencial elétrica potencial elétrica armazenada por unidade de carga posicionada neste local.”
Página	54 / 4p
Contexto	“A energia potencial eletrostática e o potencial elétrico são grandezas escalares algébricas, podendo ser positivas ou nulas.”
Página	54 / 6p
Contexto	<p>“Um ponto de um campo elétrico tem potencial elétrico igual a 1 volt quando uma partícula hipoteticamente eletrizada com carga de 1 coulomb adquire uma energia potencial igual a 1 joule ao ser dada colocada nele. Se esse ponto tiver potencial igual a 100 volts, por exemplo, cada coulomb de carga nele colocada adquirirá uma energia potencial igual a 100 volts.</p> <p>É importante destacar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Na verdade, a energia potencial adquirida pelo sistema Q e q. Se essas duas cargas puderem se mover, elas irão adquirir energia cinética a partir dessa energia potencial. Quando, porém, a carga Q é fixa (o que ocorre na maioria das vezes), associamos à carga de prova q toda a energia potencial do sistema.”
Página	58 / 2p
Contexto	<p>“Quando o corpo se encontra no ponto A indicado na figura, ele possui, em relação ao plano horizontal de referência, uma energia potencial de gravidade, que é dada pela expressão:</p> $E_{pa} = m.g.h_a$
Página	59 / 16p
Contexto	“Note que a carga positiva busca pontos de menor potencial para ficar com mínima energia potencial possível, que é a tendência natural de qualquer sistema.”
Página	60 / 3p
Contexto	“Note que a carga negativa busca pontos de maior potencial para também

	ficar com a mínima energia potencial possível.”
Página	60 / 6p
Contexto	“Tanto as cargas positivas como as negativas buscam uma situação de energia potencial mínima.”
Página	63 / 9p
Contexto	“Essa outras palavras, será preciso realizar um trabalho contra as forças de repulsão, e essa energia ficará armazenada no condutor sob a forma latente de energia potencial eletrostática (ou elétrica).”
Página	63 / 10p
Contexto	“Sendo v o potencial atingido pelo condutor, a energia potencial elétrica adquirida por ele é dada por:”
Página	64 / 11p
Contexto	“Na Universidade Estadual Paulista (Unesp), no departamento de Física e Química da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, estão sendo realizadas pesquisas, envolvendo esse material piezoelétrico, para transformar energia elétrica a pressão (energia mecânica) que carros, ônibus e caminhões exercem sobre a superfície da estrada.”
Página	67 / 2p
Contexto	“Em pesquisas na área da Física, eles são utilizados em especial para acelerar partículas eletrizadas, elevando consideravelmente sua energia .”
Página	93 / 5p
Contexto	“Para percebermos a importância do assunto, é só imaginar o caos que ocorreria se as fontes de energia elétrica parassem de funcionar e, conseqüentemente, não pudéssemos mais gerar correntes elétricas.”
Página	94 / 11p
Contexto	<p>“Para falar dessa energia, é preciso recordar, é preciso recordar que a energia potencial eletrostática (ou elétrica) E_p de uma partícula eletrizada com carga elétrica q, situada em uma posição em que o potencial elétrico é v, dado por:</p> $E_p = q v$ <p>No caso de elétrons, q é negativa (leia o boxe a seguir). Então, quando os elétrons vão da placa B para a placa A ($v_A > v_B$), eles perdem energia potencial elétrica; e quando, o agente transportador os leva de volta para a placa B, eles ganham energia potencial elétrica: o agente citado repõe nos elétrons a energia potencial elétrica que perderam. Como veremos mais adiante, a energia potencial elétrica que os elétrons perdem quando se deslocam de uma extremidade do fio até que a outra é fornecida ao fio de energia térmica.”</p>

