

NAIARA DE SOUZA COSTA OLIVEIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO DE FÍSICA:  
UMA PROPOSTA BASEADA EM SITUAÇÕES COTIDIANAS E APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

O48s  
2019  
Oliveira, Naiara de Souza Costa, 1988-  
Sequência didática como instrumento para o ensino de física :  
uma proposta baseada em situações cotidianas e aprendizagem  
significativa / Naiara de Souza Costa Oliveira. - Viçosa, MG, 2019.  
v, 116 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Inclui apêndices.

Orientador: Orlando Pinheiro da Fonseca Rodrigues.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 58-60.

1. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Aprendizagem  
experimental. 3. Didática. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Física. Programa de Pós-Graduação em Física.  
II. Título.

CDD 22. ed. 530

NAIARA DE SOUZA COSTA OLIVEIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO DE FÍSICA:  
UMA PROPOSTA BASEADA EM SITUAÇÕES COTIDIANAS E APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA**


Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Mestrado  
Nacional Profissional em Ensino de  
Física, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

APROVADA: 08 de fevereiro de 2019.



---

Eduardo Nery Duarte de Araújo



---

Isnard Domingos Ferraz



---

Orlando Pinheiro da Fonseca Rodrigues  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.”

A Deus pelo amparo, saúde e força para superar as dificuldades.

A minha mãe Guerreira Juliana Costa, minha maior incentivadora.

Ao meu pai Mário Lúcio Oliveira, pela ajuda nas horas difíceis e principalmente pelo carinho com o Matheus nos momentos de minha ausência.

Ao meu marido Diego Oliveira, pelo apoio constante, amor, carinho e companheirismo nessa caminhada difícil.

Ao meu amado filho, Matheus Costa, meu maior presente, obrigado por compreender minha ausência no período de curso e por ser o combustível nessa caminhada de luta.

A minha irmã Julimara Costa, pelo suporte e carinho.

Ao meu irmão Eduardo Costa por cuidar do Matheus nos momentos de minha ausência.

A minha sogra Lúcia, pelo apoio, ajuda e carinho com o Matheus nos momentos de minha ausência.

As minhas amigas pelos momentos de distração e palavras de incentivo.

Aos meus alunos do Colégio Regina Coeli pelo empenho durante a pesquisa.

A direção do Colégio Regina Coeli pela oportunidade de aplicar o projeto de pesquisa.

Ao meu professor e orientador, Orlando, pelo paciente trabalho de revisão e pela confiança,

A todos os professores do mestrado, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e pela partilha de conhecimentos.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação e estiveram ao meu lado nestes anos, incentivando e me fazendo acreditar que seria possível.

## RESUMO

OLIVEIRA, Naiara de Souza Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2019. **Sequência didática como instrumento para o ensino de física: uma proposta baseada em situações cotidianas e aprendizagem significativa.** Orientador: Orlando Pinheiro da Fonseca Rodrigues.

Trabalho, energia e potência são conceitos que perpassam toda a física do ensino médio, da mecânica ao eletromagnetismo. São também conceitos de uso comum na sociedade onde podem assumir significados diferentes ou muitas vezes de utilização errônea. Somado a isso, de um modo geral, após a sua introdução quando do ensino de mecânica, raramente se estabelece uma relação com sua utilização em outros contextos, seja no dia-a-dia das pessoas ou quando de sua utilização em outros conteúdos. Nesse trabalho apresentamos sequências didáticas baseadas em situações cotidianas dos alunos e ensino por investigação com o objetivo de levar os alunos a questionamentos e reflexões sobre o tema, com o objetivo de potencializar a aprendizagem. Para isso desenvolvemos situações problemas que são utilizadas em sala de aula, seguidos de discussões (coletivas e em grupos) dirigidas com o objetivo de se contrastar o que os alunos trazem consigo como bagagem conceitual e a capacidade explicativa dessa bagagem na situação problema apresentada. A aplicação em sala de aula se dá por meio de sequências didáticas que segundo Zabala (1998) (i) permitem determinar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos novos conteúdos de aprendizagem, (ii) propõem os conteúdos de maneira significativa e funcional para os estudantes, (iii) representam desafios possíveis para o aprendiz, (iv) promovem uma atitude favorável e motivadora em relação à aprendizagem dos novos conceitos, (v) estimulam a autoestima e o autoconceito do estudante em relação às aprendizagens, para que ele perceba que seu esforço vale a pena e (vi) facilita a aquisição de habilidades ligadas ao aprender a aprender, tornando o cada vez mais autônomo frente aos processos de aprendizagem. Os resultados obtidos foram altamente positivos. A dinâmica da sala de aula mudou significativamente, com um maior interesse e participação dos alunos.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Naiara de Souza Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2019. **Didactic sequence as an instrument for physicsteaching: a proposal based on everyday situations and meaningful learning.** Advisor: Orlando Pinheiro da Fonseca Rodrigues.

Work, energy and power are concepts used throughout high-school physics (in Brazil), from mechanics to electromagnetism. They are also used on our society daily life, where they might get a different meaning to people or even be user in a wrongfully context. To that one must add the fact that, after their introduction when teaching mechanics, a connection with their use in other situations is hardly ever done in classes, either in the day-to-day context of people's lives, either in connection with other subjects within physics. In this work we present didactic sequences based on investigative teaching methods based on daily life situations with the objective of making the students to question and to think about these concepts in order to boost learning. To do that we developed various case-scenario situations to be used in the classroom, followed by discussions (in groups or with the whole class) directed toward the comparison of the knowledge they already have about these concepts and the capacity of this knowledge to explain the situation/problems presented to them. The application of the sequences in the classroom should, according to Zabala (1998) (i) allow the students do check their previous knowledge against the new concepts being taught; (ii) present the new concepts in a meaningful for to the students; (iii) represents attainable challenges to the students; (iv) promote motivation towards the learning of the new concepts; (v) increase the self-esteem of the students toward the learning process, making them realize that the effort is worth; (vi) facilitates the development of skills relate to learning processes, creating autonomy. The results we obtained were highly positive and the dynamics in the classroom changed significantly with more participation and interest showed by the students.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	Aprendizagem Significativa.....	5
2.2	Ensino por Investigação .....	8
3	POTÊNCIA NO COTIDIANO .....	11
3.1	Energia e Trabalho.....	13
3.1.1	Teorema Trabalho – Energia.....	15
3.2	Potência Mecânica .....	17
3.3	Potência Elétrica.....	20
3.3.1	Potência em Circuitos Elétricos.....	23
3.4	Potência Térmica.....	25
3.4.1	Capacidade Térmica .....	27
3.4.2	Calor Específico.....	27
3.4.3	Calor de Transformação (L).....	28
3.4.4	Calorímetro .....	29
3.4.5	Rendimento .....	30
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	31
4.1	Local da Pesquisa .....	31
4.2	Sujeitos da Pesquisa.....	31
4.3	Planejamento das atividades.....	32
4.4	Coleta de dados.....	34
4.5	Avaliação na Sequência Didática .....	34
4.6	Descrição do Material .....	34
5	ANÁLISE DOS RESULTADO.....	37
5.1	Sequência Didática 1 .....	37
5.2	Sequência Didática 2 .....	44
5.3	Sequência Didática 3.....	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
7	REFERÊNCIAS .....	58
8	APÊNDICE A.....	61
9	APÊNDICE B.....	63
	ANEXO.....	98

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de física que domina as escolas no Brasil ainda é um ensino tradicional em que o professor planeja uma aula expositiva de Física, considerando que os alunos conheçam bem pouco do assunto ensinado ou que tenham informações distorcidas a respeito. Segundo Menezes (2000), Ainda que esforços e renovação estejam em processo, aos professores em geral continua se atribuindo a transmissão de conhecimento e aos seus alunos sua absorção. Com isso, sua meta é preencher as lacunas dos alunos, com exposição das leis e fórmulas fundamentais e também com exercícios e problemas. Alguns professores até podem mostrar algum experimento para exemplificar a teoria, mas na maioria das vezes é uma demonstração, sem participação ativa do aluno. “Como síntese desse anacronismo ainda hegemônico, pode-se dizer que, por um lado, a Física é ensinada como se fosse uma descrição inoxidável da natureza, que não tivesse história nem contradições; por outro, é como se essa ciência estivesse à parte das técnicas que envolvem todos os aspectos da vida humana [...]” (MENEZES, 2009, p. 29). Isso talvez se deva à influência do livro didático (DELIZOICOV, 2002) e ao fato de que professores podem não reconhecer seus alunos como sujeitos pensantes. A consequência é que o ensino de Física muitas vezes se realiza como uma Física matematizada, abstrata, desconexa, tornando perfeitamente compreensíveis as queixas dos estudantes de que a Física, quando não é incompreensível é “chata”.

Na realidade, existe uma diferença entre o conteúdo ensinado e o que foi aprendido, pois a realidade do aluno e sua vivência muitas vezes não são levadas em consideração durante o processo de ensino. Seria necessária uma mudança em, praticamente, toda a prática tradicional, para alterar essa situação, mas como o método tradicional é o mais simples e organizado para conseguir os resultados de uma aprendizagem “mecânica”, ele é mais utilizado e tão difícil de ser substituído. Além disso, não raramente, em face aos exames para ingresso em instituições de ensino superior, a utilização de outras metodologias é até mesmo desestimulada.

A Física como ciência não é somente um conjunto de fórmulas que funcionam em exemplos abstratos, ela também é constituída de teorias e experimentos bem concretos e aplicáveis no cotidiano. O conteúdo do Ensino de Física deve respeitar a natureza da Física como ciência e deve envolver aspectos de interesse dos alunos.



A utilização dos fenômenos físicos familiares torna a Física não somente uma cultura viva, mas também uma cultura útil.

Ensinar Física não é uma tarefa fácil, encontramos grande resistência por parte dos alunos, porque aprender Física também não é uma tarefa fácil, exige abstração e domínio da linguagem matemática por parte dos discentes. Na maioria das vezes o ensino de Física é tradicional, o aluno assume uma posição passiva e o professor de detentor do conhecimento, trabalhando a disciplina meramente com formulações matemáticas, sem nenhuma relação com o seu cotidiano.

O ensino de ciências, em particular de Física, é visto normalmente como uma disciplina vinculada à memorização de fórmulas, onde a aprendizagem do sujeito não ocorre de forma significativa.

Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) como aquela aprendizagem onde o sujeito de forma arbitrária armazena a informação, ou seja, ele não relaciona a nova informação com conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2015,p.162).

Nesse sentido, é fácil o professor em sala de aula observar que os alunos preferem esforçar-se para decorar mecanicamente uma classe enorme de problemas e situações a fazer um esforço deliberado para a compreensão dos conceitos tornando-os significativos.

Há que se considerar, no entanto, a forma com que o conteúdo é apresentado e cobrado (em sala de aula e exames tais como o ENEM). A escola promove essa aprendizagem mecânica, a famosa “decoreba”, quando valoriza o papel do estudante como o de mero anotador e reproduzidor de exercícios em provas. Segundo Moreira,

Uma longa experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem a memorizar não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver “problemas típicos”. O ideal é formular questões e problemas que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido, com o intuito de evitar a “simulação da aprendizagem significativa” (MOREIRA, 2015,p.164).

No ensino de Ciências é essencial um pluralismo metodológico que considere a variedade de recursos pedagógicos-tecnológicos e a gama de conhecimentos científicos a serem abordados na escola. É visível a contribuição dos trabalhos de pesquisa sobre o ensino de ciências mostrando que os estudantes aprendem melhor

quando o que foi ensinado faz parte do seu cotidiano e ele é capaz de interagir com esse conhecimento, transformando – o baseado em seu conhecimento prévio.

Essa proposta de ensino deve ser tal que leve os alunos a construir seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências. (CARVALHO, 2004, p.1).

É importante pensar como os conhecimentos são apresentados aos estudantes e como eles conseguem construir generalizações a partir das atividades didáticas propostas. É necessário compreender como se dá essa aprendizagem e construir uma abordagem que exija do sujeito transformação do conhecimento adquirido, ou seja, um material que contribua para a construção da aprendizagem. Segundo Moreira,

Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) a estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo (MOREIRA, 2015, p.164).

Os livros didáticos, em sua maioria, apresentam a Física, excessivamente presa à aplicação de fórmulas, abandonando qualquer possibilidade de ensino por investigação, toda a inserção histórica e social da ciência ou mesmo questionamentos de qualquer natureza de modo a levar à reflexão acerca do assunto ou mesmo ou a inserção desse conhecimento na vida cotidiana do indivíduo. De acordo com Bachelard (1996), esse último tipo de preocupação foi abandonada ao longo dos séculos XIX e XX e a “ciência moderna se afasta de toda referência à erudição”. Lentamente fomos abandonando a ideia de formação de um espírito científico por um espírito utilitarista e “prático”, levando a um tecnicismo exacerbado e dificultando a compreensão da ciência e sua interação com o mundo, a sociedade. A ciência deixou de ser parte de nossa cultura. Em função disso, nossos livros passaram a focar nesse tipo de formação, que lentamente dissocia a compreensão da realidade. Assim, não é de se estranhar a dificuldade dos alunos em diferenciar a Física da matemática.

A partir dessas colocações, a proposta desse trabalho é o desenvolvimento de uma sequência didática que leve em conta a concepção prévia que o aluno traz para a sala de aula referente às grandezas físicas: trabalho, potência e energia.

Investigando a construção do conhecimento e analisando de que forma os alunos relacionam essas grandezas.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Aprendizagem Significativa

A teoria de Ausubel propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista. Ausubel acredita que as informações estão armazenadas e organizadas na mente do ser que aprende. Seu interesse está em como a aprendizagem ocorre na sala de aula, no dia a dia das escolas. O foco da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa.

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo (AUSUBEL, 1978, p.41).

De acordo com Moreira (2015), assim à medida que a aprendizagem vai ocorrendo de forma significativa, os conceitos prévios vão ficando mais elaborados ancorando-se em novas informações e modificando os conceitos prévios, que passam a ter uma nova abrangência.

Ausubel (1978) aponta três tipos de aprendizagem significativa:

*Aprendizagem Representacional:* é o tipo mais simples, ocorre quando determinados objetos ou eventos passam a ser representados por símbolos (tipicamente palavras). Para o indivíduo, os símbolos passam a significar, aquilo que seus referentes significam. Por exemplo, se para uma criança a palavra mesa (um símbolo linguístico) significa apenas a mesa de sua casa, ela não tem ainda o conceito de mesa, apenas uma representação.

*Aprendizagem de conceitos:* é, uma aprendizagem representacional de alto nível, ocorre quando o sujeito passa a representar eventos ou objetos, por determinados símbolos; porém, são representações genéricas, representam abstrações dos referentes. Nesse caso, a criança incorpora o conceito, dizendo mesa a qualquer mesa não somente a da sua casa, ou seja, mesa no geral para designar o objeto em si.

*Aprendizagem proposicional:* é, uma aprendizagem que depende das aprendizagens conceitual e representacional, a tarefa é dar significado a novas

ideias expressas na forma de uma proposição. Nesse caso, a criança, por exemplo, usa uma lata como mesa, dando assim não apenas um significado pessoal ao objeto, mas relacionando com um conhecimento prévio.

Outra questão importante nesse processo são as concepções espontâneas tem origem da interação aluno - mundo, surgindo de forma natural em sua mente, ou seja, não há necessidade de nenhuma atividade educativa específica para o surgimento dela (LOCHHEAD; DUFRESNE, 1989). Porém estas ideias que surgem de forma espontânea são restritas e possuem um grau de abstração limitado, ou seja, são eficazes para situações cotidianas extraescolares, mas não para problemas com uma verdadeira complexidade. Assim, muitas delas podem ser caracterizadas como cientificamente incorretas.

O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo). Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas, na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem as novas ideias e conceitos (MOREIRA, 2015, p. 160).

Algumas das particularidades das concepções espontâneas, é que podem divergir substancialmente do conceito que se pretende ensinar, influenciam a aprendizagem futura e podem ser resistentes à mudança (DRIVER, 1989). Na verdade a mudança só ocorre com o surgimento de uma teoria melhor, que explica tudo o que explicava a anterior e também outras coisas (a nova coisa que se pretende ensinar). Nesse sentido, um dos problemas em ensinar Física consiste na dificuldade em mostrar ao aluno a forma em que as teorias científicas propostas em sala de aula superam as suas intuições, englobando um sistema conceitual mais complexo e abrangente.

Segundo Cunha:

A mudança conceitual raramente envolve um abandono completo de uma noção a favor de outra. Do contrário, com frequência envolve a adição de novas noções, retenção de noções existentes e aquisição de um sentido de contexto no qual a nova noção é mais apropriada (CUNHA, 1999, p.87).

Para superar essas dificuldades no ensino de Física e conseguir o avanço conceitual dos alunos é necessário estabelecer relações (ou na maioria dos casos, contrapor) da ciência com suas ideias intuitivas e com as situações cotidianas em

que estas se baseiam, tendo como objetivo um caráter construtivo da aprendizagem. Segundo Bachelard (1996),

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana(BACHELARD,1996, p. 23).

[...] Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir(BACHELARD,1996, p. 24).

Muitas vezes a aprendizagem de um conhecimento novo exige a “destruição” do antigo (obstáculo epistemológico), ou seja, não é possível aproveitar o subsunçor (ou o invariante operatório). É como se o conhecimento prévio fosse um obstáculo epistemológico Bachelard (1996). Um exemplo é da aprendizagem da Mecânica Quântica: muitos alunos tem dificuldade com conceitos da Mecânica Quântica, pois, não conseguem esquecer os conceitos da Física Clássica. Esquecer não no sentido de “apagar”, mas no sentido de não usá-lo como subsunçor, assim, a Física Clássica se torna um obstáculo ao aprendizado de Física Quântica. Para superar essa situação, Vergnaud (2007) sugere que:

O primeiro ato de mediação do ensino é, de fato, a escolha da situação a propor aos estudantes. Na ZDP<sup>1</sup>, existem continuidades e rupturas. O professor pode achar oportuno usar a continuidade e promover que o estudante passe de uma classe de situações a outra, próximas entre si [...]. É também possível que o professor considere oportuno usar a ruptura, de maneira que provoque o desequilíbrio entre a situação a tratar e as competências dos estudantes, e fazer com que eles tomem consciência dos limites de seus pontos de vista. (VERGNAUD, 2007, p. 287 e 288).

Para Moreira (2015), a aprendizagem significativa de novos conhecimentos depende do conhecimento prévio do aluno. Muitas vezes esse conhecimento prévio é errôneo, ou seja, no contexto da matéria de ensino não é aceito cientificamente. Porém, é resultado de uma aprendizagem significativa, incorporado de maneira não literal e não arbitrária à estrutura cognitiva do aluno o que dificulta uma mudança

---

<sup>1</sup> Zona de Desenvolvimento Proximal, Vigotski define como sendo a diferença entre o que o sujeito consegue fazer sozinho e o que ele só consegue fazer com o auxílio do outro (VIGOSTKI,2009).

conceitual, pois, conhecimentos adquiridos por aprendizagem significativa são resistentes à mudança. No ensino de Física isso ocorre com frequência. Por exemplo, é comum o aprendiz achar que há uma proporcionalidade entre a velocidade que um corpo adquire e a intensidade da força que atua sobre ele. É uma concepção que o aluno traz para sala de aula, adquirida em experiências do cotidiano. Mas, a concepção aceita cientificamente é a de que há uma proporcionalidade entre aceleração e força, e não entre velocidade e força. Acontece que a mudança conceitual nesse caso é bem difícil. Logo, é preciso planejar o ensino visando facilitar a aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2015), existem algumas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, além de um material potencialmente significativo, é necessário também que o aluno tenha subsunçoesem sua estrutura cognitiva, capazes de ancorar novas informações.

Outra condição é que o aprendiz tenha uma predisposição para aprender, para relacionar de maneira não arbitrária e não literal o novo conhecimento ao conhecimento prévio que já existe em sua estrutura cognitiva. Caso contrário, a aprendizagem será mecânica. “Esse tipo de aprendizagem, bastante estimulado na escola, serve para “passar” nas avaliações, mas tem pouca retenção, não requer compreensão e não dá conta de situações novas” (MOREIRA, 2015, p. 226).

É preciso que o aluno prefira a aprendizagem significativa à aprendizagem mecânica, só assim, ele será capaz de relacionar os conteúdos e terá condição, quando confrontado com problemas reais, de fazer relações com o que foi aprendido em sala de aula. Logo, não depende exclusivamente do professor a responsabilidade pela aquisição de conhecimento, pelo contrário, depende muito do aluno. Nesse sentido, o papel do professor é ser um mediador no processo, e do aluno escolher se quer aprender significativamente ou não.

## **2.2 Ensino por Investigação**

Com o objetivo de melhorar o processo de aprendizagem, vários autores têm recorrido à metodologia de ensino por investigação, que teria a capacidade de despertar no aprendiz a necessidade e o prazer pela descoberta do conhecimento, o papel do professor é o de orientar esse processo. Todos nós possuímos uma tendência investigadora, que geralmente é destruída ao longo do processo

educacional focado quase que exclusivamente nos “programas dos exames universitários” (BACHELARD, 1996). É preciso, portanto, reestimular essa tendência investigadora nos aprendizes, de modo a permitir que o processo de aprendizagem seja efetivo reconectado com a realidade que se apresenta na vida cotidiana.

Segundo Bianchini (2011) uma situação problema em que os alunos discutem e elaborem hipóteses para tentar chegar a uma solução é uma atividade investigativa, cuja essência está na maneira como o professor conduz as atividades e na maneira de problematizar uma situação a ser investigada pelos alunos.

O objetivo de elaborar atividades investigativas é levar o aluno a pensar, debater, justificar, argumentar, aplicar conhecimento a situações novas, fazê-los participar de sua própria aprendizagem e sentir a importância disso. (BIANCHINI, 2011, p. 22).

O Ensino por Investigação tem como pressupostos básicos o seguinte corpo de trabalho: primeiro, os alunos devem sentir-se interessados em participar da investigação e, para isso ocorrer, é indicado iniciar a atividade com uma ou mais questões que sejam interessantes para os alunos; segundo, os aprendizes devem ter oportunidades em sala para poderem desenvolver uma das principais etapas da investigação, a elaboração das hipóteses para explicar o fenômeno observado/questionado; terceiro, deve ocorrer uma troca de ideias entre o corpo discente e o professor, que tem o papel de orientador (BIANCHINI, 2011, p. 23).

Para Azevedo (2004), o professor tem o papel de elaborar situações-problema que estejam presentes no cotidiano dos seus alunos, para que a atividade faça sentido para o aprendiz de modo que ele tenha interesse e entenda o porquê de realizar essa investigação.

Para que uma atividade possa ser considerada investigativa, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou a observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Muitas são as vantagens em um ensino por investigação. Para Bianchini (2011) melhora a educação dos jovens do nosso país, formando pessoas mais críticas, comunicativas, disciplinadas e autônomas. Bianchini (2011) e Cañal (2006) ainda indicam outros aspectos positivos em relação à utilização da investigação como método de ensino, tais como:

(i) potencializa indagação colaborativa, o trabalho em equipe e a unificação do currículo escolar; (ii) facilita o desenvolvimento profissional do professor e a aprendizagem funcional do aluno; e (iii) trabalha com um currículo



baseado no estudo de problemas que interessam a comunidade educativa. (BIANCHINI, 2011, p. 25).

Dessa forma, o professor deve constantemente refletir sobre sua prática pedagógica e com a metodologia de investigação ele tem essa oportunidade. É seu dever promover atividades que estimulem o aluno a compreender conceitos e entender a ciência; que o prepare para entender o mundo em que vive e resolver problemas e questões que lhe são propostas. É importante que essas atividades abordem a realidade do aluno e que desenvolva nele uma postura investigativa.

Com efeito, uma nova abordagem na prática docente é esperada da escola e dos professores, em que as orientações são encontradas em um documento denominado Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN há duas décadas:

Para isso, o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno (BRASIL, 1998, p.62).

Nesse sentido, sequências didáticas devidamente desenvolvidas e aplicadas podem ajudar a resolver várias das questões propostas, fugindo de uma aula tradicional e, simultaneamente, atendendo à maioria dos pressupostos acima. Para isso, os conceitos de potência, trabalho e energia serão trabalhados por meio de atividades investigativas, que provoquem os alunos e os levem a refletirem sobre o assunto proposto, permitindo a formação de hipóteses e debates e, embasados nas discussões, exposições e leitura, construam um conceito que tenha um significado real, ocasionando assim, uma aprendizagem significativa.

### 3 POTÊNCIA NO COTIDIANO

O conceito de energia, sistematizado ao longo do século XIX, tem um papel importante aparecendo, muitas vezes de forma despercebida, de várias maneiras em nosso cotidiano. De uma conta de energia elétrica, o uso de combustíveis fósseis, o consumo durante um banho, o consumo de “energéticos” ou mesmo em nossos esforços para a manutenção da saúde, seja por meio de dietas (administração de calorias) ou exercícios físicos (consumo de calorias). A desconexão desse conceito com o que se aprende (e se ensina) nas escolas é, muitas vezes, devida à falta de noção da ciência como parte da cultura, a incompreensão do desenvolvimento histórico dos conceitos científicos e, principalmente, a completa dissociação do que se aprende com a realidade dos indivíduos.

A esse conceito soma-se o conceito de potência, que além de estar associado ao vigor físico, está associado a lâmpadas, equipamentos eletrodomésticos (particularmente aqueles que utilizam motores) e automóveis, a chuveiros elétricos e aquecedores de um modo geral, dentre tantos outros.

Em muitas situações há ainda uma enorme confusão devido à escolha das unidades apresentadas, como por exemplo, em nossas contas de energia elétrica que utilizam-se do kWh como unidade de energia, levando muitos a confundir as duas coisas. A isso soma-se o conceito de trabalho que em física tem uma definição que, muitas vezes, pode ferir o senso comum das pessoas, levando-as a “rejeitá-lo”.

Todos nós já ouvimos alguma vez a palavra potência. Talvez, na propaganda de certos produtos eletrônicos, como por exemplo, os aparelhos de som e as fontes dos microcomputadores, ou quando nos referimos ao motor do carro, ao dizer que um carro é mais potente que o outro, ou mesmo para dizermos sobre a potência de um chuveiro elétrico.

Propagandas de carros usam e abusam do conceito de potência, com frases do tipo "o mais potente da categoria" ou “acelera de 0 a 100 km/h em menos tempo” (medida usada para se referir a potência do motor). Temos alguns exemplos:



**De 0 a 100 em menos de 10 segundos. Mas com este interior você vai querer fazer numas 4 horas e meia.**

Produto: Ford Taurus  
Anunciante: Ford  
Agência: Young & Rubicam  
Veículo: Istoé  
Data: Outubro de 1997



**Nova Linha Strada. Agora mais potente, com motor 1.8 assim você foge mais rápido da cidade.**

Produto: Nova Linha Strada  
Anunciante: Fiat  
Veículo: Veja  
Data: Novembro de 2002

**Figura 1:** Propagandas de carro. **Fonte:** Disponível em: [www.propagandaemrevista.com.br/produtos/20/Autom%C3%B3veis/?page=27](http://www.propagandaemrevista.com.br/produtos/20/Autom%C3%B3veis/?page=27). Acesso em: 28 de novembro de 2018.

Para comprar lâmpadas e chuveiro para sua casa, é necessário observar os dados nominais, ou seja, a potência e a tensão da rede (110V ou 220V). No caso da lâmpada a potência está relacionada com o brilho, por exemplo, uma lâmpada de 100W brilha mais que uma lâmpada de 40W. Já no caso do chuveiro a potência está

relacionada com o aquecimento da água, ou seja, a quantidade de energia elétrica que será transformada em energia térmica para o aquecimento da água. Assim, podemos chegar à conclusão que é a potência que define o quão “forte” seu equipamento é em relação a outros modelos.

### 3.1 Energia e Trabalho

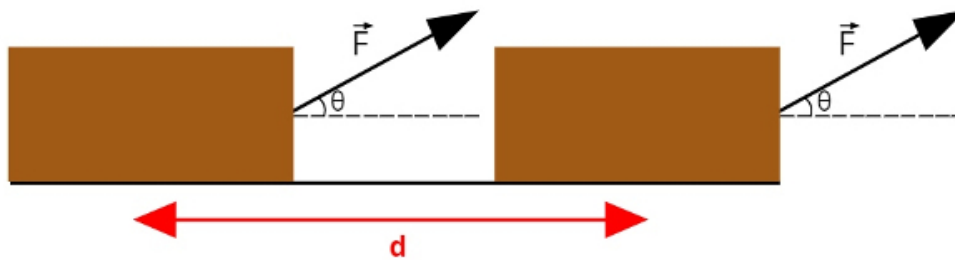
Segundo Halliday, Resnick e Walker (2009, p. 153) “O termo energia é tão amplo que é difícil pensar em uma definição concisa. Tecnicamente, a energia é uma grandeza escalar associada ao estudo de um ou mais objetos.” Mas eles reconhecem que é uma definição vaga, em seguida define novamente, agora uma definição menos rigorosa, “Energia é um número que associamos a um sistema de um ou mais objetos.”

Sobre conservação de energia, Halliday, Resnick e Walker (2009, p.153) afirmam que: “A energia pode ser transformada de uma forma para outra e transferida de um objeto para outro, mas a quantidade total é sempre a mesma.”

Halliday, Resnick e Walker (2009, p. 155) definem trabalho como: “É a energia transferida para um objeto ou de um objeto através de uma força que age sobre o objeto. Quando a energia é transferida para o objeto, o trabalho é positivo, quando a energia é transferida do objeto, o trabalho é negativo”.

Atenção para o uso da palavra “trabalho”, que no sentido coloquial é representado por qualquer esforço físico ou mental. “Assim, por exemplo, se você faz força contra uma parede você se cansa por causa das contrações musculares repetidas e está, no sentido coloquial, realizando um trabalho” (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 155). Porém, nesse caso, o trabalho, na definição da Física é nulo, pois, esse esforço não produziu transferência de energia.

Dado um corpo de massa  $m$  que é deslocado sobre uma superfície sem atrito em uma distância  $d$  por uma força  $F$ . Podemos encontrar uma expressão para o trabalho.



**Figura 2:** Uma força constante  $F$ , que faz um ângulo  $\Theta$  com o deslocamento de um corpo sobre um plano horizontal sem atrito, acelera o corpo ao longo do plano fazendo sua velocidade mudar de  $V_0$  para  $V$ .

**Fonte:** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/potencia.htm#>>. Acesso em: 28 de novembro de 2018.

O corpo é acelerado por uma força constante que faz um ângulo  $\Theta$  com a horizontal. Pela segunda lei de Newton temos:

$$F_x = m a_x \quad (1)$$

#### Legenda

$F_x$  = força na direção x (N)

$m$  = massa (Kg)

$a_x$  = aceleração na direção x ( $m/s^2$ )

Quando o corpo sofre um deslocamento  $\vec{d}$ , a força muda a velocidade do corpo de um valor inicial  $\vec{v}_0$  para outro valor  $\vec{v}$ . Sendo a aceleração constante, pois a força também é constante.

Podemos usar a equação de Torricelli para as componentes em relação ao eixo x,

$$v^2 = v_0^2 + 2a_x d \quad (2)$$

#### Legenda

$v$  = velocidade final (m/s)

$v_0$  = velocidade inicial (m/s)

$a_x$  = aceleração na direção x ( $m/s^2$ )

$d$  = deslocamento (m)

Substituindo  $a_x$  na Eq. 1 e reagrupando os termos, temos:

$$\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = F_x d \quad (3)$$

Na equação (3) acima, podemos notar que o lado esquerdo representa a variação da energia cinética ( $\Delta k$ ), já o termo do lado direito representa o trabalho ( $W$ ).

$$W = F_x d \quad (4)$$

Podemos escrever  $F_x$  como sendo,  $F \cos\theta$ ;

$$W = F d \cos\theta \quad (5)$$

#### Legenda

$F$  – força aplicada (N)

$d$  – distância percorrida (m)

$\theta$  = ângulo formado entre os vetores  $\vec{F}$  e  $\vec{d}$  ( $^\circ$ )

Temos que prestar atenção em duas condições para o uso dessa equação: primeiro, que a força deve ser constante durante todo o movimento; segundo, o corpo deve se comportar como uma partícula.

“A força realiza um trabalho nulo quando não possui uma componente vetorial na direção do deslocamento”. (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 156).

No SI a unidade de trabalho é Joule,

$$1 J = 1 Kg \frac{m^2}{s^2} = 1 N m$$

### 3.1.1 Teorema Trabalho – Energia

Calculando trabalho através da variação da energia cinética.

Considere que o corpo de massa  $m$  ilustrado na figura abaixo é acelerado pela ação de uma força  $F$ , tendo sua velocidade variada de  $v_0$  até  $v_f$ :



**Figura 3:** Um corpo de massa  $m$  sendo acelerado pela ação de uma força.

**Fonte:** Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/potencia.htm#>>. Acesso em: 28 de novembro de 2018.

Na Eq. 3, chegamos no teorema, em que a variação da energia cinética de um corpo é igual ao trabalho de uma força constante resultante sobre o corpo. Assim, podemos escrever:

$$\Delta K = K_f - K_i = W \quad (6)$$

**Legenda**

$\Delta K$  = variação de energia cinética (J)

$K_f$  = energia cinética final (J)

$K_i$  = energia cinética inicial (J)

Lembrando que na Eq.3 a força aplicada ao corpo é constante.

No caso de uma força variável, o Teorema Trabalho-Energia continua sendo válido, como demonstraremos a seguir. O trabalho realizado por uma força variável sobre o corpo é definido como:

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx = \int_{x_i}^{x_f} m a dx \quad (7)$$

Pela segunda lei de Newton, temos:

$$m a dx = m \frac{dv}{dt} dx \quad (8)$$

Pela regra da cadeia para derivação temos:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} v \quad (9)$$

Assim,

$$m a dx = m \frac{dv}{dt} v dx = m v dv \quad (10)$$

Substituindo a Eq. 10 na Eq. 7, obtemos:

$$W = \int_{v_i}^{v_f} mv \, dv = m \int_{v_i}^{v_f} v \, dv = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 \quad (11)$$

Podemos escrever na forma

$$W = K_f - K_i = \Delta K \quad (12)$$

**Legenda:**

$\Delta K$  – variação da energia cinética (J)

$K_f$  – energia cinética final (J)

$K_i$  – energia cinética inicial (J)

$m$  – massa do corpo (kg)

Expressão do teorema do trabalho e energia cinética, que afirma que o trabalho calculado é igual à variação da energia cinética do corpo.

Agora vamos então entender bem o que quer dizer potência.

### 3.2 Potência Mecânica

Potência é uma grandeza física usada para calcular a quantidade de energia concedida ou consumida por unidade de tempo. Halliday, Resnick e Walker (2009) definem potência como, “Taxa de variação com o tempo do trabalho realizado por uma força.” (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 153).

A potência média desenvolvida durante esse intervalo de tempo é

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad (13)$$

**Legenda:**

$P$  – potência média (W)

$W$  – trabalho (J)

$\Delta t$  – intervalo de tempo (s)



Potência instantânea é a medida da quantidade de trabalho realizado em um processo durante um intervalo de tempo muito pequeno (infinitesimal). “É a taxa de variação instantânea com a qual o trabalho é realizado” (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 153).

$$P_{int} = \frac{dW}{dt} \quad (14)$$

#### Legenda

$P_{inst}$  – potência instantânea (W)

$dW$  – trabalho infinitesimal (J)

$dt$  – intervalo de tempo infinitesimal (s)

A potência instantânea é usada para calcular a taxa de realização de trabalho a cada instante, não durante um longo processo.

Considerando o seguinte exemplo: Uma força horizontal de intensidade igual a 15N é aplicada a um corpo, por um percurso de 15m, sendo que o tempo gasto para percorrê-lo foi de 5s. Nesse caso podemos calcular a potência média que o corpo desenvolve, pois, temos um intervalo de tempo considerável. Usando o mesmo exemplo podemos calcular a potência instantânea, porém é preciso considerar um instante e não um intervalo de tempo, ou seja, é possível calcular a potência instantânea, por exemplo, no momento em que o corpo atingir a velocidade de 1m/s.

No SI, a unidade de potência é o Joule por segundo, em que recebeu o nome de Watt (W), como forma de homenagem aos trabalhos desenvolvidos por James Watt, que foram de extrema relevância para o desenvolvimento das máquinas a vapor.

$$1 \text{ Watt} = 1W = 1 \frac{J}{s}$$

No caso da indústria automobilística, a potência dos motores dos automóveis é dada em cv (cavalo-vapor) ou em hp (horse-power), as relações delas com o watt são:

$$1 \text{ horsepower} = 1hp = 746 W$$

$$1 \text{ cavalo - vapor} = 1 cv = 735W$$

Usando o mesmo exemplo da Fig. 2, podemos calcular a potência realizada por uma força por meio da definição de potência média:

$$P = \frac{dW}{dt}$$

Lembrando que trabalho realizado por uma força F pode ser calculado por:

$$W = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

Podemos expressar a potência em termos da força e da velocidade.

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{F \cos\theta dx}{dt} = F \cos\theta \frac{dx}{dt},$$

$$P = Fv \cos\theta \quad (15)$$

Escrevendo como produto escalar  $\vec{F} \cdot \vec{v}$ , temos:

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (16)$$

#### Legenda

F – força aplicada (N)

v – velocidade do corpo (m/s)

Usando o exemplo da Fig.3, podemos calcular a potência mecânica relacionada ao movimento por meio da seguinte equação:

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta K}{\Delta t} \quad (17)$$

Que pode ser aplicada a várias situações do cotidiano, como por exemplo, em anúncios de propaganda de carro, do tipo, o mais veloz da categoria, possui massa de 1709 Kg e varia sua velocidade de 0 a 100 Km/h em 6 segundos.

### 3.3 Potência Elétrica

Todo eletrodoméstico possui algumas informações que são os dados nominais, informações estas que são de extrema importância e deve ser analisada, entre elas a potência elétrica, grandeza que, de certa forma, mensura a variação da energia elétrica transformada por um aparelho em um determinado intervalo de tempo, em outras formas de energia. Por exemplo, uma lâmpada de 60 W é capaz de transformar 60J de energia elétrica a cada segundo em energia luminosa.

Para calcular a potência elétrica, vamos partir da definição de trabalho realizado pela força elétrica, visto que, potência pode ser calculada pela razão entre o trabalho e o intervalo de tempo.

Quando colocamos duas cargas elétricas próximas uma da outra, a força Coulombiana entre elas pode provocar deslocamento. Durante o deslocamento a força aplicada realiza um trabalho ( $W$ ) sobre a carga. Assim, ocorre transformação de energia potencial elétrica em energia cinética, dessa forma, é possível calcular o trabalho realizado pela força elétrica com o teorema da energia cinética, ou seja, o trabalho resultante é igual à variação da energia cinética da carga ( $q$ ).

$$W = K_f - K_i$$

$$W = \Delta K$$

Como a força elétrica é uma força conservativa, a energia do sistema se conserva, nesse caso temos:

$$U_f - U_i = K_f - K_i$$

Assim,

$$W = U_f - U_i \quad (18)$$

Segundo HALLIDAY; RESNICK e WALKER (2009),

A energia potencial por unidade de carga, que pode ser representada por  $\frac{U}{q}$ , não depende da carga  $q$  da partícula e é uma característica apenas do campo elétrico na região do espaço que está sendo investigada. A energia potencial por unidade de carga em um ponto do espaço é chamada de potencial elétrico e representada pela letra  $V$ .(HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 79).

$$V = \frac{U}{q} \quad (19)$$

Como a energia potencial elétrica pode ser escrita na forma,

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_1 q}{r} \quad (20)$$

#### Legenda

$U$ = energia potencial elétrica (J)

$q_1$ = carga que cria o potencial elétrico (C)

$q_2$ = carga de prova (C)

$r$  = distância (m)

$\epsilon$  =  $8,8541878176 \times 10^{-12}$  (F/m) constante de permissividade do vácuo.

Substituindo a Eq.20 na Eq.19, temos:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_1}{r} \quad (21)$$

A diferença de potencia elétrica ( $\Delta V$ ) entre dois pontos é dada por:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \quad (22)$$

Retomando ao cálculo do trabalho, podemos substituir a variação de energia potencial elétrica na equação do trabalho, temos:

$$W = \Delta U$$

$$W = q \Delta V$$

$$W = q (V_f - V_i) \quad (23)$$

**Legenda**

W – trabalho da força elétrica (J)

q – módulo da carga elétrica (C)

$\Delta V$  – diferença de potencial (V)

Trabalho é uma grandeza escalar, podendo ser positivo ou negativo, depende do sinal e do valor absoluto de q e  $\Delta V$ .

Já sabemos que potência pode ser calculada por:

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Substituindo temos:

$$P = \frac{q \Delta V}{\Delta t} \quad (24)$$

Onde a quantidade de carga que atravessa um condutor em um intervalo de tempo é:

$$q = i \Delta t$$

Logo,

$$P = i \cdot \Delta V \quad (25)$$

**Legenda**

q – módulo da carga elétrica (C)

$\Delta V$  – diferença de potencial (V)

P – potência elétrica (W)

$\Delta t$  – intervalo de tempo de movimento da carga (s)

i – módulo da corrente elétrica (A)

### 3.3.1 Potência em Circuitos Elétricos

Considerando o circuito formado por uma pilha ligado por fios de resistência desprezível a uma lâmpada. Como o circuito é fechado e a pilha mantém uma diferença de potencial (V) entre os seus terminais, uma corrente (i) atravessa o circuito.



**Figura 4:** Uma pilha estabelece uma corrente  $i$  em um circuito que contém uma lâmpada.

**Fonte:** Disponível em: <https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/abordagem-dos-circuitos-eletricos-no-enem.htm>. Acesso em: 28 de novembro de 2018.

A quantidade de carga ( $dq$ ) que atravessa o circuito em um intervalo de tempo ( $dt$ ) é:

$$dq = i dt \quad (26)$$

A carga ( $dq$ ) tem seu potencial reduzido de  $V$  ao completar o circuito, assim, sua energia potencial é reduzida de um valor dado por:

$$dU = V dq = i V dt \quad (27)$$

Pela lei de conservação da energia, a redução de energia potencial elétrica é na verdade, acompanhada por uma conversão da energia em outra forma qualquer. “A potência  $P$  associada a essa conversão é a taxa de transferência de energia  $\frac{dU}{dt}$ ,” (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 154) que, de acordo com a Eq.27, pode ser expressa na forma:

$$P = i V$$

Potência é a taxa com a qual a energia é transferida da pilha para a lâmpada, ou seja, a energia é transformada em energia luminosa, como a lâmpada é do tipo incandescente parte a energia será transformada em energia térmica também.

Em casos com dissipação de energia, a Eq. 25, pode ser escrita na forma:

$$P = i^2 R \quad (28)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (29)$$

#### Legenda

V – potencial elétrico(V)

R – resistência elétrica ( $\Omega$ )

“Nos resistores, a energia potencial elétrica é convertida em energia térmica através de colisões entre os portadores de carga e os átomos da rede cristalina” (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009,p. 158).

O funcionamento da potência elétrica pode ser explicado da seguinte forma: ao ligar um aparelho na tomada, forma-se uma diferença de potencial ( $\Delta U$ ) entre seus terminais realizando assim, uma quantidade de trabalho ( $W$ ) sobre as cargas elétricas ( $q$ ) nos circuitos do aparelho, fazendo com que elas movimentem, ou seja, atribuindo-lhes energia cinética. “O fluxo de cargas em um condutor é chamado de corrente elétrica ( $i$ )” (MÁXIMOS e ALVARENGA, 2014, p. 93). Medindo a quantidade de trabalho ( $W$ ) que foi realizada pelas cargas a cada segundo ( $\Delta t$ ) de funcionamento do dispositivo obtemos a potência elétrica ( $P$ ).

A energia elétrica usada em uma residência é medida por um medidor, instalado pela companhia de eletricidade. O consumo de energia elétrica depende da potência dos aparelhos ligados à rede e do tempo de funcionamento de cada aparelho.

Portanto, quanto maior for a potência de um aparelho eletrodoméstico e quanto maior for o tempo que ele permanece ligado, maior será a quantidade de energia elétrica que ele utilizará (transformando-a em outras formas). O valor registrado no medidor equivale à soma das energias utilizadas, durante um certo período, pelos diversos aparelhos instalados na casa (MÁXIMOS e ALVARENGA, 2014, p.125).

$$\Delta E = P \Delta t \quad (30)$$

A energia elétrica consumida poderia ser medida em Joules, unidade do SI, entretanto, as companhias de eletricidade usam medidores calibrados em quilowatt-hora (kWh) em virtude de sua praticidade. Se a energia elétrica fosse medida em joules, os números utilizados para expressar seu consumo seriam enormes e pouco práticos.

$$1kWh = (1000W)(3600s) = 3,60 \times 10^6 J$$

### 3.4 Potência Térmica

Podemos calcular a potência de uma fonte de calor através da quantidade de calor emitida por um determinado intervalo de tempo. Podemos determinar também, a potência emitida por um ebulidor ou a fornecida por uma chama, basta saber a quantidade de calor dissipado por essas fontes a cada segundo.