Página	95 / 1p
Contexto	“É o caso, por exemplo, das pilhas comuns de lanterna e das baterias usadas em automóveis, nas quais a energia química é convertida em energia potencial elétrica.”
Página	99 / 8p
Contexto	“Como essa velocidade é atingida imediatamente após a ligação do fio ao gerador e se mantém estável, toda a energia potencial elétrica perdida pelos elétrons livres é convertida em energia térmica: dizemos que a energia potencial elétrica é dissipada no condutor. Essa transformação de energia potencial elétrica térmica recebe o nome de efeito joule ou efeito térmico.”
Página	100 / 2p
Contexto	“No SI, a energia é medida em J e o intervalo de tempo, em s.”
Página	100 / 3p
Contexto	“Então, se a lâmpada opera com potência igual a 48W, por exemplo, ela recebe 48J de energia por segundo.”
Página	100 / 5p
Contexto	“A energia E recebida pela lâmpada no intervalo de tempo Δt é a diferença entre a energia potencial elétrica que a carga q tem em A (E_{Pa}) e a que ela tem em B (E_{Pb}).”
Página	100 / 7p
Contexto	“Representando por uma letra U o módulo da diferença potencial entre os pontos A e B, a energia E fica dada por:”
Página	100 / 9p
Contexto	“Então, se cada coulomb de carga fornece 12J de energia , a lâmpada e, em cada segundo, 4 coulombs a percorrem, ela recebe $4 \cdot 12J$, ou seja, 48J em cada segundo.”
Página	100 / 12p
Contexto	“Observando que o número de joules consumidos é muito grande, imagine então como seria enorme o número de joules de energia elétrica consumidos em sua casa ou em uma indústria durante um mês. Assim, fica evidente que o joule, embora seja a unidade de medida de energia do SI, não é uma unidade adequada para medir o consumo mensal de energia elétrica em residências ou em indústrias, por exemplo. Por isso, foi estabelecida uma unidade prática de energia , que é o quilowatt-hora.”
Página	101 / 1p
Contexto	“Para calcular o consumo de energia em kWh, a potência deve estar em

	quilowatts e o intervalo de tempo de consumo, em horas.”
Página	108 / 2p
Contexto	“Os fios 1 e 2 vêm da caixa de distribuição de energia elétrica.”
Página	109 / 1p
Contexto	<p>“Há situações em que esse efeito é indesejável porque provoca desperdícios de energia elétrica e também pode danificar condutores.</p> <p>É o caso das instalações elétricas e das linhas de transmissão de energia elétrica, em que são usados fios de cobre ou alumínio, que minimizam o efeito Joule por serem excelentes condutores.”</p>
Página	109 / 3p
Contexto	“Existem também condutores fabricados com a finalidade exclusiva de converter energia elétrica em energia térmica, ou seja, de aproveitar o efeito Joule.”
Página	110 / 5p
Contexto	“Então, sua temperatura-limite é atingida quando ele também estiver perdendo 20J de energia por segundo para o ambiente.”
Página	114 / 9p
Contexto	“Como U significa energia que cada coulomb de carga entrega à associação, quando a percorre de um terminal ao outro, podemos escrever:”
Página	130 / 1p
Contexto	<p>“Como já vimos, a função do gerador de energia elétrica é fornecê-la ao circuito que ele alimenta. Essa energia é fruto da conversão de alguma modalidade de energia não elétrica em energia elétrica.</p> <p>A seguir, veremos diversas denominações que esses geradores podem receber, de acordo com a modalidade de energia de que se dispõem para produzir energia elétrica.</p> <p>São os que convertem energia mecânica em energia elétrica.”</p>
Página	130 / 4p
Contexto	“São os que convertem energia potencial química em energia elétrica.”
Página	131 / 1p
Contexto	“São os que convertem energia térmica diretamente em energia elétrica.”
Página	132 / 1p
Contexto	“Isso significa que a energia elétrica dissipada dentro da própria pilha é igual a 0,2J por coulomb que passa por ela.”

Página	133 / 7p
Contexto	“De fato, quando o chuveiro é ligado, a corrente elétrica aumenta consideravelmente nos fios que trazem energia elétrica até a casa.”
Página	135 / 1p
Contexto	“Quando determinada quantidade de energia é dissipada num resistor, sabe-se que ela foi transformada em energia térmica. Acontece que essa dissipação pode ser útil como no caso de um chuveiro, ou inútil e indesejável, como acontece nos fios de ligação ou no interior de uma pilha. Por isso preferimos chamar a energia inutilmente dissipada de energia desperdiçada.”
Página	142 / 1p
Contexto	<p>“Como já vimos, um resistor ligado a um gerador recebe energia elétrica e a converte integralmente em energia térmica.</p> <p>Agora vamos estudar os receptores elétricos: dispositivos que recebem energia elétrica de um gerador e convertem uma parte dela em energia não térmica.</p> <p>O motor elétrico é um bom exemplo de receptor. Ele recebe energia elétrica do gerador ao qual está ligado e transforma uma parte dessa energia em energia mecânica.”</p>
Página	142 / 4p
Contexto	“A bateria dos automóveis, por exemplo, quando opera como gerador, converte energia química em energia elétrica. Entretanto, pode ser recarregável, a bateria, no processo de recarga feito pelo alternador, funciona como receptor, recebendo energia elétrica e armazenando-a em forma de energia química.”
Página	142 / 5p
Contexto	“Quando funcionam como receptores, transformam energia elétrica em energia mecânica. Quando funcionam como geradores, precisam receber energia mecânica para transformá-la em energia elétrica.”
Página	143 / 7p
Contexto	“Uma grandeza $U = 1,3 \text{ V}$ indica que cada coulomb de carga entrega 1,3J de energia elétrica ao motor (receptor) quando passa por ele.”
Página	143 / 8p
Contexto	<p>“Isso significa que a energia elétrica nele dissipada inutilmente é de 0,4J por coulomb que o atravessa.</p> <p>O motor aproveita 0,9J, então, de cada coulomb que passa por ele para produzir energia mecânica.”</p>
Página	151 / 1p

Contexto	“Durante esse intervalo de tempo de espera, as pilhas instaladas na máquina estão armazenando energia em um componente eletrônico denominado capacitor. Essa energia é lançada em uma lâmpada de xenônio quando o flash é acionado.”
Página	151 / 4p
Contexto	“Sua função básica é armazenar cargas elétricas e, conseqüentemente, energia potencial eletrostática (ou elétrica).”
Página	153 / 10p
Contexto	“Vimos, em Eletrostática, que se um condutor está em um potencial v , eletrizado com carga Q , armazena uma energia potencial eletrostática (ou elétrica) dada por:”
Página	153 / 11p
Contexto	“No caso de um capacitor, porém, temos dois condutores armazenando energia potencial eletrostática.”
Página	153 / 14p
Contexto	“A energia potencial eletrostática do capacitor é a soma das energias potenciais calculadas em suas armaduras:”
Página	192 / 8p
Contexto	“Esses quatro elétrons possuem <i>spins</i> em concordância porque isso minimiza a energia do átomo.”
Página	215 / 2p
Contexto	“Esse fenômeno, chamado eletromagnética, é o princípio de funcionamento do gerador mecânico de energia elétrica.”
Página	215 / 4p
Contexto	“Basta lembrar que, até aquela época, a energia elétrica não podia ser utilizada em larga escala, pois era obtida por meio da transformação de energia química em acumuladores. Com a nova descoberta, o uso da energia elétrica generalizou-se, já que se tornou possível obtê-la a partir da energia mecânica proveniente das quedas de água, como ocorre nas usinas hidrelétricas.”
Página	222 / 2p
Contexto	“O trabalho motor útil, realizado pela força que o operador exerce, corresponde à energia entregue ao sistema e que se converte em energia elétrica, como previsto pelo Princípio da Conservação da Energia .”
Página	222 / 4p