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \quad (31)$$

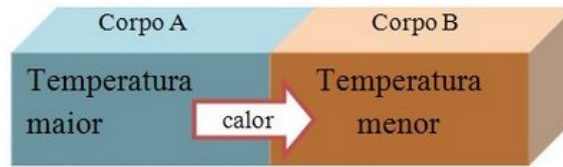
“Calor é energia transferida de um objeto para outro em virtude, unicamente, de uma diferença de temperatura entre eles.” (MÁXIMOS, ALVARENGA 2014, p.69).

Com unidade no SI em Joule (J), assim como a energia. No dia a dia, é muito comum usar o calor em calorias (cal) ou kilocalorias (kcal). Em experiências, Joule estabeleceu a relação entre essas duas unidades e encontrou:

$$1cal = 4,186J$$

Segundo Máximos e Alvarenga (2014), o termo calor só deve ser usado para caracterizar a energia em trânsito. Espontaneamente, o calor se propaga do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.





**Figura 5:** Esquema da propagação de calor.

**Fonte:** Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/calculo-calor-transferido.htm>>. Acesso em: 28 de novembro de 2018.

De acordo com a figura 5 o corpo A perde energia e sua temperatura diminui, enquanto o corpo B recebe energia e sua temperatura aumenta. Quando os dois corpos atingem o equilíbrio térmico, ou seja, ficam com a mesma temperatura, a propagação de calor acaba.

A propagação de calor pode ocorrer por três processos:

Por Condução segundo Halliday; Resnick e Walker (2009),

Se você deixa uma panela com cabo de metal no fogo por algum tempo o cabo da panela fica tão quente que pode queimar a sua mão. A energia é transferida da panela para o cabo por condução. Os elétrons e átomos da panela vibram intensamente por causa da alta temperatura a que estão expostos. Essas vibrações e a energia associada são transferidas para o cabo através de colisões entre os átomos (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 200).

Por Convecção, segundo Halliday; Resnick e Walker,

Quando olhamos para a chama de uma vela ou de fósforo vemos a energia térmica ser transportada para cima por convecção. Esse tipo de transferência de energia acontece quando um fluido, como o ar ou água, entra em contato com um objeto cuja temperatura é maior que a do fluido. A temperatura da parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta e essa parte do fluido se expande, ficando menos densa. Como esse fluido expandido é mais leve do que o fluido que o cerca, mais frio, a força de empuxo o faz subir. O fluido mais frio escoar para tomar o lugar do fluido mais quente que sobe, e o processo pode continuar indefinidamente (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 201).

Por Radiação segundo Halliday; Resnick e Walker,

Quando você se aproxima de uma fogueira é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo, ou seja, sua energia térmica aumenta ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui. Não é necessária a existência de um meio material para que o calor seja transferido por radiação. O calor do sol, por exemplo, chega até nós através do vácuo (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 202).

### 3.4.1 Capacidade Térmica

Segundo Máximos e Alvarenga (2014), objetos diferentes geralmente sofrem distintas variações de temperatura ao receber a mesma quantidade de calor. A grandeza física que caracteriza esse comportamento dos objetos é denominada de Capacidade térmica, que pode ser escrita como:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (32)$$

Com unidade no SI em J/K, mas ela também pode ser: cal/°C, kcal/°C, etc.

A capacidade térmica pode ser entendida como a capacidade do corpo em receber ou perder calor, para a mesma variação de temperatura.

### 3.4.2 Calor Específico

O calor específico é definido segundo Halliday; Resnick e Walker (2009) como:

Dois objetos feitos do mesmo material têm capacidades térmicas proporcionais a suas massas. Assim, é conveniente definir uma “capacidade térmica por unidade de massa”, ou calor específico ( $c$ ) a que se refere não a um objeto, mas a uma massa unitária do material de que é feito o objeto (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 191).

$$c = \frac{C}{m} \quad (33)$$

Com unidade de medida no SI em J/ (kg. K), mas usualmente é cal/ (g.°C).

O calor específico pode ser entendido como a quantidade de calor necessária para que uma unidade de massa eleve sua temperatura em uma unidade. Enquanto que a capacidade térmica é característica do corpo, o calor específico depende da substância, do seu estado físico.

Para calcular a quantidade de calor que o corpo recebeu ou perdeu, podemos substituir a Eq. 32 na Eq.33 e assim, obtemos:

$$Q = m c \Delta T \quad (34)$$

### 3.4.3 Calor de Transformação (L)

“A quantidade de energia por unidade de massa que deve ser transferida em forma de calor para que uma amostra mude totalmente de fase é chamada de calor de transformação e representada pela letra L”. (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p.192).

$$L = \frac{Q}{m}$$

Com unidade no SI em J/ kg, mas usualmente em cal/g.

“O calor absorvido por um material pode mudar o estado físico do material, fazendo-o passar, por exemplo, do estado sólido para o estado líquido ou do estado líquido para o estado gasoso”. (HALLIDAY; RESNICK e WALKER, 2009, p. 205). A quantidade de energia absorvida para mudar o estado (mas não a temperatura) de um material particular pode ser calculada por:

$$Q = mL \quad (35)$$

Voltando a Eq.31, podemos substituir a quantidade de calor pela Eq. 34 e também pela Eq.35, assim temos:

$$P = \frac{mc\Delta T}{\Delta t}$$

$$P = \frac{mL}{\Delta t}$$

Legenda:

P = potência (W)

m = massa (kg)

$\Delta T$  = variação de temperatura (K)

$\Delta t$  = variação de tempo (s)

c = calor específico (J/kg. K)

L = calor de transformação (J/kg)

### 3.4.4 Calorímetro

Com o objetivo de facilitar o estudo das trocas de calor entre os corpos, os experimentos são feitos em recipientes especiais, chamados de calorímetro, onde é possível obter um isolamento dos corpos com o ambiente, pois, são construídos de forma a evitar os três processos de propagação de calor.



**Figura 6:** Um calorímetro comum

**Fonte:** Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/quimica/o-que-um-calorimetro.html>>. Acesso em: 28 de novembro de 2018.

A figura 6 representa um calorímetro comum que segundo Máximos e Alvarenga (2014)

Consiste, essencialmente, em um recipiente interno, de paredes espelhadas, envolvido por outro recipiente fechado, de paredes isolantes. Com esses cuidados, consegue-se isolar termicamente o interior do calorímetro, impedindo-se a entrada ou saída de calor (como em uma garrafa térmica). Comumente, o calorímetro contém um líquido (água, em geral) e é provido de dois acessórios: um termômetro e uma haste destinada a agitar o líquido, para se obter rapidamente o equilíbrio térmico da mistura colocada em seu interior (MÁXIMOS; ALVARENGA, 2014, p.92).

Um calorímetro ideal é aquele que não troca calor com o meio externo e nem com as substâncias que estão sendo usadas no experimento, ou seja, a capacidade térmica do calorímetro é nula.

Um calorímetro real é aquele cuja capacidade térmica não pode ser desprezada, ou seja, ele participa da troca de calor.

Quando dois ou mais corpos termicamente isolados e a temperaturas diferentes são colocados no interior de um calorímetro, haverá troca de calor entre eles, até o equilíbrio térmico ser alcançado. Como no calorímetro não há entrada nem saída de calor, pelo princípio de conservação de energia, concluímos que: “o calor total liberado pelos objetos que se resfriaram é igual ao calor total absorvido pelos objetos que se aqueceram”. (MÁXIMOS; ALVARENGA, 2014, p.92)

### 3.4.5 Rendimento

Segundo Máximos e Alvarenga (2014), todas as máquinas térmicas e aparelhos que conhecemos são sistemas incapazes de aproveitar toda a potência fornecida a eles, ou seja, impossível obter um rendimento 100%.

Nas máquinas reais parte da energia total recebida por elas é dissipada internamente, ou seja, não é aproveitada como energia útil.

Podemos expressar o rendimento através da potência útil e da potência total recebida durante algum processo, é um número adimensional (sem unidade), normalmente, é expresso em porcentagem e dado por:

$$\eta = \frac{P_u}{P_t}$$

#### Legenda

$\eta$  – rendimento

$P_u$  – potência útil (W)

$P_t$  – potência total (W)

De acordo com o que foi expresso no texto acima, conclui-se que a potência pode estar associada a diversas formas de energia, energia elétrica, mecânica e térmica, aparecendo assim, nas diversas áreas da física, o que mostra sua, amplitude, importância e presença constante em nosso cotidiano.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 Local da Pesquisa

Colégio Regina Coeli é uma escola particular, foi fundado em 1928, localizado na Cidade de Rio Pomba, interior do estado de Minas Gerais. O colégio pertence ao Instituto das Missionárias do Sagrado Coração de Jesus, fundado por Santa Francisca Xavier Cabrini na Itália, em 1880.



**Figura 7:** Fachada do Colégio Regina Coeli.

**Fonte:** Disponível em: <http://www.colegioreginacoeli.com.br/ens-medio/proposta-pedagogica/>. Acesso em: 28 de novembro de 2018.

A proposta pedagógica do Colégio Regina Coeli está alicerçada nas Diretrizes Educacionais e Evangelizadoras da Rede de Educação Cabriniana como membro dessa rede, fundamenta sua prática em alguns diferenciais pedagógicos: Ciclos de Aprendizagem, Sequência Didática e Projeto de Vida.

### 4.2 Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2018 com aplicação em sala de aula pela pesquisadora em uma turma com 27 alunos regularmente matriculados e frequentes que estão cursando a segunda série do ensino médio no turno da manhã.

A professora pesquisadora é a responsável por lecionar Física em todas as turmas do ensino médio. As atividades foram desenvolvidas em quatro aulas semanais de acordo com o plano curricular do colégio, sendo de 50 minutos cada aula. Em que na primeira série é dado todo o conteúdo referente à primeira série e uma parte do conteúdo referente à segunda série, já na segunda série é dado o restante do conteúdo referente à segunda série e todo o conteúdo referente à terceira série, ou seja, ao término da segunda série todo o conteúdo de Física do ensino médio terá sido abordado. Na terceira série é uma revisão do conteúdo.

O primeiro passo constituiu em apresentar à direção do colégio a proposta de pesquisa e após a autorização formal, apresentar a proposta aos alunos e responsáveis, a adesão voluntária a essa pesquisa foi unânime na turma.

### **4.3 Planejamento das atividades**

A sequência didática proposta tem como base situações problemas, que tem o objetivo de estimular o interesse dos alunos, incentivando-os a participar ativamente na construção do conhecimento, uma proposta que muda o papel do aluno, tornando-os mais críticos. A metodologia dessas aulas visa aproximar os alunos da atividade científica formal. Tal postura é oposta à que ocorre no ensino tradicional, no qual os alunos se limitam a copiar e memorizar passivamente o conhecimento apresentado pelo professor. Uma postura mais participativa por parte dos alunos permite que estes sejam construtores do próprio conhecimento, o que contribui para a elevação de sua autoestima e autonomia.

Para haver uma mudança na postura dos alunos nas aulas de Física é preciso mudança no papel do professor. Cabe ao professor possibilitar a participação e interação do aluno nas atividades, saindo do papel de simples expositor de conteúdos para agir como o de mediador entre os alunos e o conhecimento, orientando-os na resolução de situações problemas.



A tabela 1 abaixo mostra todas as mudanças, desde a elaboração e planejamento das atividades até o desenvolvimento delas em sala de aula, assim como, a mudança tanto no papel do professor, quanto no papel do aluno.

**Tabela 1:**Mudanças de ênfase.

Menor ênfase	Maior ênfase
Professor transmissor de conhecimentos por meio da exposição oral e demonstrações experimentais	Professor guia e facilitador da aprendizagem; apoia atividades de investigação dos alunos
Rigidez no programa e seguimento do livro texto	Flexibilidade no curricular e adaptação do conteúdo ao contexto de ensino
Ensino orientado para um aluno médio hipotético que tipifica o grupo	Ensino orientado ao aluno, atendendo aos seus gostos, interesses, necessidades e experiências
Valorização exclusiva de fatos, leis, teorias e princípios científicos	Compreensão holística da ciência (histórica, social, epistemológica, ética)
Utilização de questões fechadas, com resposta únicas, reproduzindo conhecimento factual memorizado	Questões abertas, promovendo pensamento crítico, relacionando evidências e explicações cognitivas diversas
Aprendizagem individualizada	Aprendizagem colaborativa
Avaliação do que é facilmente medido	Avaliação de competências, raciocínio, comunicação e atitudes
Aprendizagem Passiva: ouvir o professor e anotar	Aprendizagem ativa: alunos investigadores
Ensino centrado no professor: Transmissão de conhecimentos	Ensino centrado nos alunos: uso de processos investigativos
Ensino baseado na resolução de exercícios com base na aplicação de expressões matemáticas	Ensino baseado na resolução de problemas e no desenvolvimento de projetos
Utilização de testes como fonte única de avaliação	Utilização de fontes múltiplas de avaliação
Professor como um técnico	Professor como um investigador

**Fonte:** Adaptado de Baptista, M. L.M., Tese de Doutorado, Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Capítulo 4, p.86, Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/1854>. Acesso em 26/09/2018.

O material produzido neste trabalho é uma sequência didática que consiste em um conjunto de aulas de Física, envolvendo temas de potência, trabalho e energia nas áreas de mecânica, elétrica e de termodinâmica.

Segundo Zabala (1988) sequências didáticas são: “Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”(ZABALA, 1988, p. 18).



#### **4.4 Coleta de dados**

Os dados foram coletados durante o desenvolvimento das atividades na sala, através de registros produzidos pelos alunos e também das transcrições de suas falas durante as aulas pela professora pesquisadora.

As atividades foram aplicadas em quatro aulas semanais de acordo com o plano curricular do colégio, sendo de 50 minutos cada aula, no período de quatro semanas; nos meses de abril e maio.

#### **4.5 Avaliação na Sequência Didática**

A avaliação teve caráter formativo e foi realizada durante o desenvolvimento da sequência didática através das atividades, respostas dos questionários; participação na discussão; resolução de exercícios e sínteses. Através das atividades foi possível perceber se estava havendo aprendizado ou não. O sistema de avaliação do rendimento escolar regular dos alunos contido no regimento da escola foi respeitado.

#### **4.6 Descrição do Material**

A sequência didática 1 foi trabalhada em três aulas, na aula 1 foi aplicado um questionário como o objetivo de se descobrir as concepções prévias dos alunos acerca do tema potência elétrica; Nas aulas 2 e 3 a professora reservou um tempo para uma discussão inicial, com o objetivo das respostas serem socializadas e logo em seguida explicou o conteúdo para os alunos, levando em conta as concepções prévias levantadas a partir do questionário e da discussão. Durante a explicação foi possível retornar a todas as questões fazendo as observações necessárias, e isso possibilitou várias outras perguntas (dúvidas) e situações vividas pelos alunos. A aula foi bem dinâmica, com a participação de todos os alunos, até os mais tímidos que estavam curiosos para saber se tinham respondido “certo” no questionário.

Sequência didática 2, foi trabalhada em três aulas, na aula 1 foi utilizado um questionário com situações problemas acerca de potência mecânica; na aula 2 foi utilizado o texto (anexo) “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” (DELIZOICOV, 2002), que foi discutido em sala com as cadeiras dispostas em

círculo com o objetivo de construir uma compreensão mais formal do conceito de energia, suas transformações e seus princípios de conservação. Na aula 3 foi feita uma grande discussão acerca do questionário, suas respostas e do texto.

A sequência didática 3, foi trabalhada em quatro aulas: nas aulas 1 e 2 foi dada uma explicação sobre o conceito “transferência de Calor” com atenção focada no conceito de potência Térmica; na aula 3 foi realizado o experimento que buscava evidenciar os conceitos de potência térmica, potência elétrica e energia térmica e na aula 4 desenvolvemos uma grande discussão acerca do que foi observado no experimento e as conclusões das observações.

As atividades foram realizadas em um total de 10 aulas. Na aula de número 11 fizemos um apanhado geral de todo o conteúdo trabalhado e na aula 12 os alunos fizeram exercícios e resolveram problemas acerca do tema e na aula 13 fizemos uma discussão das incorreções conceituais ainda observadas na resolução dos exercícios.

A tabela 2 apresenta o planejamento com o número de aulas que foram necessárias para o desenvolvimento da sequência didática.

**Tabela 2:** Números de aulas necessárias para a aplicação da SD.

Sequência didática	Tópicos	Número de aulas
SD.1	Questionário – problematização	1
	Potência e consumo de energia elétrica.	2
SD.2	Questionário – problematização	1
	Texto – “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica”.	1
	Discussão – Questionário/ Texto	1
SD.3	Propagação de calor; Potência térmica.	2
	Experimento	1
	Discussão	1

Síntese do conteúdo trabalhado	1
Resolução de exercícios - Lista	1
Correção dos exercícios	1

Temos consciência que o tempo de aplicação desse material pode variar de uma turma para outra, de acordo com o público alvo. No caso desse trabalho, foram necessárias 13 aulas para que pudéssemos fazer tudo o que havíamos proposto.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADO

### 5.1 Sequência Didática<sup>1</sup>

#### Questionário<sup>1</sup>

*A energia elétrica é uma das formas de energia mais utilizadas no mundo, é de fundamental importância para o desenvolvimento das sociedades atuais, quase todas as atividades desenvolvidas para possibilitar uma vida de melhor qualidade para as pessoas depende do uso de energia elétrica, ela pode ser convertida para gerar luz, força para movimentar motores e fazer funcionar diversos produtos elétricos e eletrônicos que possuímos em casa (computador, celular, geladeira, micro-ondas, chuveiro, etc.) Ela está tão presente na nossa vida, em tantas aplicações e situações, que nos damos conta dela apenas quando falta.*

*Todo o progresso que observamos nos aparelhos relaciona-se à crescente capacidade do homem em dominar as técnicas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.*

Questão 1: Em que circunstância da sua vida diária, você usa o conceito de potência elétrica?

Algumas respostas dos alunos:

*Aluno1: “Temos que saber a potência dos eletrodomésticos e de outros objetos que necessitam ser ligados na tomada para que eles não queimem”.*

*Aluno8: “Sempre, habitualmente. Um exemplo é quando ligo à eletricidade um aparelho eletrodoméstico”.*

*Aluno13: “A potência elétrica nos ajuda a definir a intensidade que desejamos usar eletrodomésticos e outros objetos”.*

*Aluno16: “Para carregar algo, por exemplo, o celular que em determinada potência carrega mais rápido ou mais devagar ou também um secador, que possui várias potências”.*

*Aluno17: “Ao utilizar eletrodomésticos, como liquidificador, secador, chuveiro, celular, etc”.*

Comentários: A maioria dos alunos respondeu para o que serve a potência elétrica e não em que circunstância ele usa esse conceito, conforme foi pedido. Mas percebe-se que eles conseguiram expressar a presença da grandeza potência elétrica em ações do cotidiano.

Questão 2: O que você entende por 127 V (volts) e 60 W (watts), que vem especificado em uma lâmpada?

Algumas respostas dos alunos:

*Alunos 1, 6, 13: “60 W: potência do objeto num certo período de tempo. 127 V: é a potência do objeto”.*

*Alunos 2, 18, 20: “A potência e o consumo de energia elétrica”.*

Comentários: É perceptível a confusão dos alunos em determinar os dados nominais de um aparelho, não sabem diferenciar o conceito de potência elétrica, diferença de potencial, energia e consumo de energia.

*Aluno 3: “A intensidade do brilho da lâmpada”.*

Comentários: Nesse trecho, sucintamente, o aluno relaciona o brilho da lâmpada aos dados nominais. Nas lâmpadas, a potência elétrica está relacionada ao seu brilho; quanto maior a potência, maior será o brilho da lâmpada, mas o aluno não deixa claro quais as grandezas estão especificadas na lâmpada, comprometendo assim sua resposta.

*Aluno 7: “ 127 volts é intensidade da força da carga elétrica da lâmpada, e Watts acho que está relacionada a capacidade energia térmica.”*

Comentários: O aluno diz que tensão é à força de uma carga elétrica, quando na verdade, a relação entre tensão e força pode ser explicada da seguinte forma, os elétrons na presença do campo elétrico que é estabelecido devido a uma ddp, ficam sujeitos à força elétrica. O aluno faz outra confusão quando relaciona Watts, unidade de potência elétrica, com energia térmica.

*Aluno 11: “Nada, não entendo”.*

Comentários: O aluno 11 relatou no momento da discussão (aula 2), que achava que todas as lâmpadas eram iguais e por isso colocou que não entende.

A intervenção realizada nesse caso foi na aula seguinte. Levei um bocal com uma lâmpada 100W e outra de 60W, liguei-as e pedi que observasse o brilho delas, em seguida perguntei ao aluno, (“É possível todas as lâmpadas serem iguais?”) e ele rapidamente respondeu que “ *Não, então esses dados definem o brilho da lâmpada, na verdade o Watts define.*”

*Aluno 16: “127 V – força que ela precisa para acender; 60 W – força da luz”.*

Comentários: Resposta interessante, o aluno reconhece os dados nominais da lâmpada como sendo força, o que não é de se estranhar, é comum a relação entre os conceitos de energia e potência com o de força, a própria história da

ciência, nos mostra que o termo força foi usado por muito tempo para representar o que hoje chamamos de energia.

*Alunos 8, 17: “Volts está relacionado a tensão de uma rede elétrica e Watts a quantidade de energia em um determinado período de tempo”.*

Comentários: O aluno consegue determinar as grandezas físicas especificadas na lâmpada de maneira correta e ainda explicar cada uma.

Segundo Máximos e Alvarenga (2002), a especificação 127 V indica que a lâmpada deverá ser submetida a uma diferença de potencial com esse valor. Nessas condições a lâmpada dissipará uma potência de 60 w, como indica a outra especificação. Definem Potência como a quantidade de energia produzida por unidade de tempo.

Questão 3: Chuveiro no modo ‘verão’ ou ‘inverno’ faz diferença na conta de energia?

Algumas respostas dos alunos:

*Aluno 15: “Sim. Quanto mais quente, imagino que mais energia seja gasta para aquecer a água. Assim, no ‘inverno’ consome mais energia”.*

Comentários: O aluno conseguiu perceber a necessidade de um aumento na transformação de energia, ou seja, energia elétrica em energia térmica.

*Aluno 13: “Sim. A potência elétrica no inverno será maior, e conseqüentemente irá gastar mais energia e a conta será mais alta”.*

Comentários: A quantidade de calor que um chuveiro gera, portanto, sua capacidade de aquecer a água é medida em watts.

Quando a chave inverno/verão é acionada, estamos alterando o número de Watts, energia elétrica que está sendo transformada em energia térmica em um determinado intervalo de tempo, ou seja, potência elétrica, o aluno conseguiu fazer a relação do aumento da potência no inverno e da potência com o consumo de energia.