Contexto	“Novamente, a força do operador precisa realizar um trabalho, que corresponde à energia fornecida ao sistema e que se converte em energia elétrica.”
Página	225 / 4p
Contexto	“Evidentemente, essas correntes provocam dissipação de energia por efeito Joule.”
Página	247 / 10p
Contexto	“A superfície de todo corpo, em qualquer temperatura acima do zero absoluto, emite energia na forma de radiações eletromagnéticas. Por estar relacionada com a temperatura do corpo que a emite, essa energia é denominada radiação térmica.”
Página	248 / 5p
Contexto	“Nessa expressão, Pot é a potência total irradiada pela superfície externa de um corpo (energia total da radiação emitida por unidade de tempo) que se encontra a uma temperatura absoluta de T; e é a emissividade ou poder de emissão do corpo, uma grandeza adimensional que depende da natureza da superfície emissora e que pode assumir valores entre 0 e 1; σ é uma constante universal denominada constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$; A é a área da superfície emissora.”
Página	248 / 6p
Contexto	<p>“A lei de Stefan-Boltzmann também pode ser expressa assim:</p> $I = \epsilon \sigma T^4$ <p>em que I é a intensidade total da radiação térmica emitida por um corpo - quantidade total de energia emitida por unidade de tempo e por unidade de área da superfície externa do corpo - cuja superfície externa encontra-se a uma temperatura T ($I = \text{Pot}/A$).”</p>
Página	248 / 8p
Contexto	“Pela mesma teoria, quando a radiação térmica incide num corpo, ela agita as cargas elétricas situadas perto da sua superfície. Com isso, parte da sua energia incidente no corpo é absorvida por ele.”
Página	248 / 12p
Contexto	“Todo corpo está emitindo e absorvendo energia na forma de radiação térmica. Quando, em cada unidade de tempo, o corpo absorve mais energia do que emite, sua temperatura tende a aumentar.”
Página	248 / 13p
Contexto	“No equilíbrio térmico (temperatura constante e igual à do ambiente), as quantidades de energia absorvida e emitida na forma de radiação térmica,

	por unidade de tempo, são iguais.”
Página	249 / 5p
Contexto	“A partir da análise do espectro de emissão desses corpos, nasceu a ideia da quantização da energia , como veremos adiante.”
Página	251 / 2p
Contexto	<p>“Assim, no estado quântico $n = 1$ sua energia é $1h f$; no estado quântico $n = 2$ sua energia é $2h f$, e assim por diante. Isso significa que a energia do oscilador é quantizada, ou seja, só pode ter determinados valores, no caso múltiplos inteiros de $h f$.</p> <p>É importante destacar que essa teoria de fato contraria totalmente a Física Clássica, segundo a qual um determinado oscilador harmônico simples pode ter qualquer quantidade de energia e, além disso, essa energia não depende da frequência, mas apenas da amplitude de suas oscilações.</p> <p>Em sua teoria, Plank também considerou que os osciladores existentes na superfície do corpo só emitem ou absorvem energia quando passam de um estado quântico para o outro. Se um oscilador passa, por exemplo de $n = 2$ para $n = 1$, emite uma porção discreta de energia igual a $h f$. Se passa de $n = 1$ para $n = 2$, absorve uma porção discreta de energia $h f$. Portanto, a emissão e a absorção de energia também se dão em quantidades quantizadas.</p> <p>Cada porção discreta de energia recebeu o nome de quantum, uma palavra do latim cujo plural é quanta.”</p>
Página	251 / 7p
Contexto	<p>“Surgiu, entretanto, uma nova dúvida: se a energia só é emitida em quantidades determinadas e, portanto, em determinadas frequências ou comprimentos de onda, como espectro da radiação térmica emitida por um corpo pode ser contínuo?</p> <p>Planck, ao ser questionado sobre isso, argumentou que existem tantos osciladores, com tantas energias diferentes, que torna muito grande a probabilidade de serem emitidas radiações de qualquer frequência.”</p>
Página	251 / 9p
Contexto	“É possível destacar, que apesar de ser o criador da teoria dos quanta, Planck nunca propôs que as radiações eletromagnéticas se propagassem na forma de porções discretas de energia (quanta).”
Página	251 / 10p
Contexto	“Em seguida, essas porções de energia diluíam em frequência de ondas comuns. Quando as frentes de onda incidiam num corpo, os osciladores absorviam energia , coletando também porções discretas, desde que correspondessem a alterações de seus estados quânticos.”
Página	252 / 10p

Contexto	“Portanto, a energia que os elétrons da placa P_1 , absorvem da radiação é destinada, em parte, para extraí-los da placa e, em parte, para que tenham energia cinética suficiente para chegarem até a placa metálica P_2 .”
Página	252 / 11p
Contexto	“Isso permite relacionar a energia cinética com os elétrons escapam de P_1 com o tipo de radiação eletromagnética incidente nessa placa.”
Página	252 / 12p
Contexto	“As energias cinéticas dos fotoelétrons não dependem da intensidade da radiação incidente. Isso significa, por exemplo, que, se o efeito foi produzido por uma determinada luz violeta, as energias cinéticas médias dos fotoelétrons não depende do fato de essa luz violeta ser forte ou fraca.”
Página	253 / 1p
Contexto	“Nas duas situações representadas anteriormente, as energias cinéticas médias dos fotoelétrons são iguais.”
Página	253 / 2p
Contexto	“De fato, no caso da luz violeta mais intensa, a mesma população de elétrons é atingida, em um mesmo intervalo de tempo, por uma energia total maior do que no caso da luz violeta fraca. Então, como os elétrons, segundo essa teoria, absorvem continuamente a energia incidente, que deveriam escapar com energias cinéticas maiores quando recebem a luz mais intensa, o que não acontece.”
Página	253 / 4p
Contexto	“Para a Teoria Ondulatória, se uma radiação de intensidade muito baixa produzisse o fenômeno, os elétrons deveriam demorar um tempo considerável para acumular a energia necessária à extração.”
Página	253 / 5p
Contexto	“As energias cinéticas dos fotoelétrons dependem da frequência da radiação incidente. Quanto maior é essa frequência, maiores são as energias cinéticas dos fotoelétrons.”
Página	253 / 5p
Contexto	“Repetindo a experiência com uma radiação de frequência mais elevada, como a ultravioleta, por exemplo, as energias cinéticas dos fotoelétrons serão maiores.”
Página	253 / 6p
Contexto	“Isso também não pode ser explicado com a teoria de Maxwell. De fato, o fenômeno não deveria ser influenciado pela frequência da radiação, já que o importante é o elétron acumular energia suficiente para escapar do metal, o

	que está relacionado com a intensidade da radiação, e não com a sua frequência.”
Página	253 / 10p
Contexto	“Einstein supôs que a energia de um fóton (quantum) é dada por: $E = h f$ ”
Página	253 / 12p
Contexto	“Em cada uma dessas colisões, um fóton que pode fornecer toda a sua energia (hf) a um único elétron. Absorvendo o fóton, o elétron será extraído se a energia hf , que depende da frequência da radiação, e são da sua intensidade, for suficiente. Caso contrário, o elétron permanecerá no metal.”
Página	254 / 2p
Contexto	“Com um fóton é um concentrado de energia , podemos chamá-lo de “corpúsculo” ou “partícula” de energia .”
Página	254 / 3p
Contexto	<p>“No efeito fotoelétrico, parte da energia do fóton absorvido por um elétron é usada para livrá-lo dos cátions do metal de extração. A energia que resta é a energia cinética do fotoelétron.</p> <p>A energia cinética máxima do fotoelétron relaciona-se com a energia do fóton por meio da expressão:</p> $E = E_c + A$ <p>em que: E é a energia do fóton absorvido pelo elétron ($E = hf$); A é uma característica do metal, denominada função trabalho. Essa grandeza significa a energia mínima necessária para extrair um elétron situado na superfície do metal, ou seja, é a mínima energia para extrair um elétron “mais fácil” de ser extraído. Se um elétron absorver um fóton com apenas essa energia A, ele sairá do metal, porém com a energia cinética igual a zero. Elétrons mais intensos nem sairão, pois precisam de mais energia para escapar. Ao fóton de energia igual a A está associada uma frequência mínima f_{\min}, tal que $A = hf_{\min}$; E_{\max} é a energia máxima dos fotoelétrons. Essa é a energia cinética de um elétron da superfície do metal, que absorveu um fóton de energia hf maior que A, “gastou” o mínimo na extração, sobrando o máximo de energia cinética.</p> <p>Veja, a seguir, a representação gráfica da energia cinética E_{\max} do fotoelétron em função da frequência f associada ao fóton que ele absorve.”</p>
Página	254 / 10p
Contexto	“Como a energia de um fóton é pequena demais em comparação com as unidades de energia que estamos habituados a usar, frequentemente lidamos com a unidade elétron-volt (eV), também útil na Física Atômica e na Física Nuclear. Em relação ao joule (J), e unidade de energia elétron-volt