*Aluno 16: “Sim, no “verão” significa que é mais frio, ou seja, não faz tanta força no chuveiro porque não tem que esquentar e no inverno o chuveiro fica quente e faz uma força maior na resistência do chuveiro aumentando a potência que o chuveiro precisa para funcionar”.*

Comentários: Nessa situação temos mais uma vez o conceito de força sendo usado no lugar do de energia ou de potência elétrica. Estudos indicam que é comum essa confusão entre os conceitos de energia e força.

“... iii. Associada à força e movimento: Alguns estudos revistos pelos autores mostram que é comum , estudantes utilizarem os termos força e energia como sinônimos e que, quando são capazes de diferenciá-los, fazem-no de forma a manter uma relação entre ambos. Os autores afirmam que há uma vinculação muito forte quando se analisam as noções de energia, força e movimento...” (BARBOSA E BORGES, 2006, p. 194).

*Aluno 21: “Sim, pois no verão a energia captada pelo sol através do aquecedor solar é responsável por um gasto menor de energia para o chuveiro. Portanto, no inverno como não há tanta energia solar, o gasto com a conta de luz no inverno será maior”.*

Comentários: A mudança da posição da chave de inverno para verão faz diminuir a corrente elétrica que passa através do chuveiro. Por consequência, isso diminui a potência dissipada por ele, fazendo com que a água es quente menos, ou seja, a chave “inverno” e “verão” são responsáveis em regular o trecho da resistência que é percorrido pela corrente. Na posição “verão”, toda a resistência é ativada e a água fica numa temperatura morna.

Todos os alunos responderam que sim e todos relacionaram o consumo ao gasto de energia. Muitos justificaram o aumento de energia devido ao aumento de potência. Porém nenhum aluno fez referência às grandezas físicas resistência elétrica e corrente elétrica, vale deixar claro que o conceito de corrente elétrica foi trabalhado com os alunos em aulas anteriores a aplicação do questionário, já resistência elétrica ainda não havia sido trabalhado.

Questão 4: Uma lâmpada consome a potência de 60 Watts quando ligado em 220volts. Se for ligada em uma tomada de 127volts, explique o que ocorrerá com a potência elétrica desse aparelho?

Algumas respostas dos alunos:

*Aluno 3: “A potência irá diminuir, porque a voltagem é menor”.*

*Aluno 9: “A lâmpada não terá o mesmo rendimento, assim, a luz ficará mais fraca”.*

Comentários: O aluno relaciona a diminuição da voltagem com a diminuição da potência e do brilho da lâmpada, além de fazer também referencia ao rendimento, ou seja, diminuindo a tensão, diminui a potência e assim, diminui o rendimento da lâmpada.

*Aluno 12: “O aparelho irá queimar se for ligado em uma potência maior que permitido e se for ligado em uma menor à lâmpada fica fraca”.*

Comentários: Para dissipar a potência de 60W, a lâmpada deverá ser submetida a uma diferença de potencial de 220 Volts.

Se a diferença de potencial aplicada à lâmpada for inferior a 220V, ela apresentará um brilho inferior ao normal, pois estará dissipando uma potência menor do que 60W, ou pode ser que ela não funcione. Caso contrário, se a diferença de potencial aplicada à lâmpada for superior a 220V, ela poderá dissipar uma potência maior que 60W ou poderá queimar.

*Aluno 15: “A potência pode aumentar a ponto de queimar a lâmpada”.*

Comentários: O aluno sabe que a potência da lâmpada tem relação com a voltagem. No entanto ele relaciona de forma errada, pois afirma que diminuindo a tensão aumenta a potência, quando na verdade ocorre o oposto. A tensão e a potência elétrica são diretamente proporcionais.

*Aluno 17: “Não haverá alteração na potência elétrica”.*

*Aluno 22: “O aparelho perderá potência, pense em um secador de cabelo de 220volts, em uma tomada de 127 volts, a potência da tomada não será suficiente para o aparelho”.*

Comentários: Percebe-se que o aluno sabe o que vai acontecer, devido sua experiência de vida, ele usa como exemplo uma situação que provavelmente ele já presenciou, mas não sabe aplicar corretamente as grandezas físicas e não explica de forma clara os conceitos.

Questão 5: Um técnico faz uma experiência instalando dois chuveiros em sua residência, de dados nominais: 127V/4000W, ligado em 127V, e 220V/4000W, ligado em 220V. Para 1 hora de funcionamento, qual dos chuveiros consome mais energia? Explique.

Algumas respostas dos alunos:

*Aluno 10: “Os dois irão consumir a mesma quantidade de energia, o que importa é o Watts”.*

Comentários: O aluno entende a relação do consumo de energia com potência elétrica do aparelho, mas compromete sua resposta ao colocar que o que importa é o Watts, quando na verdade o tempo de uso do chuveiro também importa.

*Aluno 13: “Os dois irão consumir a mesma quantidade de energia, pois a potência e o tempo de uso são iguais para os dois chuveiros”.*

Comentários: O aluno conseguiu fazer a relação do consumo de energia à potência elétrica do aparelho, não importa se o chuveiro funciona na tensão de 110



V ou 220 V, pois o que determina o aquecimento é o número de watts e o consumo de energia depende da potência elétrica e do tempo de uso do aparelho.

*Aluno 2: “220V/4000W, pois consome uma potência maior”.*

Comentários: O aluno não percebeu que as potências dos chuveiros continuaram inalteradas, ou está fazendo confusão com os conceitos, diferença de potencial e potência elétrica, pois o mudou foi à tensão que o chuveiro deverá ser ligado.

*Aluno 17: “O chuveiro ligado em 220V/ 4000W, pois como proporciona maior aquecimento da água, gasta mais energia”.*

Comentários: O aluno relaciona o aquecimento da água energia térmica a diferença de potencial e não a potência elétrica do chuveiro.

Máximo e Alvarenga (2014), definem o consumo de energia: “Quanto maior for a potência de um aparelho eletrodoméstico e quanto maior for o tempo que ele permanece ligado, maior será a quantidade de energia elétrica que ele utilizará (transformando-a em outras formas)”. (MÁXIMO; ALVARENGA, 2014, p125)

Apenas três alunos, os mesmos que acertaram a questão 2 conseguiram responder corretamente, relacionando o consumo de energia a potência elétrica do aparelho e ao tempo que ele fica ligado. Os outros alunos relacionaram o consumo de energia à tensão fornecida pela fonte. Aqui há necessidade de desconstruir um conceito errado sobre potência elétrica e tensão para que se possa construir o conceito de consumo de energia.

A partir do observado, é importante utilizarmos as respostas e os momentos de discussão para:

- Alertar os alunos do mito popular de que aparelhos de tensão nominal 220V consomem menos energia que os de 127V. O mito é devido ao fato de que a corrente elétrica, nos aparelhos de 220V, é menor quando comparadas aos de 127V, dissipando menos energia térmica na fiação, porém esse valor é desprezível em pequenas distâncias e, na prática, colocam-se fios mais finos nos aparelhos de 220V, gerando uma economia na fiação.
- Conscientizar nossos alunos sobre o uso da energia elétrica no nosso cotidiano. O primeiro passo pode vir de pequenas ações de consumo consciente de energia elétrica, ações que nós mesmos podemos controlar em nosso dia a dia: aproveitar a luz solar e evitar acionar luzes em ambientes que poderiam ser naturalmente iluminados; manter os carregadores fora das

tomadas; evitar dormir com a TV ligada; evitar banhos demorados e ajustar a chave de potência do chuveiro para um nível confortável de acordo com a estação do ano; entre outras pequenas ações que inclusive refletem em economia financeira.

- Quando os usuários entendem as funções de seus equipamentos, vão aprendendo também formas para economizar a energia. Como por exemplo, o aparelho celular tão usado pelos alunos: desligar as funções de compartilhamento de arquivos e dados quando não há necessidade, não utilizar em conjunto a função de toque com a de vibração, reduzir a intensidade luminosa de tela e teclado durante o dia, entre outras.
- Levar essas dicas para outras pessoas e induzir a mudança a sua volta. Pequenas ações aplicadas em grande escala terão um impacto significativo no meio ambiente.

Foi possível observar que todos os alunos possuíam alguma ideia, mesmo que difusa, para os conceitos de potência elétrica e consumo de energia. É a partir dessas concepções prévias que o professor começa a desconstrução do que é equivocado, ou incompleto, ou mesmo cientificamente impreciso, abrindo espaço para a construção de conceitos cientificamente consistentes.

Após o questionário foi realizada a socialização das respostas, onde cada aluno ouviu o outro. Em seguida os alunos participaram de uma aula expositiva dialógica, sobre o conteúdo “potência e consumo de energia de aparelhos elétricos” em que o ponto de partida foi o conhecimento prévio do aluno. A aula foi planejada e desenvolvida a partir das respostas da problematização e da discussão desenvolvida no início da aula. Durante a explicação foi necessário recorrer às perguntas mais polêmicas da problematização, visto que alguns alunos ainda não tinham compreendido o conceito de potência, de maneira que conseguissem aplicar em uma situação do cotidiano, fez-se necessário uma intervenção, em que os alunos observaram na prática o brilho de uma lâmpada incandescente de 100W e outra de 60W. Foi possível aproveitar a prática demonstrativa para discutir a diferença entre uma lâmpada incandescente e uma fluorescente, explicando o efeito Joule e diferenciando potência útil de potência dissipada. A mesma prática abriu espaço para a discussão sobre consumo de energia. Os alunos ficaram bem atentos à explicação e participativos, relataram a cobrança dos pais em casa com relação; a luz acesa atoa, a demora no banho, sobre deixar o celular ligado na tomada para

carregar o tempo todo; e as meninas reclamaram da cobrança com o uso frequente de secador e chapinha de cabelo, e que estão cansados da famosa frase dos pais “devemos economizar energia”. Assim, fez-se necessário uma discussão em torno da famosa frase que com a crise energética em nosso país e no mundo, se tornou comum em nosso dia-dia. Mas qual seria o significado da preocupação em economizar energia, se a primeira Lei da Termodinâmica afirma que a energia total de um sistema isolado se conserva; não podemos, portanto, nem economizá-la nem gastá-la. Sim, a energia total do universo sempre se conserva. No entanto, nem todas as formas de energia são igualmente úteis para nós. Então a expressão popular “economizar energia”, na física quer dizer diminuir a transformação de energia útil em não útil. Assim, a possibilidade ou impossibilidade de aproveitar a energia foi o foco de estudo.

## 5.2 Sequência Didática 2

### Questionário2

Na aula seguinte os alunos receberam um questionário composto por sete questões discursivas que comentamos a seguir:

Questão 1: Um carro muito badalado é o Chevrolet Camaro. Ele possui um motor V8, uma massa de 1709 kg e é capaz de arrancar de 0 a 100Km/h em 4 segundos. Qual o significado dessas informações? É possível com esses dados calcular alguma grandeza física? Se sim, qual?

Algumas respostas dos alunos:

*Aluno 2: “Potência do carro; sim; Potência”.*

*Aluno 3: “o motor V8 caracteriza sua potência mecânica, influenciando uma velocidade maior em um período de tempo menor”.*

Comentários: O aluno percebe a relação dos dados com a grandeza potência mecânica e o que ela provoca no carro um aumento de velocidade, ou seja, aumento de energia cinética em um período de tempo menor, alcançando assim, o objetivo da questão.

*Aluno 7: “100km/h – velocidade média, 1709Kg – massa, 4 segundos – tempo; é possível medir a distância”.*

Comentários: Esse aluno é bem restrito em sua análise, percebe-se que ele não consegue como se diz, “ler nas entrelinhas” e fazer relação dessas informações com a grandeza potência mecânica.

Na aula de discussão sobre o questionário, coloquei a seguinte situação para o aluno, imagine dois carros, o carro A é esse do problema, ou seja, possui uma massa de 1709 kg e é capaz de arrancar de 0 a 100Km/h em 4 segundos, agora um carro B que possui uma massa de 1709Kg e é capaz de arrancar de 0 a 100km/h em 12 segundos. O que você diria desses dois carros? O aluno responde que “O carro A é mais veloz, tem um desempenho melhor que o carro B”, então o questionei e o desempenho do carro está relacionado com qual grandeza física? Ele pensou um pouco e respondeu “Potência mecânica”.

*Aluno 8: “Desempenho do veículo; Sim; aceleração, energia cinética”.*

Comentários: O aluno percebe que com esses dados é possível calcular aceleração e energia cinética, mas não faz relação desses dados com o cálculo da potência mecânica, apesar de fazer relação das informações com a potência mecânica do motor através do desempenho do veículo. Nos automóveis a potência está relacionada ao desempenho (agilidade).

Questão 2: Imagine a seguinte situação, um carro HB20 1.0 subindo uma ladeira bem íngreme e um carro HB20 1.0 Turbo subindo a mesma ladeira. Quem chegará ao topo da ladeira em um intervalo de tempo menor? Justifique.

Algumas respostas dos alunos:

*Aluno 1: “HB20 1.0 Turbo; o turbo é uma peça que aumenta o fluxo de oxigênio no motor, consecutivamente aumentando a potência”.*

*Aluno 5: “HB20 1.0 Turbo, pois ele é mais potente”.*

*Aluno 7: “HB20 1.0 Turbo, porque possui uma força maior que o outro”.*

Comentários: O aluno faz relação da potência com a força. A potência produzida por uma força – potência de uma força é um linguajar rigoroso usado em Física, mas quem produz essa potência é o motor de um carro – é o produto da velocidade pela componente dessa força na direção da velocidade.

*Aluno 8: “Os dois vão chegar juntos”.*

Comentários: Um carro com motor pequeno e carregado com pessoas e bagagens subirá uma ladeira mais lentamente do que um carro mais potente, mas com mesma massa total. Ao chegarem no alto da ladeira, ambos os veículos terão feito o mesmo trabalho mecânico: a diferença entre eles é a taxa com que

conseguem fazer esse trabalho: e a taxa com que um trabalho é feito é igual à potência produzida, no caso, pelos motores dos veículos.

Questão 3: Agora imagine um carro 1.0 subindo a mesma ladeira vazio e depois cheio de gente, como será seu desempenho nas duas situações?

Algumas respostas dos alunos:

*Aluno 1: “Com ele vazio estará mais leve e subirá mais rápido do que o cheio e mais pesado”.*

Comentários: Nenhum aluno fez referência a energia potencial gravitacional, todos seguiram a mesma linha de raciocínio, “mais leve” implica em maior rapidez. Indiretamente eles fizeram relação entre potência, força e velocidade, carro cheio de gente, muita força e pouca velocidade. Carro vazio, menor força e velocidade maior.

Questão 4: Qual o significado de Potência?

Algumas respostas dos alunos:

*Aluno 5: “Quantidade de energia consumida em um determinado período de tempo”.*

Comentários: O aluno consegue definir potência de maneira correta. Potência representa a quantidade de energia que é transformada, ou transferida, por unidade de tempo.

*Aluno 6: “É a capacidade que um corpo tem de realizar uma certa atividade”.*

Comentários: Aluno define energia ao invés de potência. Não reconhece a importância do tempo na realização de trabalho. Potência é o trabalho realizado por unidade de tempo. É uma grandeza física associada à rapidez com que uma máquina, ou uma força, realiza trabalho. Quanto mais rápido uma máquina realiza trabalho, maior é sua potência.

Segundo Delizoicov (2002), energia é a capacidade de um sistema qualquer realizar trabalho.

*Aluno 7: “Uma força”.*

*Aluno 9: “Energia armazenada em um sistema que pode ser utilizada a qualquer momento para realização de trabalho”.*

Comentários: O aluno identifica energia como a capacidade de realizar trabalho, e trabalho como energia em trânsito.

Força resulta em variação de velocidade (2ª lei de Newton); o trabalho da força resulta em variação da energia cinética (função do quadrado da velocidade). Estas transformações podem ser rápidas ou lentas; ou seja,

uma certa quantidade de trabalho pode durar mais ou menos tempo, conforme a inércia do sistema (massa) e a intensidade (módulo) da força resultante. Isto leva à definição de potência (DELIZOICOV, 1992, p. 90 - 91).

Questão 5: Por que água em movimento pode fazer girar uma turbina?

Algumas respostas dos alunos:

*Aluno 4: “Porque ela possui energia cinética”.*

*Aluno 7: “a água possui uma força que faz a turbina girar”.*

Comentários: O aluno refere-se ao trabalho realizado pela água sobre as pás da turbina através da força, força essa que é tangencial.

*Aluno 8: “Pois a água corrente tem uma força que movimenta a turbina”.*

Comentários: A força peso da água em queda realiza trabalho, diminuição da energia potencial gravitacional e aumento da velocidade (energia cinética).

Questão 6: Qual o significado das frases: A capacidade instalada da usina de Itaipu é maior que a de Sobradinho.

*Aluno 1: “A capacidade de Itaipu é maior porque provavelmente ela terá “mais água”, podendo movimentar mais a turbina, com isso, gerar mais energia”.*

Comentários: A percepção do aluno sobre a capacidade instalada é de certa forma coerente. Ele entende que para a usina gerar mais energia elétrica é necessário um movimento maior na turbina (energia cinética), para isso é necessário um volume maior de água (energia potencial gravitacional), ou seja, a energia potencial gravitacional das quedas-d’água armazenada nas barragens é convertida, dentro das turbinas, em energia cinética, que, por meio de processos eletromagnéticos, é convertida em energia elétrica (transformação de energia). Porém, “O maior lago artificial do Brasil é o de Sobradinho (BA), com 4.214 km<sup>2</sup> de área inundada. O reservatório da Itaipu, com 1.350 km<sup>2</sup> de área inundada, é o sétimo maior do Brasil, mas dispõe do melhor índice de aproveitamento da água para produzir energia entre os grandes reservatórios brasileiros. Na Itaipu, o índice de produção é de 10,4 MW por km<sup>2</sup> (ou seja, a cada 0,1 km<sup>2</sup> de área alagada pode gerar 1 MW)”.

Disponível em: <[www.itaipu.gov.br/energia/reservatorio](http://www.itaipu.gov.br/energia/reservatorio)>. Acesso em: 28 de novembro de 2018.

*Aluno 6: “A potência de Itaipu é maior que a de sobradinho”.*

Comentários: O aluno faz ligação que a capacidade instalada de uma usina nada mais é que a potência da usina, ou seja, na usina de Itaipu há maior realização de trabalho em um determinado intervalo de tempo.

Aluno 9: “Capacidade de água que cabe na usina”.

Comentários: O aluno limita sua resposta, fazendo relação apenas ao volume de água, não deixando claro se entendeu que essa capacidade de água está diretamente relacionada com a capacidade de geração de energia elétrica da usina.

Questão 7: Uma pessoa de massa 80 kg sobe uma escada de 20 degraus, cada um com 20 cm de altura, em 20 segundos. No dia seguinte ela está um pouco cansada e demora 40 segundos para subir a mesma escada. No segundo dia, a grandeza física que certamente mudou foi? Justifique

Algumas respostas dos alunos:

Aluno 1: “A potência”.

Comentários: Ao subir a escada o homem aplica uma força, que provoca um deslocamento, ou seja, um trabalho é realizado pela força aplicada e esse trabalho é realizado em um determinado intervalo de tempo, assim o homem tem uma potência. Como no segundo dia ele realizou o mesmo trabalho, mas em um intervalo de tempo maior, significa que sua potência diminuiu, ou seja, ele foi mais lento na realização de trabalho.

Aluno 3: “Foi à força aplicada para subir a escada”.

Comentários: O aluno nota que há alguma correlação de força aplicada com o trabalho realizado, mas não tem clareza sobre os conceitos.

Aluno 8: “O Trabalho para subir a escada”.

Comentários: O aluno identifica que há realização de trabalho, mas faz confusão não dando devida atenção à única grandeza física que sofreu alteração, o tempo, tendo como consequência uma potência menor.

Nenhum aluno fez relação dessa situação com energia potencial gravitacional. Para elevar um corpo, por exemplo, do solo até uma altura  $h$ , com velocidade constante, devemos aplicar uma força, cujo módulo seja, inicialmente, ligeiramente maior que o módulo da força peso do corpo, para iniciar o movimento. Uma vez em movimento, para velocidade constante, temos:  $F = P = m \cdot g$ . À medida que o corpo sobe, ele ganha energia potencial gravitacional, pois sua altura em relação ao solo aumenta. Como há transferência de energia para o corpo, deve haver a realização de trabalho. Esse trabalho é realizado pela força  $F$  ao longo do

deslocamento  $h$ . Dizemos, então, que o trabalho da força  $F$  fornece energia ao corpo, que se manifesta na forma de energia potencial gravitacional. Assim, temos:  $E_{pg} = \text{trabalho}$ , logo  $E_{pg} = m \cdot g \cdot h$ .

Foi possível perceber que os alunos que conseguiram responder de forma correta o questionário sobre potência elétrica da sequência didática 1, foram os mesmos que também conseguiram responder de forma correta o questionário de potência mecânica da sequência didática 2.

Podemos perceber que os alunos possuem, por sua experiência, noções (ainda que misturadas ou confusas) das grandezas trabalho e energia, balizadas pelo conceito de força e/ou potência. Cabe ao professor a responsabilidade de explicar, formalizar e decodificar os conceitos e associá-los aos princípios de conservação.

Na aula seguinte os alunos receberam o texto “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica”.

O texto “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” é apresentado para fornecer aos alunos uma visão de extensão, da amplitude da Física. Nele são citadas definições, conceitos, relações e leis, com o intuito de mostrar, de um lado, a historicidade do conhecimento construído, procurando estabelecer relações entre ciências, tecnologia e sociedade; de outro lado, procura-se mostrar que esse conhecimento, embora não acabado, tem uma estrutura própria e que, uma vez apreendido, foi e continua sendo usado tanto em aplicações tecnológicas como nas interpretações dos fenômenos naturais e das próprias aplicações tecnológicas (DELIZOICOV, 1992, p. 20).

Foi pedido que os alunos fizessem a leitura em casa, grifassem o que não tivessem entendido para uma discussão na próxima aula. O intuito de construir uma compreensão mais formal do conceito de energia, suas transformações e seus princípios de conservação foi atingido, pois, durante a discussão os alunos relataram que o texto possibilitou um entendimento mais amplo das transformações de energia e como de fato a energia elétrica chega a nossas residências, quais os processos de transformações de energia são necessários até se ter à energia elétrica. O texto consegue reorganizar o pensamento.

Destacamos qualitativamente o conceito de trabalho, como “energia em trânsito”, tendo como exemplo a elevação dos corpos, como a água dos poços, discutimos também a relação entre trabalho humano e de máquinas, entrando em seguida na definição de potência mecânica, o que significa uma máquina mais potente e outra menos potente? Como por exemplo: Qual a diferença entre um



carro, considerando o mesmo modelo, com motor 1.0 e outro com motor 1.0 turbo? E assim retornamos as questões trabalhadas no questionário da aula anterior, fazendo uma síntese verbal.