	(eV) pode ser expressa assim:”
Página	258 / 1p
Contexto	<p>“Num dado átomo, os elétrons encontram-se em diversos níveis de energia. Os que estão mais próximos do núcleo encontram-se nos níveis mais baixos, enquanto os que estão afastados dele encontram-se os níveis mais altos de energia.</p> <p>Para entender isso, veja a figura abaixo, em que estão representados o núcleo de um átomo e um de seus elétrons em dois níveis de energia diferentes:</p> <p>Na posição 1, o elétron encontra-se em um determinado nível de energia. Para que ele passe para a posição 2, é necessário fornecer energia ao elétron, já que o núcleo o atrai. Portanto, na posição 2, o elétron está em um nível de energia maior do que quando está na posição 1.”</p>
Página	258 / 7p
Contexto	“Pela teoria eletromagnética de Maxwell, qualquer carga dotada de alguma aceleração emite radiação eletromagnética e , portanto, perde energia .”
Página	258 / 7p
Contexto	“Então, esse elétron deveria estar permanentemente emitindo radiação à custa de uma redução de seu nível de energia .”
Página	259 / 1p
Contexto	“Bohr postulou que, para a eletrosfera de um átomo manter-se estável, os elétrons desse átomo só podem ter determinados níveis de energia , denominados estados estacionários ou quânticos: a cada um desses estados corresponde uma determinada energia .”
Página	259 / 4p
Contexto	“Em termos de nomenclatura, também é importante saber que o estado estacionário, no qual os elétrons estão nos níveis mais baixos de energia , é denominado estado fundamental; os demais estados permitidos são denominados estados excitados.”
Página	259 / 6p
Contexto	<p>“Para o caso particular do átomo de hidrogênio, que possui um único elétron, os níveis de energia possíveis são dados pela seguinte expressão, decorrente da teoria de Bohr:</p> $E_n = -13,6 / n^2 \text{ eV}$ <p>em que $n = 1, 2, 3, \dots$ é o número quântico principal, que chamaremos simplesmente de número quântico, e E_n é a energia correspondente a cada número quântico.”</p>

Página	259 / 7p
Contexto	<p>“Isso significa que o elétron precisa receber energia para chegar ao nível zero, situação em que ele está deixando de interagir com o núcleo, ou seja, desvinculando-se do átomo.</p> <p>Bohr também postulou que todo átomo, ao passar de um estado estacionário para outro, emite ou absorve um quantum de energia igual à diferença entre as energias correspondentes aos dois estados, como exemplificam as figuras seguintes:</p> <p>Esse fato também não pode ser explicado pela teoria de Maxwell, pois segundo ela, a frequência da radiação emitida está relacionada com a frequência do movimento do elétron, o que não é verdade, já que a frequência da radiação emitida está relacionada apenas com a diferença de energia entre os estados inicial e final.”</p>
Página	260 / 2p
Contexto	<p>“No caso de uma radiação eletromagnética incidir em um átomo, um elétron dele só pode absorver um fóton (quantum de energia) se a energia deste (hf) for exatamente a quantidade de energia necessária para o elétron “saltar” de um nível permitido para outro também permitido.”</p>
Página	260 / 3p
Contexto	<p>“Observe, na figura a seguir, em elétron que absorve um fóton e salta do estado fundamental, de energia E_1, para o estado excitado, de energia E_4.</p>
Página	260 / 4p
Contexto	<p>“Quando um elétron absorve um fóton, ele pode “saltar” para qualquer um dos níveis superiores permitidos de energia, dependendo da energia do fóton absorvido”</p>
Página	260 / 5p
Contexto	<p>“Nesse caso, considerando a situação ilustrada na figura anterior, o fóton emitido tem a mesma energia ($E_4 - E_2$) do fóton incidente, isto é, do fóton que causou a excitação.”</p>
Página	260 / 8p
Contexto	<p>“Em cada “salto”, o elétron emite um fóton de energia menor que a do fóton que ele havia absorvido na excitação e, portanto, de frequência associada menor que a daquele fóton.”</p>
Página	261 / 3p
Contexto	<p>“É interessante notar que, no efeito termiônico, elétrons são extraídos devido ao recebimento de energia térmica, enquanto, no efeito fotoelétrico, isso ocorre devido à absorção de fótons de radiações eletromagnéticas.”</p>
Página	261 / 10p

Contexto	“A excitação causada por um fóton só acontece se a energia do fóton for extremamente aquela que o elétron precisa para realizar um salto quântico para outro nível permitido de energia .”
Página	261 / 11p
Contexto	“Se por exemplo, um elétron com 11,3 eV de energia bombardeia um átomo de hidrogênio no estado fundamental ($n = 1$), atingindo seu elétron, este absorve 10,2 eV e realiza um salto quântico para o estado $n = 2$. O elétron incidente continua em movimento com a energia cinética que restou, ou seja, com 11,1 eV.”
Página	268 / 1p
Contexto	“Consequentemente, também são relativas outras grandezas que dependem da velocidade, como a energia cinética e a quantidade de movimento.”
Página	268 / 2p
Contexto	“A energia potencial de gravidade é outra grandeza cujo caráter relativo é evidente. De fato, o valor dessa energia ($m g h$) depende do nível de referência adotado para medir alturas.”
Página	273 / 9p
Contexto	<p>“Sendo m_0 sua massa de repouso, pode-se demonstrar que essa massa equivale a uma energia intrínseca E_0, dada por: $E = m_0c^2$.</p> <p>Por exemplo, se fosse possível aniquilar uma pedra de massa de repouso igual a 1g, transformando-a a totalmente em energia, obteríamos:</p> <p>....</p> <p>Essa energia seria suficiente para manter acesas 1000 lâmpadas (de incandescência, em desuso) 100 W por quase 30 anos! Portanto, uma pequeníssima massa equivale a uma enorme quantidade de energia.</p> <p>Todas as reações que liberam energia, inclusive as reações químicas exotérmicas, fazem-no devido a uma perda de massa, que se transforma em energia.</p> <p>A energia solar, por exemplo, provém de uma reação nuclear denominada fusão nuclear. Nessa reação, núcleos de hidrogênio se unem produzindo um núcleo de hélio. A massa do núcleo de hélio, porém, é ligeiramente menor que a soma das massas dos núcleos de hidrogênio, e essa perda de massa corresponde à energia liberada.”</p>
Página	273 / 9p
Contexto	“Do exposto, concluímos que massa é uma forma de energia .”
Página	274 / 1p
Contexto	<p>“Se um corpo estiver em movimento em relação a um referencial no qual ele possui uma massa de repouso igual a m_0, sua energia total E será dada por:</p> $E = mc^2$