### 5.3 Sequência Didática 3

Na aula seguinte os alunos participaram da segunda aula expositiva dialógica, tratando o tema “Transferência de calor”, o foco inicial da aula foi definir o conceito de calor e mostrar que o calor não é sinônimo de temperatura (conceito já estudado em aulas anteriores) usando frases do tipo “hoje vai fazer muito calor”, comuns em nosso cotidiano. Em seguida foram explicados os três processos distintos de propagação de calor: condução, convecção e radiação. Por fim, chegamos ao conceito de fluxo de calor, também chamado de potência térmica, ou seja, quantidade de calor propagada durante um intervalo de tempo. Na terceira aula expositiva dialógica, foram tratados os conceitos calor sensível e calor latente, finalizando com a explicação do calorímetro, recipiente usado para fazer experimentos, com o objetivo de facilitar o estudo das trocas de calor entre corpos. O calorímetro é um recipiente especial construído de forma a evitar os três processos de propagação de calor: condução, convecção e radiação, para facilitar o entendimento a garrafa térmica foi comparada a um calorímetro.

#### Aula Prática – Calorímetro.

Materiais: Água, dois ebulidores, cronômetro, duas garrafas de vidro, dois suportes de isopor, dois termômetros, pote graduador, régua de madeira com duas tomadas.



**Figura 8:** Montagem do calorímetro junto aos materiais utilizados.

**Fonte:** Arquivo próprio.

Procedimentos:

- I- Coloque cada garrafa de vidro em um suporte de isopor.
- II- Adicione 700ml de água em cada garrafa de vidro.
- III- Coloque um ebulidor em cada garrafa.
- IV- Ligue o sistema à energia elétrica.

Atividade:

Anote as medidas de temperatura registradas pelos termômetros dos dois arranjos experimentais na seguinte tabela.

**Tabela:** Dados do Experimento

Tempo	Temperatura (Experimento 1)	Temperatura (Experimento 2)
0:00		
0:30		
1:00		
1:30		
2:00		
2:30		
3:00		

A atividade prática ocorreu como o previsto, os alunos estavam bem empolgados com o experimento e muito curiosos queriam saber o que era cada material e qual a função de cada um. E questionaram também qual era o objetivo do experimento, porque estávamos fazendo aquela atividade. Alguns alunos compararam o arranjo a um Calorímetro, conteúdo trabalhado na aula 3.

Questionário do experimento:

Questão1: Os dois experimentos tem a mesma variação de temperatura nos mesmos instantes?

Algumas respostas dos alunos:

*Grupos: “Os instantes foram os mesmos, mas a variação de temperatura foi diferente em cada experimento”.*

Comentários: Após coletar os dados, ou seja, as medidas de temperatura, fizeram uma comparação das medidas do experimento 1 com o experimento 2 e observaram que no experimento 1 a temperatura aumentava mais rápido que no experimento 2. A busca pela explicação começou os alunos por iniciativa própria investigaram os experimentos novamente.

Questão 2: Por que você acha que um experimento variou a temperatura mais que o outro?

Algumas respostas dos alunos:

*Grupo 1: “Um equipamento é mais potente que o outro”.*

*Grupo 2: “Eles são aparentemente idênticos, mas a potência pode ser diferente”.*

*Grupo 3: “A potência do ebulidor do experimento 2 é maior”.*

*Grupo 4: “A Capacidade térmica é diferente”.*

Comentários: Pelas respostas podemos perceber que a maioria dos grupos seguiu a mesma linha de raciocínio, buscando a solução no ebulidor. Uma observação importante é que utilizou de forma correta o conceito de potência elétrica e conseguiram aplicar em uma situação distinta das trabalhadas na sequência didática<sup>1</sup>.

A busca de respostas para uma questão poderá fazer surgir novas questões mais específicas, que podem induzir os alunos a escolher uma linha de raciocínio, podendo obter várias respostas. Vale lembrar que alunos diferentes podem adotar caminhos diversos ou adotar caminhos semelhantes partindo da mesma questão, e chegar a conclusões diferentes. O professor tem o papel de mediar tal processo.

Questão 3: O que influi no aumento de temperatura?

Algumas respostas dos alunos:

*Grupos: “o ebulidor”.*

Comentário: Resposta unânime.

Questão 4: A quantidade de energia fornecida influi no experimento?

Algumas respostas dos alunos:

*Grupo 1: “Sim, quanto mais potente mais rápido esquenta”.*

*Grupo 6: “Sim, um sendo mais potente que o outro, alcançará uma temperatura mais alta primeiro”.*

Comentários: Os alunos conseguiram aplicar o conceito de potência corretamente, relacionaram a rapidez no aumento de temperatura à potência térmica, ou seja, rapidez na transformação de energia elétrica em energia térmica.

*Grupo 7: “Não, porque está recebendo a mesma quantidade de energia”.*

*Grupo 8: “Não, mas sim a potência do aparelho”.*

Comentários: Os integrantes desse grupo ainda não compreenderam o conceito de Potência, ou seja, energia transferida/ transformada em um determinado intervalo de tempo.

Nessa questão, dois grupos não conseguiram responder corretamente, a partir de suas respostas foi possível perceber que alguns alunos ainda não conseguem aplicar o conceito de potência corretamente.

A intervenção feita na aula 4 na discussão das questões foi: perguntei para os alunos que tipo de transformação de energia ocorreu no experimento? Eles responderam logo em seguida, energia elétrica em energia térmica. Perguntei, em qual material no experimento ocorreu essa transformação de energia? Eles responderam imediatamente, no ebulidor. Perguntei então, qual grandeza física determina o quanto de energia que é transformada em um determinado tempo? Responderam potência do ebulidor. Então, concluí em seguida, se cada ebulidor possui uma potência elétrica, cada ebulidor vai ser responsável por transformar uma quantidade de energia elétrica em energia térmica diferente, logo, a quantidade de energia influi sim no experimento e a grandeza responsável por isso é a potência elétrica do ebulidor, assim, o ebulidor com potência elétrica igual a 1000W, transforma 1000J de energia elétrica em energia térmica a cada segundo, enquanto que o ebulidor de potência elétrica igual a 1200W, transforma 1200J de energia elétrica em energia térmica a cada segundo. Durante a intervenção, foi possível perceber que os alunos sabem o conceito, mas não estão sabendo aplicar nas situações.

Questão 5: A quantidade de água influi no aumento de temperatura?

Algumas respostas dos alunos:

*Grupo 1: “Sim, quanto maior o volume maior será a dificuldade de esquentar”.*

*Grupo 6: “Sim. Quando há muita água para ser aquecida, demorará mais do que para aquecer menos água”.*

*Grupo 2: “Sim. Quanto maior a quantidade de água, maior a quantidade de calor para aquecê-la. Como mostra a fórmula:  $\Delta Q = m.c.\Delta T$ ”.*

Comentários: Um grupo ainda lembrou-se da explicação da aula anterior sobre calor sensível e mostrou através da fórmula a dependência da quantidade de calor com a massa do corpo.

Segundo Máximos e Alvarenga (2014), a quantidade de Calor,  $\Delta Q$ , absorvida ou liberada por um objeto de massa  $m$  e o calor específico  $c$ , quando sua temperatura varia de  $\Delta T$ , pode ser calculada pela relação:  $\Delta Q = m.c.\Delta T$ .

Na aula seguinte após a realização do experimento, teve um acontecimento que me deixou muito satisfeita, digamos que realizada, foi o momento em que percebi que todo o trabalho valeu a pena, porque o mais importante foi alcançado, a atividade conseguiu despertar o interesse dos alunos, e mais, fez com que estes quisessem ir além do que foi trabalhado em sala. Alguns alunos vieram me perguntar se era possível com aqueles dados coletados, calcular a quantidade de calor cedido pelo ebulidor para a água. Respondi a eles que sim, e lancei o desafio de realizarmos aquele cálculo. Consciente que não é algo imutável e que sempre podem surgir questionamentos não previstos que provoquem debates ou questões que podem enriquecer ainda mais o material didático e assim as aulas, foi necessário mudar o planejamento da aula.

Com os dados coletados do experimento da Aula 3 e a partir da explicação do conteúdo das Aulas 1 e 2, cada grupo buscou comparar o resultado experimental (medida da temperatura no termômetro) com o dado teórico (medida da temperatura pela fórmula). Os alunos estavam bem empolgados, dos 8 grupos, apenas 1 não demonstrou interesse e empenho na realização da atividade, a impressão que tive e que fizeram por “obrigação”, porque todos os outros grupos estavam fazendo.

Atividade como essa, permite que os alunos façam coleta de dados, busquem resolução para um problema, elaborem hipóteses e conclusões, além de discutirem os resultados com os colegas e também valoriza o papel do aluno no seu processo de aprendizagem.

Ao final da SD os alunos resolveram uma lista de exercícios com o objetivo de consolidar o entendimento das ideias apresentadas e fizeram uma síntese do que foi discutido, lido, aprendido, durante as aulas. A professora corrigiu ambas as atividades que serviu como meio para verificação da aprendizagem.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como professora entendo que as atividades da sequência didática podem ser utilizadas na construção do conhecimento do aluno, principalmente no entendimento dos conceitos de energia, potência e trabalho, evidenciando as ideias prévias mais marcantes dos alunos em relação a esses conceitos, desse modo, é possível o professor saber o que seus alunos pensam, e assim, desenvolver estratégias que possibilitam uma evolução conceitual e conseqüentemente obter uma aprendizagem significativa.

A proposta dessa sequência didática é trabalhar problemas clássicos e situações cotidianas. Além de mostrar que os conceitos potência, energia e trabalho se aplicam a todas as áreas da Física, ou seja, a potência definida na mecânica será utilizada na elétrica e Termodinâmica. Cabe ao professor a função de mediador desse processo de relação dos conceitos nas diferentes áreas, dando ao aluno condições de promover a construção do seu processo de aprendizagem.

A substituição da aula tradicional para uma aula dinâmica, argumentativa, onde o aluno é protagonista, inicialmente deixou os alunos apreensivos, mas no decorrer das atividades eles foram se soltando e ficando cada vez mais envolvidos. As questões e/ou situações apresentadas aos alunos para discussão na problematização, mais do que uma motivação para se introduzir um conteúdo, visa à ligação deste com situações reais vividas e presenciadas pelos mesmos. Além de provocar o aluno e fazê-lo pensar, práticas essenciais nos dias de hoje em que os alunos obtêm respostas imediatas as perguntas pesquisando no Google.

Os alunos relataram que é muito difícil esse tipo de atividade porque tem que pensar sobre o fato e não meramente decorar regras, mas ao mesmo tempo reconhecem que desperta a curiosidade e incentiva a participação durante a explicação do conteúdo. A partir desse relato percebe-se que atividades assim, estimulam o aluno a mudar a postura passiva de simplesmente ouvir, decorar e resolver exercícios, para uma postura ativa, em que ele é o sujeito que participa do seu processo de aprendizagem.

A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto da sua aprendizagem anterior na escola ou fora dela. As noções poderão ou não estar de acordo com as teorias e as explicações da Física, representando o que se tem chamado de “concepções alternativas” ou

“conceitos espontâneos” dos alunos. A discussão problematizada pode permitir que essas concepções emergam. Por outro lado, a problematização poderá permitir que o aluno sinta necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, a situação ou questão se configura para ele como um problema para ser resolvido. Daí a importância de se problematizarem questões e situações (DELIZOICOV, 1992, p. 22).

Acharam o texto da sequência didática 2 extenso, mas após a leitura elogiaram, pois conseguiram entender melhor as transformações de energia e como a energia elétrica chega nas residências. Pontuaram que na apostila o conteúdo é muito fragmentado e que isso dificulta o entendimento mais amplo, enquanto que no texto ele relaciona as transformações mostrando a dependência de uma com a outra.

No decorrer da discussão pude perceber que nem todos os alunos leram o texto, pois alguns não mostraram nenhum interesse em participar. Mas para a maioria que leu foi possível perceber que o texto fez diferença, dando sentido e sendo significativo na aprendizagem.

Buscando superar a abordagem fragmentada das Ciências Naturais, diferentes propostas têm sugerido o trabalho com temas que dão contexto aos conteúdos e permitem uma abordagem das disciplinas científicas de modo inter-relacionado, buscando-se a interdisciplinaridade possível dentro da área de Ciências Naturais (BRASIL, 1998, p. 27).

A respeito da sequência didática 3, foi evidente o interesse dos alunos. A atividade experimental fez diferença, despertou o interesse até dos alunos menos participativos. Nota-se que essa prática oferece condições para que o aluno participe do processo de investigação, permite que ele coloque a “mão na massa”, exercite o raciocínio e busque hipóteses. Os alunos relataram que a prática complementou a explicação da aula anterior e fizeram uma observação a respeito das perguntas que foram mais fáceis de responder do que as da SD 1, pois estavam relacionadas ao que eles observaram no experimento. E confesso que foi gratificante presenciar o interesse e entusiasmo dos alunos.

Como na problematização as questões trabalhadas eram sempre abertas, foi possível notar a dificuldade de expressão dos alunos na linguagem escrita. As respostas são bem sucintas e algumas sem explicação. Percebe-se também que a linguagem utilizada por todos é muito semelhante. Visto isso, podemos concluir que é necessário trabalhar com questões discursivas, importantes para desenvolver o hábito da escrita e ajudar os alunos a se expressarem melhor.

Na minha análise a sequência didática continha atividades que envolveram os alunos, tornaram as aulas mais dinâmicas, produziram uma significativa melhora na aprendizagem dos estudantes, além de torná-los mais críticos, questionadores, com uma melhor percepção do que seja ciência e sua relação com a realidade. E sem dúvida nenhuma essa prática contribuiu para o meu crescimento como professora, colocando-me em situações fora da minha zona de conforto, e assim, tornando-se um desafio muito grande, em que foi preciso maior dedicação tanto no planejamento quanto na aplicação.



## 7 REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. Novak York: Holt, Rinehartand Winston, 1978.

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In:\_\_\_\_\_. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. Anna Maria pessoa de Carvalho (Org). São Paulo: Thomson, 2006. p.19-33.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O Entendimento dos Estudantes sobre energia no Início do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 182 –217, 2006.

BIANCHINI, T. B.**O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio**. 2011. 144 p. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e tecnológica (SEMTC). **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/ SEF, 1998.

CAÑAL, P. L.; POSUELOS, F. J. ; TRAVÉ, G. Como enseñar investigando? Análisis de las percepciones de tresequipos docentes con diferentes grados de desarrollo profesional. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid,v.39, n.5, 2006.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. In Carvalho, A. M. P. (Org.). **Critérios estruturantes para o ensino de ciências**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2004, p. 1 – 17.

COLÉGIO REGINA COELI. Disponível em:

<<http://www.colegioreginacoeli.com.br/ens-medio/proposta-pedagogica/>>. Acesso em: 02/12/2018.

CUNHA, A.M.O. **A mudança conceitual de professores num contexto de educação continuada**. 1999. 175f. Tese (doutorado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, 1999.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992. 202p. Disponível em:

<[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=28243](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=28243)

>. Acesso em: 22 de Outubro de 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Thomson, 2002.

DRIVER, R. Students' conceptions and the learning of science. **International Journal of Science Education**, v.11, n.5, p. 481-490, 1989.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 8ª ed, V.1. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2009.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de Física**. 8ª ed, V.2. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2009.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de Física**. 8ª ed, V.3. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2009.

ITAIPU. A maior geradora de energia limpa e renovável do planeta. Disponível em: <[www.itaipu.gov.br/energia/reservatorio](http://www.itaipu.gov.br/energia/reservatorio)>. Acesso em: 28 de novembro de 2018.

LOCHHEAD, J., DUFRESNE, R. Helping students understanding difficult science concepts through the use of dialogues with history. **The History and Philosophy of Science in Science Teaching**, 1989.

LUZ, A. M. R. da; ÁLVARES, B. A. **Física contexto e aplicações: ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2014. V1.

\_\_\_\_\_. **Física contexto e aplicações: ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2014. V2.

\_\_\_\_\_. **Física contexto e aplicações: ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2014. V3.

MENEZES, L. C. Ensino de Física: reforma ou revolução? In: MARTINS, A. F. P. (Org.). **Física ainda é cultura?** São Paulo: Livraria da Física Editora, 2009.

\_\_\_\_\_. Ensinar ciências no próximo século. In: HAMBURGER, E. W.; MATOS, C. (orgs.). **O Desafio de Ensinar Ciências no século XXI**. São Paulo: EDUSP, 2000.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. 2 ed. Ampliada (reimpr.). São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2015.

VERGNAUD, G. ¿En qué sentido la teoría de los campos conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo? **Investigaciones em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.12, n.2, p.287-288, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

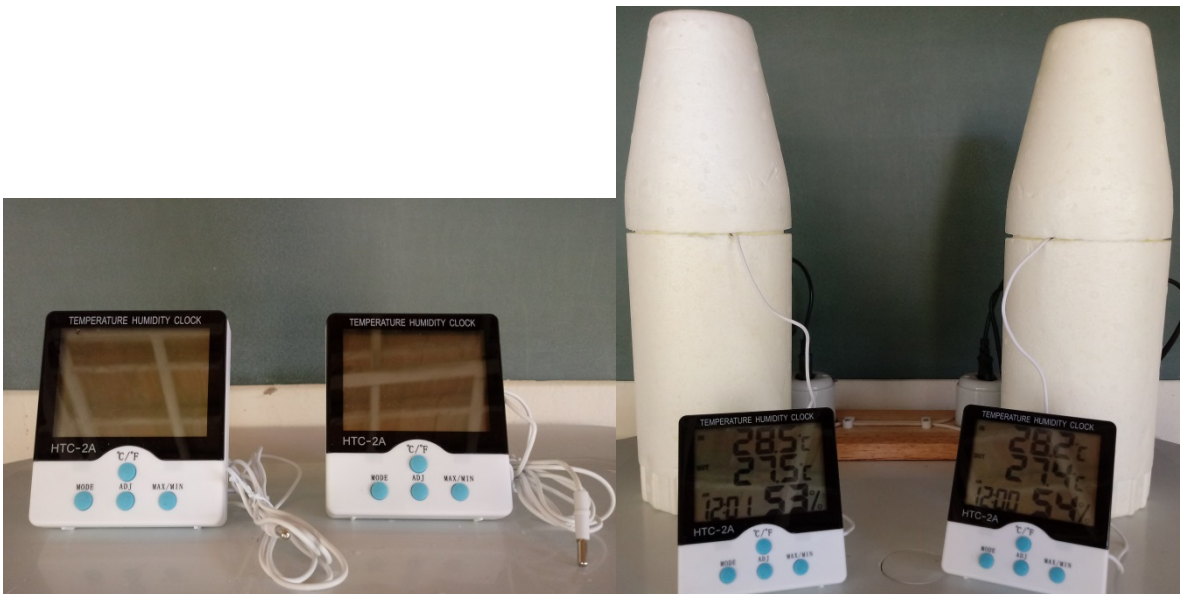
ZABALA, A. **A prática educativa como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224p.

## 8 APÊNDICE A

### COMO CONSTRUIR UM CALORÍMETRO

Materiais: Garrafa de vidro, suporte de isopor, termômetro.

Fonte: Arquivo próprio



## PASSO A PASSO DE COMO CORTAR A GARRAFA DE VIDRO

**Figura 1:** Garrafa de vidro:

**Fonte:** Arquivo próprio



Passo 1: Encher a garrafa de vidro de água até a altura que deseja fazer o corte.

Passo 2: Amarrar um barbante bem firme em torno da garrafa de vidro na altura que deseja fazer o corte.

Passo 3: Molhar o barbante com álcool. Cuidado! Não deixe a garrafa de álcool por perto.

**Figura 2:** Garrafa de vidro com barbante sendo queimado

**Fonte:** Arquivo próprio



Passo 4: Colocar fogo no barbante com um isqueiro ou fósforo.

Passo 5: Aguardar a queima completa do barbante.

**Figura 3:** Garrafa de vidro mergulhada em água

**Fonte:** Arquivo próprio



Passo 6: Mergulhar a garrafa cuidadosamente dentro do balde com água fria quando a chama estiver apagada.

Passo 7: Caso ela não se partir sozinha, dê uma leve ajuda para separar as partes da garrafa.

**Figura 4:** Garrafa de vidro cortada

**Fonte:** Arquivo próprio



Passo 8: Arredondar as bordas com uma lixa grossa ou lima.

## **9 APÊNDICE B**

### **PRODUTO EDUCACIONAL**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL  
EM ENSINO DE FÍSICA

**PRODUTO EDUCACIONAL**  
**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INSTRUMENTO PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA**  
**PROPOSTA BASEADA EM SITUAÇÕES COTIDIANAS E APRENDIZAGEM**  
**SIGNIFICATIVA.**

NAIARA DE SOUZA COSTA OLIVEIRA

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2019

NAIARA DE SOUZA COSTA OLIVEIRA

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INSTRUMENTO PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA  
PROPOSTA BASEADA EM SITUAÇÕES COTIDIANAS E APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA.**

Produto Educacional apresentado à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Pinheiro da Fonseca Rodrigues.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2019

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>71</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>74</b>
Objetivos Gerais.....	74
Objetivos Específicos.....	75
<b>SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SD).....</b>	<b>75</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>83</b>
<b>LISTA DE EXERCÍCIOS.....</b>	<b>85</b>



## APRESENTAÇÃO

Ensinar física não é uma tarefa fácil. Como uma disciplina que aparece inicialmente em suas vidas ao longo das ciências, ministradas no ensino fundamental geralmente por um professor sem formação específica em física, os alunos chegam ao ensino médio com uma certa aversão ao conteúdo, que pode ter sido passado direta ou subliminarmente pelo seu professor de ciências do ensino fundamental. Assim, muitos deles acreditam que não são capazes de aprender o conteúdo e, geralmente, têm sua aversão consolidada pela forma com que a disciplina é ministrada, a saber, matematizada, abstrata, desconexa da realidade cotidiana da maioria dos alunos, senão da sua totalidade.

Um processo de ensino com ênfase na aprendizagem significativa, a partir da realidade dos alunos, por meio de situações problemas, pode ser capaz de motivar os alunos fazendo-os superar essa barreira psicológica que trazem consigo. A partir disso, percebendo que são capazes de olhar o mundo que os cerca e apontar a Física que nele existe, passam a ver a disciplina com outros olhos, notando que a física é parte de sua vida diária e, portanto, seu interesse por ela passa a ocorrer naturalmente.