	em que m é a massa relativística do corpo. Essa energia total E é a soma da energia de repouso do corpo E_0 , com sua energia cinética E_c ."
Página	273 / 3p
Contexto	"Quando você aquece 1 kg de água, de 0 °C a 100 °C, a água absorve cerca de $4 \cdot 10^5$ J de energia ."
Página	273 / 3p
Contexto	"Se você deformar uma mola, armazenando nela 180 J de energia potencial elástica, sua massa aumentará de $2 \cdot 10^{-15}$ kg."
Página	273 / 3p
Contexto	"A reação do hidrogênio como o oxigênio, para formar água é exotérmica, ou seja, libera energia térmica. Para cada mol de água, é liberada uma energia de 68 kcal, o que equivale a uma pedra de massa dos reagentes aproximadamente igual a $3 \cdot 10^{-9}$ g."
Página	274 / 4p
Contexto	"A energia total E desse corpo, isto é, a soma de sua energia de repouso com sua energia cinética, é dada por:"
Página	275 / 1p
Contexto	"A energia de uma partícula de radiação eletromagnética (fóton) é $E = h f$."
Página	275 / 1p
Contexto	"No modelo atômico de Bohr, apareceram números inteiros associados aos níveis de energia permitidos a um elétron."
Página	278 / 1p
Contexto	"Nos atuais níveis de energia e temperatura reinantes no Universo (a temperatura média é de 2,7 K), as quatro forças fundamentais - nuclear forte, eletromagnética, nuclear fraca e gravitacional - apresentam características bem distintas, manifestando-se em "ambientes" diferentes."
Página	278 / 1p
Contexto	"As forças nuclear forte e eletromagnética terão caráter unificado em energias e temperaturas ainda maiores."
Página	278 / 2p
Contexto	"Embora uma teoria completa e satisfatória que reúna as quatro forças em uma única ainda não tenha sido alcançada, muitos cientistas acreditam que, em temperaturas e energias extremamente altas, isso pode ocorrer."

Página	278 / 3p
Contexto	“Se a hipótese da unificação estiver correta, então, durante os primeiros instantes que se sucederam ao big-bang, o Universo teria sido governado pela super força, já que as temperaturas nesse momento primordial são estimadas em 10^{33} K, com toda a energia existe já plenamente manifestada.”

APÊNDICE B - Tabela dos Termos Metafóricos

Nº	TERMOS METAFÓRICOS
1	Dispõe
2	Economizar
3	Transformação
4	Dissipação
5	Perdendo
6	Propulsionado
7	Menor
8	Quantidade
9	Constituída
10	Acionada
11	Comporta-se
12	Obtida
13	Geradas
14	Transferência
15	Vem
16	Formas
17	Sintetiza
18	Trabalha
19	Gasta
20	Dotada
21	Modalidade
22	Quantificada
23	Variação
24	Medida
25	Unidade

26	Aproveitamento
27	Limpa
28	Matriz
29	Usa
30	Oferta
31	Desempenha
32	Consumo
33	Aumenta
34	Fonte
35	Alimenta
36	Constante
37	Conservação
38	Relaciona
39	Soma
40	Libertadas
41	Mantido
42	Contido
43	Troca
44	Total
45	Equivalente
46	Tratada
47	Tem
48	Apresenta
49	Associada
50	Distribuída
51	Calculamos
52	Proporcional
53	Positiva

54	Negativa
55	Nula
56	Converte
57	Degrada
58	Ganho
59	Acréscimo
60	Armazenada
61	Possui
62	Adicionada
63	Diminui
64	Abandonada
65	Cresce
66	Parcela
67	Produção
68	Contabilizarmos
69	Emitida
70	Carregada
71	Absorve
72	Maior
73	Mover
74	Recebem
75	Cedem
76	Muda de local
77	Fornecem
78	Restava
79	Agregação
80	Depende
81	Trânsito

82	Flui
83	Desloca
84	Condutores
85	Acompanhando
85	Menos
86	Propagada
87	Saiu
88	Transportam
89	Elevada
90	Chega
91	Responsável
92	Produzir
93	Utilizada
94	Provoca
95	Translação
96	Acessível
97	Desperdiçada
98	Fruto
99	Lançada
100	Porção
101	Acumular
102	Concentrada
103	Intensificou
104	Subindo
105	Descendo
106	Adquiri
107	Nível