Entendemos também que a escola é um espaço de divulgação científica, pesquisa e investigação, devendo preocupar-se em formar cidadãos críticos e aptos a interpretar e avaliar as informações recebidas sobre os avanços científicos e suas implicações éticas. Assim, a escola deve proporcionar aos seus alunos desafios que os permitam estarem mais próximos do conhecimento.

O entendimento, na física, compreende o reconhecimento de fenômenos, sua interpretação científica, compreensão de conceitos e modelos, a identificação de dados e informações relevantes em um problema, além de estratégias para solucioná-lo, ou seja, como fazer ciência.

A compreensão de fenômenos, conceitos e teorias físicas constituem um campo abrangente de habilidades e saberes, possivelmente o mais explorado no ensino de Física. No entanto, muito frequentemente limitam-se à memorização e à aplicação de fórmulas em exercícios repetitivos que não exigem do estudante a compreensão conceitual ou a solução de problemas reais (MÁXIMO; ALVARENGA, 2014, p. 330).

Estamos inseridos em um mundo de aparatos e equipamentos tecnológicos, que vão desde os mais simples aos mais sofisticados, em que o uso prático, exige um mínimo de entendimento de seu funcionamento e de suas funções. É preciso dar atenção à contextualização da física em situações ou fenômenos cotidianos e a aplicações sociais e tecnológicas, com o objetivo de contribuir com uma formação mais ampla do aluno, permitindo assim, um posicionamento responsável do aluno em relação às pesquisas científicas modernas e seus desdobramentos sociais e econômicos.

Física é uma ciência que transborda conteúdos e que pode ser aplicada o tempo todo aos fenômenos do cotidiano. Seria muita audácia acreditar que é possível fazer todas as relações entre mecânica, óptica, termodinâmica, gravitação, eletricidade, e os demais conceitos correlacionados a estes temas em nosso contexto escolar. O professor tem a difícil tarefa de selecionar alguns tópicos para trabalhar ao longo do ano.

Ao selecionar o que ensinar aos alunos deve-se considerar qual a relevância de tais conceitos para sua percepção de mundo e também buscar promover as relações tecnológicas entre o conceito histórico científico e suas aplicações no cotidiano.

A preocupação é não permitir que haja uma aprendizagem mecânica da disciplina, mas sim, uma aprendizagem significativa e contextualizada, que busca uma educação direcionada ao conhecimento aplicado ao cotidiano.

O conceito de energia, sistematizado ao longo do século XIX, tem um papel importante aparecendo, muitas vezes de forma despercebida, de várias maneiras em nosso cotidiano. De uma conta de energia elétrica, ao de uso combustíveis fósseis, ao consumo durante um banho, ao consumo de “energéticos” ou mesmo em nossos esforços para a manutenção da saúde, seja por meio de dietas (administração de calorias) ou exercícios físicos (consumo de calorias). A desconexão desse conceito com o que se aprende (e se ensina) nas escolas é, muitas vezes, devida à falta de noção da ciência como parte da cultura, a incompreensão do desenvolvimento histórico dos conceitos científicos e, principalmente, a completa dissociação do que se aprende com a realidade dos indivíduos.

A esse conceito soma-se o conceito de potência, que além de estar associado ao vigor físico, está associado a lâmpadas, equipamentos eletrodomésticos

(particularmente aqueles que utilizam motores), automóveis, chuveiros elétricos e aquecedores de um modo geral, dentre tantos outros.

Em muitas situações há ainda uma enorme confusão devido à escolha das unidades apresentadas, como por exemplo, em nossas contas de energia elétrica que utiliza - se o kWh como unidade de energia, levando muitos a confundir as duas coisas. A isso soma - se o conceito de trabalho que em física tem uma definição que, muitas vezes, pode ferir o senso comum das pessoas, levando-as a “rejeitá-lo”.

A tarefa educativa é muito complexa, assim precisamos de instrumentos e recursos que nos ajudam a ensinar. Para isso, precisamos de materiais que atendam nossas necessidades que estejam a serviço de nossas propostas didáticas e que incentivem a criatividade dos professores. O objetivo não deve ser a busca por um livro-texto, mas sim por diferentes materiais, a tarefa de ensinar exige materiais diversificados.

Sendo o livro didático um dos recursos mais utilizados pelo professor e levando em conta sua importância no processo de ensino, é importante que o livro didático de física seja para o aluno, uma ferramenta, como fonte de dados que permita a sua reflexão e participação ativa em discussões, inclusive de natureza ética, assuntos relacionados a fenômenos físicos, levando-o a compreender a importância dessas discussões para a sua vida e para a sociedade.

Sendo assim, é preciso analisar o texto a ser utilizado para saber se a forma como o tema é abordado leva em consideração o conhecimento prévio e a vivência do aluno. Vale lembrar que a utilização de exemplos que abordem o cotidiano do aluno pode tornar o assunto mais interessante e conseqüentemente, levar a uma aprendizagem significativa.

O uso de seqüências didáticas é uma forma de se tentar alterar esse quadro e, simultaneamente, aplicar todos os pressupostos especificados em nosso marco teórico. Segundo Zabala (1988) seqüências didáticas são: “Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1988, p.18).

Para Zabala (1988), uma seqüência didática deve conter atividades (i) que permitam determinar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos novos conteúdos de aprendizagem, (ii) em que os conteúdos são propostos de maneira significativa e funcional para os estudantes, (iii) que devem ser adequados ao nível

de desenvolvimento de cada estudante, (iv) que representem desafios possíveis para o estudante e que permitam a percepção da zona de desenvolvimento proximal sobre a qual se possa intervir, (v) que promovam uma atitude favorável e que sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conceitos, (vi) que estimulem a autoestima e o autoconceito do estudante em relação às aprendizagens, para que ele perceba que seu esforço vale a pena e (vii) que facilitem a aquisição de habilidades ligadas ao aprender a aprender, para que o estudante se torne cada vez mais autônomo frente aos processos de aprendizagem.

Segundo Zabala (1988) as críticas aos conteúdos dos livros didáticos giram em torno das seguintes considerações:

(i) a maioria dos livros didáticos, devido a sua estrutura, trata os conteúdos de forma unidirecional, não oferece ideias diversas à margem da linha estabelecida. Estes livros transmitem um saber que costuma se alimentar de estereótipos culturais. (ii) dada sua condição de produto, estão mediatizados por uma infinidade de interesses. São livros que reproduzem os valores, as ideias e os preconceitos das instâncias intermediárias, baseadas em proposições vinculadas a determinadas correntes ideológicas e culturais. Neste sentido, é fácil encontrar livros com doses consideráveis de elitismo, sexismo, centralismo, classicismo, etc. (iii) com frequência, as opções postuladas são transmitidas de forma dogmática, apresentadas como conhecimentos acabados e sem possibilidade de questionamento. Desta maneira se silencia o conflito, fonte de progresso e de criação cultural e científica. (iv) os livros didáticos, apesar da grande quantidade de informação que contêm, não podem oferecer toda a informação necessária para garantir a comparação. Portanto, a seleção das informações transforma em determinante não tanto o que expõe, mas o que deixa de lado (ZABALA, 1988, p. 174).

As críticas aludem aos seguintes aspectos:

(i) fomentam a atitude passiva dos meninos e meninas, já que impedem que participem tanto no processo de aprendizagem como na determinação dos conteúdos. Desta maneira a iniciativa dos alunos é freada, se limita sua curiosidade, eles são obrigados a adotar algumas estratégias de aprendizagem válidas apenas para uma educação baseada nestes materiais escolares. (ii) não favorecem a comparação entre a realidade e os ensinamentos escolares e, portanto, impedem a formação crítica dos alunos. (iii) impedem o desenvolvimento de propostas mais próximas da realidade e da experiência dos alunos, como os enfoques didáticos globalizadores e interdisciplinares. (iv) não respeitam a forma nem o ritmo de aprendizagem dos alunos. Não observam as experiências, os interesses ou as expectativas dos alunos nem suas diferenças pessoais. Propõem ritmos de aprendizagem comuns para coletividades, em vez de indivíduos. O resultado é a uniformização do ensino, deixando de lado as necessidades de muitos alunos. (v) fomentam certas estratégias didáticas baseadas primordialmente em aprendizagens por memorização mecânica. (ZABALA, 1988, p. 175).

As atividades experimentais podem vincular as descrições científicas aos fenômenos do cotidiano. Estimulam o senso crítico e a criatividade dos alunos, de modo a desenvolver a capacidade de resolver problemas e auxiliar na compreensão de conceitos básicos devido ao contato direto com fenômenos. Além disso, nas aulas práticas os alunos enfrentam os resultados não previstos cuja interpretação desafia sua imaginação e exige raciocínio, dando-lhes oportunidades de investigarem, elaborarem hipóteses, a organizar e interpretar dados e, através deles, construir novos conhecimentos por meio de uma aprendizagem significativa.

As atividades experimentais tem papel importante na construção do conhecimento. No ensino de física promove a compreensão de fenômenos, demonstra teorias; e mais, desenvolve competências e habilidades de investigação como observar, fazer hipóteses, estimar, medir, avaliar, comparar e interpretar dados e resultados.

Os PCN+ expressam essa necessidade:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável (BRASIL, 2002, p. 84).

Sabemos da dificuldade em realizar experimentos em sala de aula. A maioria das escolas não possuem espaços físicos adequados e materiais. E esses não são os únicos motivos, temos que levar em conta também a falta de tempo do professor para o planejamento e a execução das atividades. Mas mesmo diante de tantas dificuldades com relação a tempo, infraestrutura e outras condições, é possível, em algum momento do curso realizar experimentos, até porque, nem sempre essas atividades requer espaço físico e equipamentos sofisticados. Basta serem bem planejadas.

Os meios e os tipos de experimentação podem ser diversos, desde a mera observação de fenômenos em situações do cotidiano até experimentos mais requintados. Além disso as atividades experimentais para o ensino passam por muitas modalidades, a exemplo de experimentos de baixo custo, demonstrações, execução de medidas simples, leitura e compreensão de experimentos científicos e históricos, interpretação de dados, entre outras possibilidades.

As atividades experimentais podem ser realizadas em sala de aula ou fora dela, em casa, no trajeto de casa para a escola, em um espaço ao redor da escola, em suas quadras, pátios e outros espaços. O mundo em que

vivemos é, em si, um grande laboratório, pleno de possibilidades e desafios. Obviamente que esse potencial todo deve ser explicado e planejado com o aluno para que seja explorado de forma que atenda às expectativas de aprendizagem (MÁXIMO; ALVARENGA, 2014, p. 332).

A experimentação no processo de ensino e aprendizagem de física é muito mais que uma prática de execução de materiais e receitas com o objetivo de comprovar leis e teorias, ou de simplesmente ilustrar. É, acima de tudo, um poderoso recurso para auxiliar na compreensão e na aprendizagem significativa dos assuntos em estudo. Desperta a vontade de aprender e de investigar, incentiva o aluno a elaborar hipóteses e previsões acerca do fenômeno ou da situação proposta.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A teoria de Ausubel propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista. Ausubel acredita que as informações estão armazenadas e organizadas na mente do ser que aprende. O foco da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa.

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo (AUSUBEL, 1978, p. 41).

De acordo com Moreira (2015), assim à medida que a aprendizagem vai ocorrendo de forma significativa, os conceitos prévios vão ficando mais elaborados e ancorando-se em novas informações e modificando os conceitos prévios, que passam a ter uma nova abrangência.

Outra questão importante nesse processo são as concepções espontâneas tem origem da interação aluno-mundo, que surgem de forma natural na mente das pessoas ao longo de sua vida, ou seja, não há necessidade de nenhuma atividade educativa específica para o surgimento dela (LOCHHEAD e DUFRESNE, 1989). Porém estas ideias que os alunos constroem de forma espontânea são restritas e possuem um grau de abstração limitado, ou seja, são eficazes para situações cotidianas extraescolares, mas não para situações mais sofisticadas ou complexas.

Uma peculiaridade das concepções espontâneas, é que elas podem divergir substancialmente do conceito que se pretende ensinar, influenciando a aprendizagem futura e resistindo às mudanças (DRIVER, 1989). Na verdade a mudança só ocorre com o surgimento de uma teoria melhor, que explica tudo o que explicava a anterior e também outras coisas (a nova coisa que se pretende ensinar). Nesse sentido, um dos problemas em ensinar física consiste na dificuldade em mostrar ao aluno a forma em que as teorias científicas propostas em sala de aula superam a suas intuições, englobando um sistema conceitual mais abrangente.

Para superar essas dificuldades e conseguir o avanço conceitual dos alunos é necessário ligar (ou na maioria dos casos, contrapor) a ciência com suas ideias intuitivas e com as situações cotidianas em que estas se baseiam, tendo como objetivo um caráter construtivo da aprendizagem. Segundo Bachelard (1996).

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996, p. 23).

Muitas vezes a aprendizagem de um conhecimento novo exige a “destruição” do antigo (obstáculo epistemológico), ou seja, não é possível aproveitar o subsunçor (ou o invariante operatório). É como se o conhecimento prévio fosse um obstáculo epistemológico Bachelard (1996). Para superar essa situação, Vergnaud (2007) sugere que;

O primeiro ato de mediação do ensino é, de fato, a escolha da situação a propor aos estudantes. Na ZDP [Zona de Desenvolvimento Proximal], existem continuidades e rupturas. O professor pode achar oportuno usar a continuidade e promover que o estudante passe de uma classe de situações a outra, próximas entre si [...]. É também possível que o professor considere oportuno usar a ruptura, de maneira que provoque o desequilíbrio entre a situação a tratar e as competências dos estudantes, e fazer com que eles tomem consciência dos limites de seus pontos de vista (VERGNAUD, 2007, p.287 e 288).

Com o objetivo de melhorar o processo de aprendizagem, vários autores têm recorrido à metodologia de ensino por investigação, que teria a capacidade de despertar no aprendiz a necessidade e o prazer pela descoberta do conhecimento. Todos nós possuímos uma tendência investigadora, que geralmente é destruída ao

longo do processo educacional focado quase que exclusivamente nos “programas dos exames universitários” (BACHELARD, 1996). É preciso, portanto, reestimular essa tendência investigadora de modo a permitir que processo de aprendizagem seja efetivo reconectado com a realidade que se apresenta na vida cotidiana.

Segundo Bianchini (2011) uma situação problema em que os alunos discutem e elaboram hipóteses para tentar chegar a uma solução é uma atividade investigativa, cuja essência está na maneira como o professor conduz as atividades e na maneira de problematizar uma situação a ser investigada pelos alunos.

O objetivo de elaborar atividades investigativas é levar o aluno a pensar, debater, justificar, argumentar, aplicar conhecimento a situações novas, fazê-los participar de sua própria aprendizagem e sentir a importância disso. O Ensino por Investigação tem como pressupostos básicos o seguinte corpo de trabalho: primeiro, os alunos devem sentir-se interessados em participar da investigação e, para isso ocorrer, é indicado iniciar a atividade com uma ou mais questões que sejam interessantes para os alunos; segundo, os aprendizes devem ter oportunidades em sala para poderem desenvolver uma das principais etapas da investigação, a elaboração das hipóteses para explicar o fenômeno observado/questionado; terceiro, deve ocorrer uma troca de ideias entre o corpo discente e o professor, que tem o papel de orientador (BIANCHINI, 2011, p. 22 e 23).

Para Azevedo (2004), o professor tem o papel de elaborar situações-problema que estejam presentes no cotidiano dos seus alunos, para que a atividade faça sentido para o aprendiz de modo que ele tenha interesse e entenda o porquê de realizar essa investigação.

Para que uma atividade possa ser considerada investigativa, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou a observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Muitas são as vantagens em um ensino por investigação. Para Bianchini (2011) melhora a educação dos jovens, formando pessoas mais críticas, comunicativas, disciplinadas e autônomas. De acordo com Bianchini (2011), Cañal (2006) ainda indica outros aspectos positivos em relação a utilização da investigação como método de ensino, tais como:

(i) potencializa indagação colaborativa, o trabalho em equipe e a unificação do currículo escolar; (ii) facilita o desenvolvimento profissional do professor e a aprendizagem funcional do aluno; e (iii) trabalha com um currículo baseado no estudo de problemas que interessam a comunidade educativa (BIANCHINI, 2011, p. 25).



Dessa forma, o professor deve constantemente refletir sobre sua prática pedagógica e com o processo de investigação ele tem essa oportunidade. É seu dever promover atividades que estimulem o aluno a compreender conceitos e entender a ciência; que o prepare para entender o mundo em que vive e resolver problemas e questões que lhe são propostas. É importante que essas atividades abordem a realidade do aluno e que desenvolva nele uma postura investigativa.

Com efeito, uma nova abordagem na prática docente é esperada da escola e dos professores desde a introdução dos PCN há duas décadas:

Para isso, o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno (BRASIL, 1998, p. 62).

Nesse sentido, sequências didáticas devidamente desenvolvidas e aplicadas podem ajudar a resolver várias das questões propostas, fugindo de uma aula tradicional e, simultaneamente, atendendo à maioria dos pressupostos acima.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos Gerais**

Os objetivos que se pretende alcançar com estas Sequências Didáticas são:

- Diferenciar os conceitos de potência, trabalho e energia.
- Identificar esses conceitos em situações cotidianas.
- Compreender a relação entre esses conceitos.
- relacionar as áreas: mecânica, termologia e elétrica.
- Utilizar os conceitos descritos teoricamente para explicar fenômenos e propor hipóteses nas aulas práticas.

## **Objetivos Específicos**

A abordagem proposta nestas sequências tem como finalidade permitir ao aluno conhecer, comparar e utilizar os conceitos Energia, Trabalho e Potência no seu cotidiano. Além disso, as atividades buscam desenvolver a capacidade de investigação física para que o aluno seja capaz de classificar, organizar, sistematizar e identificar regularidades. É necessário propiciar ao aluno uma aprendizagem que o permita uma autonomia.

## **SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SD)**

Cada sequência didática proposta tem como base situações problemas, que tem o objetivo de estimular o interesse dos alunos, incentivando-os a participar ativamente na construção do conhecimento, uma proposta que muda o papel do aluno, tornando-os mais críticos. A metodologia dessas aulas visa aproximar os alunos da atividade científica formal. Tal postura é oposta à que ocorre no ensino tradicional, no qual os alunos se limitam a copiar e memorizar passivamente o conhecimento apresentado pelo professor. Uma postura mais participativa por parte dos alunos permite que estes sejam construtores do próprio conhecimento, o que contribui para a elevação de sua autoestima e autonomia.

Para haver uma mudança na postura dos alunos nas aulas de física é preciso mudança no papel do professor. Cabe ao professor possibilitar a participação e interação do aluno nas atividades, saindo do papel de simples expositor de conteúdos para agir como o de mediador entre os alunos e o conhecimento, orientando-os na resolução de situações problemas.

O material produzido consiste em um conjunto de aulas de Física, envolvendo temas de potência, trabalho e energia trabalhados nas áreas de mecânica, elétrica e de termologia.

O material, composto por três sequências didáticas que contém aulas práticas e teóricas consistem também em:

- I- Orientações/Sugestões ao professor de como as aulas podem ser desenvolvidas.
- II- Roteiro da atividade prática, que pode ser realizada em sala de aula, utilizando materiais de baixo custo.

III- Questões de processos seletivos referente ao assunto trabalhado.

### **Plano de Sequência Didática I**

Área: Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Disciplina: Física

Ano/Série: 2º e 3º Ano do Ensino Médio

Duração: 03 a 04 aulas

Tema/Conteúdo: Potência elétrica e o consumo de energia de aparelhos elétricos.

### **Etapas da sequência didática**

**Problematização**: Investigar as concepções dos alunos acerca do conteúdo potência elétrica.

- Em que circunstâncias da sua vida diária, você usa o conceito de potência elétrica?
- O que você entende por 127 volts e 60 W, que vem especificado em uma lâmpada?
- Chuveiro no modo 'verão' ou 'inverno' faz diferença na conta de luz? Explique.
- Uma lâmpada consome a potência de 60watts quando ligada em 220volts. Se for ligada em uma tomada de 127volts, explique o que ocorrerá com a potência elétrica desse aparelho?
- Um técnico faz uma experiência instalando dois chuveiros em sua residência, de dados nominais: 127V /4000W, ligado em 127V, e 220V/4000W, ligado em 220V. Para 1hora de funcionamento, qual dos chuveiros consome mais energia? Explique.

**Desenvolvimento**: Descrição das estratégias metodológicas que serão utilizadas.

#### Aula 01

Individualmente, cada aluno deverá responder um questionário com as perguntas da “problematização”, no qual responderão usando a concepção prévia. É importante que durante a atividade o professor não interfira nas respostas dos alunos, mesmo que eles peçam ajuda, pois o objetivo das perguntas é questionar o

conhecimento que **os alunos** trazem de sua vivência cotidiana sobre o conceito de potência. A interferência deve ser feita somente na aula seguinte.

É importante ressaltar a necessidade em conscientizar os alunos sobre a importância em responder o questionário, pois o mesmo servirá como ponto de partida para que o professor possa encaminhar as atividades e fornecer um feedback sobre o conteúdo trabalhado.

### Aula 02

Após uma análise feita pelo professor das respostas dadas na problematização, o mesmo deverá promover em sala de aula uma discussão entre os alunos a respeito do questionário, com o intuito de promover uma socialização entre eles. É preciso que o professor faça uma análise bem rigorosa, no sentido de tentar entender o porquê da concepção de cada aluno e pensar em estratégias para que o aluno consiga formalizar concepções consistentes e cientificamente corretas. O professor tem que estar preparado para uma rejeição do aluno em mudar sua concepção, e entender que não é um processo fácil, por isso, é importante que o professor pense em intervenções, experimentos ou mesmo situações que mostre para o aluno que aquela concepção dele é inconsistente. Assim, a aprendizagem será significativa.

### Aula 03

A partir da problematização e da aula 02, Exposição do conteúdo “*potência e consumo de energia de aparelhos elétricos*”, com a participação ativa dos estudantes, onde o ponto de partida será o conhecimento prévio do aluno. A aula 03 é planejada e desenvolvida em cima das respostas da problematização e da discussão desenvolvida na aula 02. Durante a explicação o professor deve recorrer às perguntas mais polêmicas da problematização, caso algum aluno ainda não tenha conseguido compreender essa é a chance. É nessa aula que o professor deve provocar aqueles alunos que ainda estão com dúvida.

**Tarefa de casa:** Resolução dos exercícios propostos. A elaboração ou seleção desses exercícios devem ser feita em cima da proposta trabalhada. O objetivo é consolidar o entendimento das ideias apresentadas e o processo sequencial que foi seguido.

**Síntese ou Registro:** Fazer uma síntese do que foi discutido, lido, aprendido, durante as três aulas.

## **Plano de Sequência Didática II**

Área: Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Disciplina: Física

Ano/Série: 1º, 2º e 3º Ano do Ensino Médio

Duração: 03 a 04 aulas

Tema/Conteúdo: *Potência Mecânica, Energia e Trabalho.*

### **Etapas da sequência didática**

**Problematização:** Investigar as concepções dos alunos acerca do conteúdo potência mecânica.

- Um carro muito badalado é o Chevrolet Camaro. Ele possui um motor V8, uma massa de 1709 kg e é capaz de arrancar de 0 a 100Km/h em 4 segundos. Qual o significado dessas informações? É possível com esses dados calcular alguma grandeza física? Se sim, qual?
- Imagine a seguinte situação, um automóvel 1.0 subindo uma ladeira bem íngreme e um outro automóvel, porém 1.0 Turbo, subindo a mesma ladeira. Quem chegará ao topo da ladeira em um intervalo de tempo menor? Justifique.
- Agora imagine um carro 1.0 subindo a mesma ladeira vazio e depois cheio de gente, como será seu desempenho nas duas situações?
- Qual o significado de Potência?
- Por que água em movimento pode fazer girar uma turbina?
- Qual o significado das frases: A capacidade instalada da usina de Itaipu é maior que a de Sobradinho.

**Desenvolvimento:** Descrição das estratégias metodológicas que serão utilizadas.

Aula 01

Individualmente, cada aluno deverá responder o questionário com as perguntas da “problematização” no qual responderão usando a concepção prévia. É importante que durante a atividade o professor não interfira nas respostas dos alunos, mesmo que eles peçam ajuda, pois o objetivo das perguntas é questionar o conhecimento que **os alunos** trazem de sua vivência cotidiana sobre o conceito de potência. A interferência deve ser feita somente na aula seguinte. (Aplicação para 1º série do ensino médio)

Também individualmente, cada aluno deverá responder o questionário com as perguntas da “problematização” com o objetivo de recordar os conceitos de trabalho, energia e potência mecânica trabalhos na série anterior (1ºsérie do ensino médio). (Aplicação para a 2º e 3º série do ensino médio)

## Aula 02

Após uma análise feita pelo professor das respostas dadas na problematização, o mesmo deverá promover em sala de aula uma discussão entre os alunos a respeito do questionário, com o intuito de promover uma socialização entre eles. É preciso que o professor faça uma análise bem rigorosa no sentido de tentar entender o porquê da concepção de cada aluno e pensar em estratégias para que o aluno consiga formalizar concepções consistentes e cientificamente corretas. O professor tem que estar preparado para uma rejeição do aluno em mudar sua concepção, e entender que não é um processo fácil, por isso é importante que o professor pense em intervenções, experimentos ou mesmo situações que mostre para o aluno que aquela concepção dele é inconsistente. Assim, a aprendizagem será significativa. (Aplicação 1ºsérie do ensino médio)

Após uma análise feita pelo professor das respostas dadas na problematização, o mesmo deverá promover em sala de aula uma discussão entre os alunos a respeito do questionário, com o intuito de promover uma socialização entre eles. É preciso que o professor faça uma análise bem rigorosa detectando se houve falha no processo de aprendizagem desses conceitos na série anterior, e se houve, identificar quais são as falhas e traçar estratégias para corrigi-las. (Aplicação 2º e 3º série do ensino médio)

**Tarefa de casa:** Para a aula seguinte ler o texto fornecido pelo professor. “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” (DELIZOICOV, 1992).

### Aula 03

O texto deve ser discutido em sala com as cadeiras dispostas em círculo com o objetivo de construir uma compreensão mais formal do conceito de energia, suas transformações e seus princípios de conservação.

O texto “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” é apresentado para fornecer aos alunos uma visão de extensão, da amplitude da Física. Nele são citadas definições, conceitos, relações e leis, com o intuito de mostrar, de um lado, a historicidade do conhecimento construído, procurando estabelecer relações entre ciências, tecnologia e sociedade; de outro lado, procura-se mostrar que esse conhecimento, embora não acabado, tem uma estrutura própria e que, uma vez aprendido, foi e continua sendo usado tanto em aplicações tecnológicas como nas interpretações dos fenômenos naturais e das próprias aplicações tecnológicas (DELIZOICOV, 1992, p. 20).

O professor deve explorar bem o texto em cima dos conceitos de trabalho, energia e potência. Provocar a participação do aluno com perguntas e situações cotidianas. Nessa discussão o professor tem a chance de sanar alguma deficiência do aluno entorno desses conceitos.

O texto tem o objetivo de fornecer subsídios para que o aluno perceba a relação entre os assuntos estudados nas diferentes áreas da disciplina e, a partir da integração desses assuntos, desenvolva uma visão abrangente e unificada da natureza e de seus fenômenos. Assim, o texto evidencia conexões entre conceitos e temas de diferentes áreas do conhecimento, que sob a orientação do professor estabelece um recurso favorável à ampliação do entendimento desses conceitos e fenômenos. Sendo assim, o papel do texto é o de unificar os conceitos físicos que são fragmentados nos livros.

**Síntese ou Registro:** Fazer uma síntese do que foi discutido, lido, aprendido, durante as três aulas.

### **Plano de Sequência Didática III**

Área: Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Disciplina: Física

Ano/Série: 2º e 3º Ano do Ensino Médio

Duração: 04 aulas

Tema/Conteúdo: Potência Térmica, Potência elétrica, Calor.

### **Etapas da sequência didática**

#### **Desenvolvimento:**

##### Aula 01 e 02

Exposição do conteúdo “Transferência de Calor, *Calor Sensível*, *Calor Latente*, *Potência Térmica*”, com a participação ativa dos estudantes.

##### Aula 03 - Aula Prática – Calorímetro

Atividade prática, o experimento deve ser montado pelos alunos, que devem ser divididos em grupos.

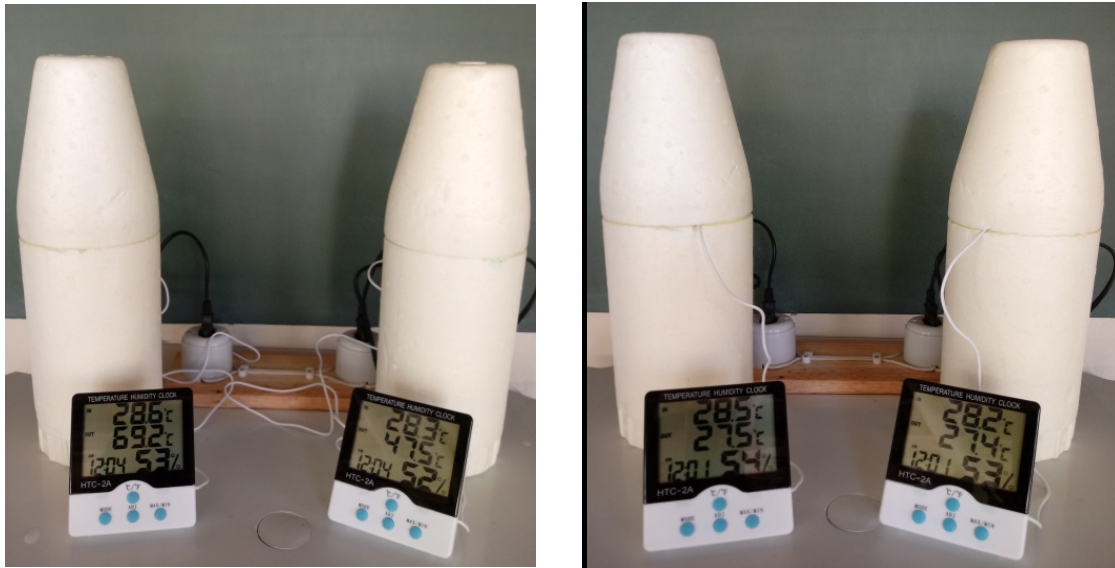
Objetivo: Compreender o processo de aquecimento de um corpo por meio de fornecimento de calor; Explorar o funcionamento de um calorímetro; Relacionar os conceitos de potência térmica e potência elétrica.

Materiais:

- Água;
- Dois ebulidores (com potências diferentes);
- Cronômetro;
- Duas garrafas de vidro cortadas (anexo I);
- Dois suportes de isopor ( como na Figura 1 );
- Dois termômetros;
- Pote graduado;
- Extensão elétrica com duas tomadas e (preferencialmente) com um interruptor.







**Figura 1:** Montagem do calorímetro junto aos materiais utilizados.

**Fonte:** Arquivo próprio.

Procedimentos:

1. Coloque cada garrafa de vidro em um suporte de isopor.
2. Adicione 700ml de água em cada garrafa de vidro.
3. Coloque cada ebulidor em uma garrafa.
4. Ligue o sistema à energia elétrica.

Atividade: Anote as medidas de temperatura registradas pelos termômetros dos dois arranjos experimentais na seguinte tabela.

**Tabela 01:** Dados do Experimento.

<b>Tempo</b>	<b>Temperatura (Experimento 1)</b>	<b>Temperatura (Experimento 2)</b>
0:00		
0:30		
1:00		
1:30		
2:00		
2:30		
3:00		

Após obterem os dados os grupos deverão responder as seguintes perguntas:

- Os dois sistemas variam igualmente a temperatura nos mesmos instantes?
- Por que você acha que um sistema atingiu a temperatura antes do outro?
- O que influi no aumento de temperatura?
- A quantidade de energia fornecida influi?
- A quantidade de água influi no aumento de temperatura?

Nessa atividade é desejável incentivar os alunos a elaborar hipóteses e previsões acerca da situação. A prática tem que despertar a vontade de aprender e de investigar.

**Tarefa de Casa:** Individualmente, cada aluno deverá escrever um pequeno relatório sobre o experimento realizado na aula3.

#### Aula 04

A aula será conduzida em cima do experimento, será uma aula investigativa onde o aluno será induzido a comparar a teoria estudada através da prática realizada.

Repetir o experimento da Aula 3 e a partir da explicação do conteúdo das Aulas 1 e 2, comparar o resultado experimental (medida da temperatura no termômetro) com o dado teórico (medida da temperatura pela fórmula).

**Síntese ou Registro:** Fazer uma síntese do que foi discutido, lido e aprendido, durante as três aulas.

## **CONCLUSÃO**

O aluno não chega à escola sem conhecimento, traz consigo aspectos da sua cultura, das relações vividas, das condições de vida, entre outros. Na escola ele interage com conteúdos de física que quantifica e também qualifica, dá sentido para os fenômenos e situações cotidianas. Quando se consegue mostrar ao aluno a aplicação da física em sua vida, ele fica fascinado por tal disciplina. Isso porque

quando o ensino é contextualizado, e ele percebe isso por meio de situações de resoluções e reflexões, se torna atrativa para os alunos. Para tanto práticas e metodologias têm sido utilizadas pelos professores a fim de buscar mudanças para um ensino de física efetivo. Assim sendo, espera-se contribuir com o ensino dos conceitos de potência, trabalho e energia, desse modo, este produto educacional terá alcançado suas metas, interferindo na realidade dos alunos e transformando essa realidade ao proporcionar um conhecimento efetivo sobre Física com o uso das sequências didáticas.

#### Segundo Zabala:

Uma das conclusões da análise dos recursos didáticos e de sua utilização é a necessidade da existência de materiais curriculares diversificados que, como peças de uma construção, permitam que cada professor elabore seu projeto de intervenção específico, adaptado às necessidades de sua realidade educativa e estilo profissional. Quanto mais variados sejam os materiais, mais fácil será a elaboração de propostas singulares. Portanto, em vez de propor unidades didáticas fechadas, os projetos de materiais curriculares para os alunos têm que oferecer uma grande variedade de recursos. Recursos que possam se integrar em unidades construídas pelos próprios professores, enraizando-se nas demandas específicas de seu contexto educativo (ZALABA, 1988, p. 187 e 188).

O planejamento das sequências didáticas tem uma importância muito grande não só para a organização do professor, mas, é a partir dele que se poderão apontar quais as concepções prévias dos alunos e reestruturar a aula levando em conta esse fator. É no planejamento que se indicam quais serão os elementos facilitadores da aprendizagem, e como estes se organizarão. Onde o professor cria, e os conteúdos recebem abordagens contextualizadas, de modo que façam sentido para os alunos nas diversas realidades, contribuindo com sua formação cidadã. É no planejamento que se inicia a investigação, que se determina quais as dimensões que o estudo vai tomar, como será a abordagem do conceito científico com os aspectos tecnológicos, históricos e sociais.

Tem que ser um planejamento suficientemente flexível para poder se adaptar às diferentes situações da aula, como também deve levar em conta as contribuições dos alunos desde o princípio. É importante que possam participar, entendendo o porquê das tarefas propostas e responsabilizando-se pelo processo autônomo de construção do conhecimento. Quer dizer, um planejamento como previsão das intenções e como plano de intervenção, entendido como um marco flexível para a orientação do ensino, que permita introduzir modificações e adaptações (ZABALA, 1988, p. 94).

## LISTA DE EXERCÍCIOS

Essa variedade de atividades dá condições ao professor de planejar, a análise e discussão dos exercícios de acordo com a realidade da escola e dos alunos. Além disso, os diferentes níveis de dificuldade lhe permitem trabalhar com a diversidade de cognição dos estudantes, fato comum em classes com elevado número de alunos.

- 1- (UFRJ-RJ) Um chuveiro elétrico está instalado em uma residência cuja rede elétrica é de 110 V. Devido a um problema de vazão baixa, a água fica insuportavelmente quente quando o chuveiro é ligado. Para sanar o problema, o morador substitui a resistência original  $R_1$  do chuveiro pela resistência  $R_2$  de u
- 2- m segundo chuveiro, fabricado para funcionar em uma rede de 220 V. Suponha que ambos os chuveiros, funcionando com vazões iguais, nas tensões indicadas pelos fabricantes, aqueçam igualmente a água.
  - a) Calcule a razão entre a potência elétrica  $P_1$  dissipada pela resistência original  $R_1$  do chuveiro e a potência elétrica  $P_2$  dissipada pela resistência  $R_2$  após a substituição da resistência.
  - b) Analise o resultado e responda se a troca da resistência causa o efeito desejado ou se aumenta ainda mais a temperatura da água. Justifique sua resposta.
- 2-(Enem 2011) Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível e a área da seção transversal dos condutores utilizados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo		A	B	
Tensão (V ~)		127	220	
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas	○	0	0
		●	2 440	2 540
		●●	4 400	4 400
		●●●	5 500	6 000
Disjuntor ou Fusível (Ampère)		50	30	
Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )		10	4	

Manual do chuveiro elétrico com suas especificações técnicas

Uma pessoa adquiriu um chuveiro do modelo A e, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 amperes. No entanto, intrigou-se com o fato de que o disjuntor a ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro do modelo B devia possuir amperagem 40% menor. Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4.400 W, a razão entre as suas respectivas resistências elétricas,  $R_A$  e  $R_B$ , que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores é mais próxima de:

- a) 0,3
- b) 0,6
- c) 0,8
- d) 1,7

3- (Enem 2010) Observe a tabela seguinte. Ela traz especificações técnicas constantes no manual de instruções fornecido pelo fabricante de uma torneira elétrica.

### Especificações Técnicas

Modelo	Torneira				
	127		220		
Tensão Nominal (Volts~)					
	(Frio)	Desligado			
Potência Nominal (Watts) (Morno)		2 800	3 200	2 800	3 200
	(Quente)	4 500	5 500	4 500	5 500
Corrente Nominal (Ampères)		35,4	43,3	20,4	25,0
Fiação Mínima (Até 30 m)		6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>
Fiação Mínima (Acima 30 m)		10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>
Disjuntor (Ampères)		40	50	25	30

Disponível em: [http://www.cardal.com.br/manualprod/Manuais/Torneira%20Suprema/-Manual\\_Torneira\\_Suprema\\_roo.pdf](http://www.cardal.com.br/manualprod/Manuais/Torneira%20Suprema/-Manual_Torneira_Suprema_roo.pdf)

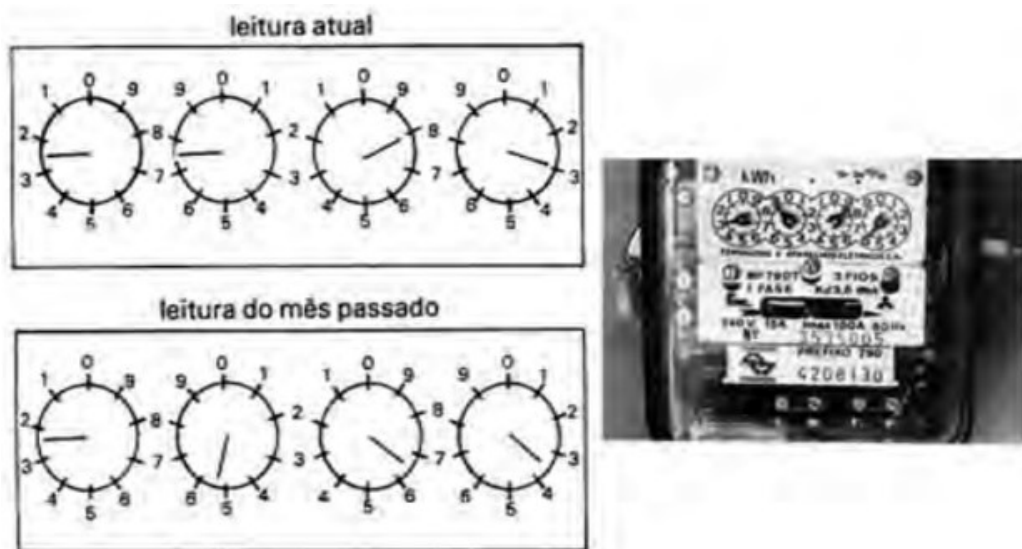
Considerando que o modelo de maior potência da versão 220 V da torneira suprema foi inadvertidamente conectada a uma rede com tensão nominal de 127 V e que o aparelho está configurado para trabalhar em sua máxima potência, qual o valor aproximado da potência ao ligar a torneira?

- 1.830 W
- 2.800 W
- 3.200 W
- 4.030 W
- 5.500 W

4- (ENEM 2013) O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110V pode ser adaptado para funcionar em 220V, de modo a manter inalterada sua potência. Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a):

- dobro do comprimento do fio.
- metade do comprimento do fio.
- metade da área da seção reta do fio.
- quádruplo da área da seção reta do fio.
- quarta parte da área da seção reta do fio.

5- (ENEM 2010) A energia elétrica consumida nas residências é medida, em quilowatt/hora, por meio de um relógio medidor de consumo. Nesse relógio, da direita para a esquerda, tem-se o ponteiro da unidade, da dezena, da centena e do milhar. Se um ponteiro estiver entre dois números, considera-se o último número ultrapassado pelo ponteiro. Suponha que as medidas indicadas nos esquemas seguintes tenham sido feitas em uma cidade em que o preço do quilowatt/hora fosse de R\$ 0,20.



Fonte: FILHO, A.G.; BAROLLI, E. Instalação Elétrica. São Paulo: Scipione, 1997. (Foto: Reprodução/Enem)

O valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica registrado seria de

- R\$ 42,80.
- R\$ 42,00.
- R\$ 43,00.
- R\$ 43,80.
- R\$ 44,00.

6- (ENEM) Lâmpadas incandescentes são normalmente projetadas para trabalhar com a tensão da rede elétrica em que serão ligadas. Em 1997, contudo, lâmpadas projetadas para funcionar com 127V foram retiradas do mercado e, em seu lugar, colocaram-se lâmpadas concebidas para uma tensão de 120V. Segundo dados recentes, essa substituição representou uma mudança significativa no consumo de

energia elétrica para cerca de 80 milhões de brasileiros que residem nas regiões em que a tensão da rede é de 127V. A tabela abaixo apresenta algumas características de duas lâmpadas de 60W, projetadas respectivamente para 127V (antiga) e 120V (nova), quando ambas encontram-se ligadas numa rede de 127V.

Acender uma lâmpada de 60W e 120V em um local onde a tensão na tomada é de 127V, comparativamente a uma lâmpada de 60W e 127V no mesmo local tem como resultado:

- a. mesma potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
- b. mesma potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.
- c. maior potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
- d. maior potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.
- e. menor potência, menor intensidade de luz e menor durabilidade.

7- (ENEM 2015) Para irrigar sua plantação, um produtor rural construiu um reservatório a 20 metros de altura a partir da barragem de onde será bombeada a água. Para alimentar o motor elétrico das bombas, ele instalou um painel fotovoltaico. A potência do painel varia de acordo com a incidência solar, chegando a um valor de pico de 80 W ao meio-dia. Porém, entre as 11 horas e 30 minutos e as 12 horas e 30 minutos, disponibiliza uma potência média de 50 W. Considere a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e uma eficiência de transferência energética de 100%.

Qual é o volume de água, em litros, bombeado para o reservatório no intervalo de tempo citado?

- a) 150
- b) 250
- c) 450
- d) 900
- e) 1440

8- (Enem 2016) Um eletricista deve instalar um chuveiro que tem as especificações 220 V — 4 400 W a 6 800 W. Para a instalação de chuveiros, recomenda-se uma



rede própria, com fios de diâmetro adequado e um disjuntor dimensionado à potência e à corrente elétrica previstas, com uma margem de tolerância próxima de 10%. Os disjuntores são dispositivos de segurança utilizados para proteger as instalações elétricas de curtos-circuitos e sobrecargas elétricas e devem desarmar sempre que houver passagem de corrente elétrica superior à permitida no dispositivo. Para fazer uma instalação segura desse chuveiro, o valor da corrente máxima do disjuntor deve ser:

- a) 20 A
- b) 25 A
- c) 30 A
- d) 35 A
- e) 40 A

9- (Enem 2016) Uma lâmpada LED (diodo emissor de luz), que funciona com 12 V e corrente contínua de 0,45 A, produz a mesma quantidade de luz que uma lâmpada incandescente de 60 W de potência. Qual é o valor da redução da potência consumida ao se substituir a lâmpada incandescente pela de LED?

- a) 54,6 W
- b) 27,0 W
- c) 26,6 W
- d) 5,4 W
- e) 5,0 W

10- (ENEM 2018) Alguns peixes, como o poraquê, a enguia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts. O quadro apresenta a potência aproximada de equipamentos elétricos.

Equipamento elétrico	Potência aproximada (watt)
Exaustor	150
Computador	300
Aspirador de pó	600
Churrasqueira elétrica	1 200
Secadora de roupas	3 600

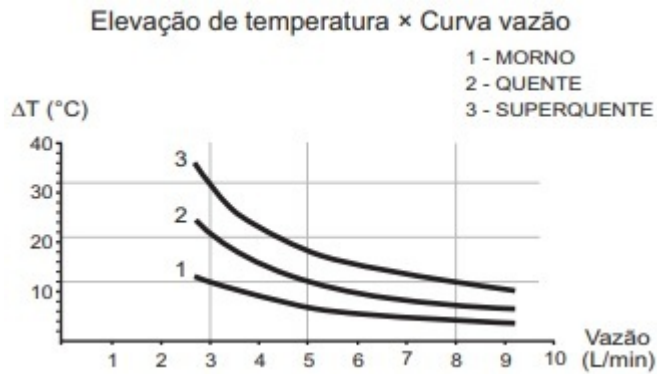
O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a):

- a) exaustor.
- b) computador.
- c) aspirador de pó
- d) churrasqueira elétrica
- e) secadora de roupas.

11- (ENEM) Com o objetivo de se testar a eficiência de fornos de micro-ondas, planejou-se o aquecimento em  $10^{\circ}\text{C}$  de amostras de diferentes substâncias, cada uma com determinada massa, em cinco fornos de marcas distintas. Nesse teste, cada forno operou à potência máxima. O forno mais eficiente foi aquele que:

- a) forneceu a maior quantidade de energia às amostras.
- b) cedeu energia à amostra de maior massa em mais tempo.
- c) forneceu a maior quantidade de energia em menos tempo.
- d) cedeu energia à amostra de menor calor específico mais lentamente.
- e) forneceu a menor quantidade de energia às amostras em menos tempo.

12- (Enem2017) No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de 220 V é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de 6500 W. Considere o calor específico da água igual a  $4200 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$  e a densidade da água igual a  $1 \text{ kg/L}$ .



Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

- a) 1/3
- b) 1/5
- c) 3/5
- d) 3/8
- e) 5/8

13- (PISM - UFJF) Considere um aquecedor elétrico para água (figura ao lado) como uma fonte de potência elétrica constante igual a 560W. Suponha que esse aquecedor foi utilizado para variar a temperatura de 72 °C em um litro de água. Sendo o calor específico da água igual a 1cal/g °C (1cal=4,186J), e sua densidade 1g/cm<sup>3</sup>,



RESPONDA:

- a) Quanto calor foi transferido para a água?
- b) Quanto tempo a fonte demorou para realizar este aquecimento?

14- (UFV- MG) Uma potência de 2000 watts é usada durante 1,0 min para elevar a temperatura, de 10 °C para 60°C, de um sólido de massa 0,5 Kg. Considerando que

não há mudança de fase durante a elevação da temperatura, o calor específico desse sólido, em unidade de  $J/(Kg^{\circ}C)$ , é de ?

15- (ENEM) Durante a primeira fase do projeto de uma usina de geração de energia elétrica, os engenheiros da equipe de avaliação de impactos ambientais procuram saber se esse projeto está de acordo com as normas ambientais. A nova planta estará localizada à beira de um rio, cuja temperatura média da água é de  $25^{\circ}C$ , e usará a sua água somente para refrigeração. O projeto pretende que a usina opere com 1,0 MW de potência elétrica e, em razão de restrições técnicas, o dobro dessa potência será dissipada por seu sistema de arrefecimento, na forma de calor. Para atender a resolução número 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, com uma ampla margem de segurança, os engenheiros determinaram que a água só poderá ser devolvida ao rio com um aumento de temperatura de, no máximo,  $3^{\circ}C$  em relação à temperatura da água do rio captada pelo sistema de arrefecimento. Considere o calor específico da água igual a  $4kJ/(kg^{\circ}C)$ . Para atender essa determinação, o valor mínimo do fluxo de água, em  $kg/s$ , para a refrigeração da usina deve ser mais próximo de:

- a) 42
- b) 84
- c) 167
- d) 250
- e) 500

16- (PISM - UFJF) Um aquecedor de imersão de 400 W é utilizado para aquecer 500g de água à temperatura inicial de  $20^{\circ}C$  até o ponto de ebulição ( $100^{\circ}C$ ). Considere para a água: densidade  $d= 1,0 kg / L$  ; calor latente de vaporização  $L_v=540 cal / g$  ; calor específico  $c =1,0 cal / g^{\circ}C$ ;  $1cal = 4J$ .

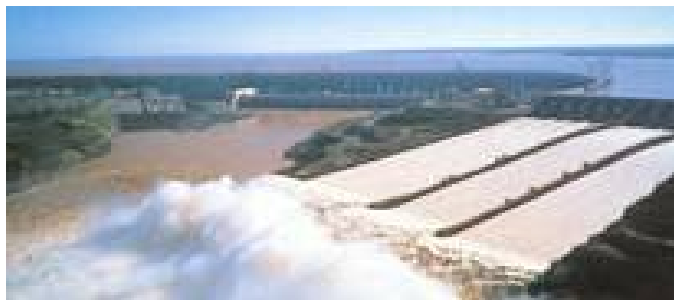
- a) Calcule a energia necessária para aquecer a água de  $20^{\circ}C$  até  $100^{\circ}C$ .
- b) Estando a água à temperatura de ebulição, calcule a energia necessária para vaporizar completamente os 500g de água.
- c) Supondo que não haja perdas de calor para o ambiente, quanto tempo é necessário, a partir da temperatura inicial da água de  $20^{\circ}C$ , para vaporizar completamente a água?

17 - (ENEM) A eficiência de uma usina, do tipo da representada na figura, é da ordem de 0,9, ou seja, 90% da energia da água no início do processo se transforma em energia elétrica.

A usina Ji-Paraná, do Estado de Rondônia, tem potência instalada de 512 milhões de watts, e a barragem tem altura de aproximadamente 120m. A vazão do Rio Ji-Paraná, em litros de água por segundo, deve ser da ordem de: ( $g=10\text{m/s}^2$ )

- a) 50
- b) 500
- c) 5.000
- d) 50.000
- e) 500.000

18- (UNESP-SP) Em vários países no mundo, os recursos hídricos são utilizados como fonte de energia elétrica.



O princípio de funcionamento das hidrelétricas está baseado no aproveitamento da energia potencial gravitacional da água, represada por uma barragem, para movimentar turbinas que convertem essa energia em energia elétrica. Considere que  $700\text{ m}^3$  de água chegam por segundo a uma turbina situada

120 m abaixo do nível da represa. Se a massa específica da água é  $1000 \text{ kg/m}^3$  e considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule a potência fornecida pelo fluxo de água.

19- (ENEM) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.



Fonte: CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a:

- a) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- b) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- c) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- d) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- e) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

20- (UERJ) Uma pessoa adulta, para realizar suas atividades rotineiras, consome, em média, 2.500Kcal de energia por dia. Calcule a potência média, em Watts, consumida em um dia por essa pessoa para realizar suas atividades. Considere  $1 \text{ cal} = 4180 \text{ J}$  e  $1 \text{ dia} = 86400 \text{ s}$ .

21- (UFJF) A usina hidrelétrica de Itaipu é formada por 20 unidades geradoras, que fornecem 19% da energia elétrica consumida no Brasil. Em cada uma das tubulações das unidades geradoras, passam  $600 \text{ m}^3$  de água por segundo, sob

ação da gravidade, que fazem girar a turbina e o gerador. A eficiência no processo de geração de energia é da ordem de 75%.

a) Se a altura da coluna d'água entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto da tubulação é de aproximadamente  $h = 120\text{m}$ , calcule a potência elétrica gerada na usina.

b) Calcule a energia fornecida pela usina durante um dia.

22- (UFJF) A radiação produzida por um forno de micro-ondas interage com as moléculas de água, contidas nos alimentos, fazendo-as oscilar com uma frequência de  $3,0\text{ GHz}$  ( $3 \times 10^9\text{ Hz}$ ). Essa oscilação é capaz de produzir calor que aquece o alimento. Considerando que a potência do forno de micro-ondas seja de  $1200\text{ W}$  e que sua eficiência em transformar energia elétrica em calor seja de  $50\%$ , qual é o tempo necessário para aquecer meio litro de água de  $20^\circ\text{C}$  até  $50^\circ\text{C}$ ?

23- (UFJF 2011) Um carro de passeio, deslocando-se a uma velocidade média de  $80\text{ km/h}$ , consegue percorrer  $20\text{km}$ , em uma estrada plana e horizontal, com um litro de combustível. Em uma outra estrada, com subidas íngremes, o mesmo carro perde  $15\%$  de rendimento para percorrer a mesma distância de  $20\text{ km}$ , mantendo a mesma velocidade média. Supondo que o carro tenha um tanque de  $40\text{ litros}$ , julgue as afirmativas a seguir e assinale a alternativa correta.

- I. Na estrada plana, o rendimento do automóvel é  $20\text{Km/L}$ .
  - II. Na estrada com subida íngremes, o rendimento do automóvel é  $17\text{Km/L}$ .
  - III. A autonomia do automóvel é maior em estrada com subida do que em estrada plana horizontal.
- a. Somente I é correta.
  - b. Somente II é correta.
  - c. Somente III é correta.
  - d. Somente I e II são corretas.
  - e. I, II e III são corretas.

24- (ENEM) Uma análise criteriosa do desempenho de Usain Bolt na quebra do recorde mundial dos  $100\text{ metros rasos}$  mostrou que, apesar de ser o último dos corredores a reagir ao tiro e iniciar a corrida, seus primeiros  $30\text{ metros}$  foram os mais velozes já feitos em um recorde mundial, cruzando essa marca em  $3,78\text{ segundos}$ .

Até se colocar com o corpo reto, foram 13 passadas, mostrando sua potência durante a aceleração, o momento mais importante da corrida. Ao final desse percurso, Bolt havia atingido a velocidade máxima de 12m/s. Supondo que a massa desse corredor seja igual a 90kg, o trabalho total realizado nas 13 primeiras passadas é mais próximo de:

- a)  $5,4 \times 10^2$  J.
- b)  $6,5 \times 10^3$  J.
- c)  $8,6 \times 10^3$  J.
- d)  $1,3 \times 10^3$  J.
- e)  $3,2 \times 10^3$  J.



## ANEXO

### PRODUÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Ao acionarmos o botão de um interruptor, a luz se acende. Da mesma forma, ao acionarmos o botão de um liquidificador, rádio, televisor etc., o aparelho entra em funcionamento.

Estes eventos são o ponto culminante de um processo amplo e complexo, que envolve esforço de trabalho de muitas pessoas. Envolve também o conhecimento de leis gerais sobre o comportamento da natureza, construída pelo homem e acumuladas ao longo de sua história, assim como a aplicação tecnológica dessas leis.

Enquanto os aparelhos e dispositivos elétricos estão em funcionamento, o “relógio de luz” está também funcionando, para medir o consumo de energia elétrica. Isto pode ser observado no relógio de luz de cada residência; verifica-se que a velocidade de rotação do disco (do Medidor) é maior quando aumenta o número de aparelhos eletrodomésticos funcionando simultaneamente.

Se o consumo é o ponto culminante desse processo, e se se realiza nas residências, fábricas, escritórios etc., o ponto inicial da produção da energia elétrica localiza-se nas usinas geradoras de eletricidade. No Brasil, hoje, elas são essencialmente de dois tipos: hidrelétricas e termoelétricas.

As usinas hidrelétricas são, em geral, de maior porte e responsáveis pela geração de maior quantidade de energia do que as termoelétricas. São exemplos de hidrelétricas as usinas de Itaipu (12600 MW – metade do Paraguai, em frequência de 50 Hz, e metade do Brasil, em frequência de 60 Hz), Tucuruí (4000 MW), Paulo Afonso (2000 MW), Sobradinho (1000 MW), Boa Esperança (250 MW). (1MW = 1 Megawatt =  $1 \times 10^6$  W).

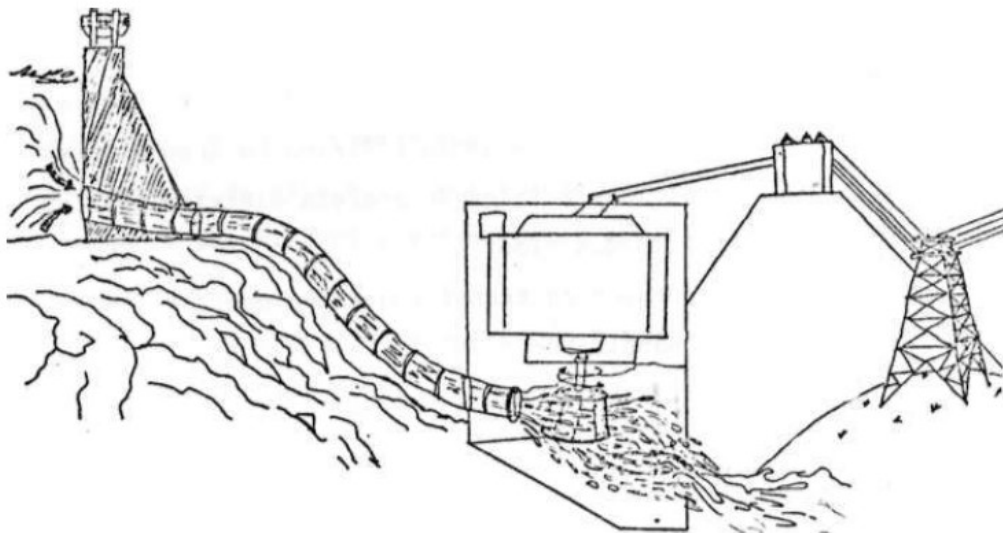
Do ponto inicial ao ponto culminante, da produção de energia elétrica na usina à sua distribuição para os locais de consumo (via linhas de alta tensão, subestações, transformadores, fiação de ruas, casas ou prédios, residenciais ou não) – ocorrem processos de transformação de energia. Ao utilizar a energia elétrica, o consumidor não está simplesmente gastando, mas está necessariamente transformando-a em outra forma de energia.

Que processos de transformação de energia são esses? Por que devemos economizar energia elétrica em épocas de estiagem? É correto justificar a falta de energia elétrica pela ausência de chuva nos leitos dos rios?

Os processos de transformação de energia serão tratados a seguir, de alguma maneira descritiva e qualitativa, procurando destacar como a Física trata das questões levantadas. Conceitos, relações e leis gerais serão citados durante a descrição desses processos. Na sequência do curso de Física, esses conceitos, relações e leis gerais serão retomados para um tratamento mais aprofundado, que envolverá definições e o consequente tratamento quantitativo.

Nas usinas hidrelétricas, a água é represada em grande quantidade – por exemplo, no reservatório de Itaipu, há  $1500 \text{ Km}^2$  de área inundada, com volume total de  $2,9 \cdot 10^{10} \text{ m}^3$  e volume útil de  $8,0 \times 10^8 \text{ m}^3$  de água. A água represada é canalizada e dirigida, através das tubulações, para a casa das máquinas, que sempre é construída em nível mais baixo que o do fundo da represa. (Veja figura 1.)

Figura 1: Esquema de uma hidrelétrica

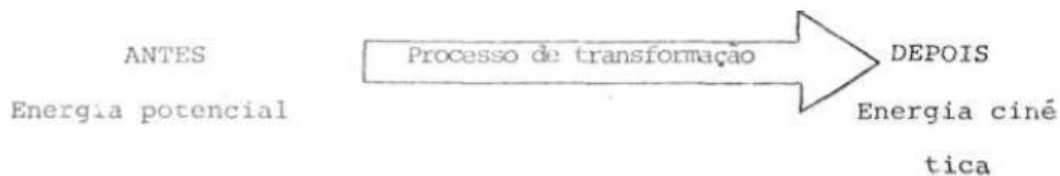


Esse desnível faz com que a água que penetra na tubulação, devido ao seu peso, adquira uma velocidade para baixo que aumenta à medida que se aproxima do final do duto, para se chocar com as turbinas. Por exemplo, em Itaipu, o fluxo máximo de água é de  $33000 \text{ m}^3/\text{s}$ ; fluxo de regime é de  $8300 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Dizemos que a água (quantidade material: massa) represada pela barragem, por estar em um nível (altura) acima da posição das turbinas, tem energia

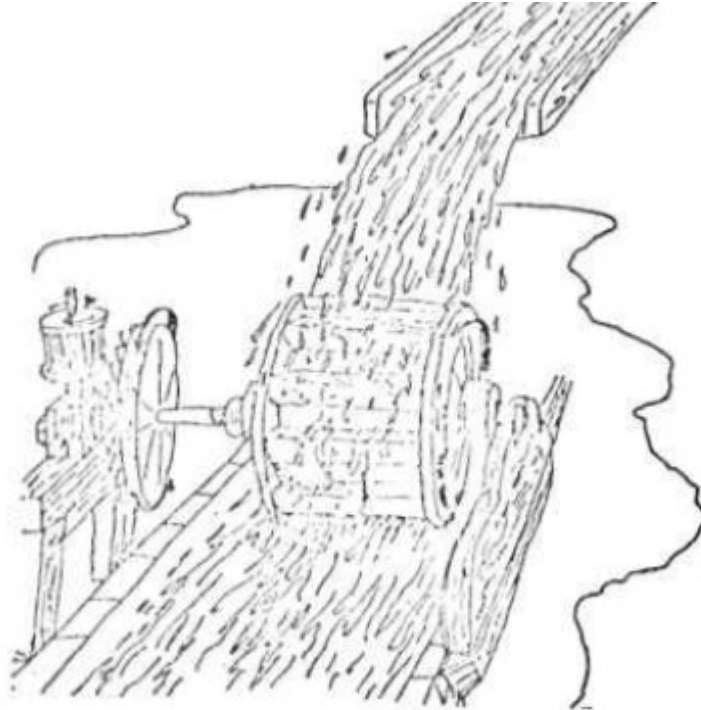
acumulada, que denominamos *energia potencial* ou *de posição* (em Itaipu a queda máxima é de 130m). Conforme a água desce pelo tubo (perde altura), a água vai perdendo essa energia, isto é, sua energia de posição vai diminuindo; porém simultaneamente aumenta a sua energia devido ao movimento, que denominamos *energia cinética*, que é a máxima quando a água atinge a turbina.

Do ponto de vista da Física, o processo descrito é definido como um processo de transformação, uma vez que a matéria (água) que colide com a turbina possui:



Esse processo de transformação tem permitido uma aplicação tecnológica fundamental para a sociedade moderna, mas não era compreendido há pouco mais de 150 anos. Isto porque está vinculado a uma determinada conceituação e abstração sobre o comportamento da natureza que só foi atingida nos trabalhos de alguns pesquisadores que investigaram conversões entre forças diferentes de energia, porque, dentre outras razões, a Revolução Industrial já estava em curso. No entanto, sabemos que desde a Antiguidade os homens utilizaram a “roda-d’água” (ver figura 2) como máquina auxiliar, de trabalho diversos, como a moagem de grãos.

Figura 2: Roda-d'água



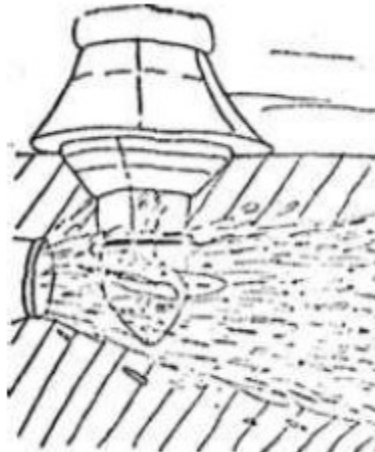
As diferenças entre estas aplicações, para além da escala e do uso, se acentuam sobretudo em dois aspectos: científico e tecnológico. Do ponto de vista científico, somente a partir dos meados do século passado o conhecimento desses processos de transformação foi atingido e incorporado (em termos da leis gerais, conceitos, relações e princípio de conservação de energia). Do ponto de vista tecnológico, somente a partir daí o controle tecnológico e o seu uso para obtenção de energia elétrica puderam ser desenvolvidos.

A água, com energia cinética máxima, interage (colide) com as pás da turbina, colocando-a em movimento de rotação. Dizemos, em Física, que a água aplica nas pás da turbina uma força suficiente para colocá-la em movimento de rotação. Ou seja, a água possui uma quantidade de movimento (que será tanto maior quanto maior for a sua massa e sua velocidade), o mesmo ocorrendo com a turbina em movimento.

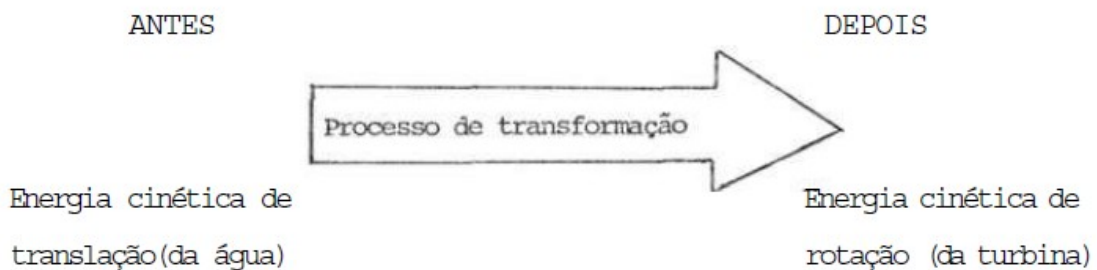
Se considerarmos apenas o movimento da água, ao longo do duto, podemos dizer que essa massa de água tem basicamente velocidade linear, o que implica que ela possui quantidade de movimento também linear. Entretanto, quando a água se choca com as pás da turbina, estas adquirem um movimento de rotação em torno de

um eixo fixo, ou seja, adquire uma velocidade angular, o que implica terem elas uma quantidade de movimento angular (ver figura 3).

Figura 3: Água e turbina



Por isso, localizamos nessa interação da água com as pás da turbina em outro processo de transformação de energia, a saber:



Podemos analisar essa interação como Transferência da quantidade de movimento linear da água para a quantidade de movimento angular da turbina.

As leis que regem interações com essa (colisões) só foram construídas e compreendidas há cerca de 300 anos, a partir de investigações ligadas a choques entre corpos, movimento da Terra e dos planetas, queda dos corpos, localização de embarcações em alto-mar (até meados do século XVII um problema não totalmente resolvido), mercantilismo e manufaturas. Entretanto, sabemos que as sociedades antigas utilizaram por milênios esse tipo de transformação; exemplo disso é o trabalho dos artesãos de cerâmica (na roda do oleiro), bem como o uso de roldanas para facilitar o trabalho nas construções, retirada de água de fontes, etc.

Para além da escala e do uso, as diferenças entre essas aplicações se acentuam sobretudo em dois aspectos; o conhecimento científico deste processo foi atingido e incorporado como teoria a partir do século XVII; estendeu-se a aplicação e utilização desse conhecimento para outras finalidades diferentes da dos povos antigos; por exemplo, esse conhecimento passou a ser explicado no processo de transformação que permite, juntamente com os outros, a obtenção de energia elétrica e a fabricação de tornos mecânicos.

As energias potencial, cinética de translação e de rotação são tipos de energia mecânica. Mas antes de prosseguirmos no estudo da transformação dessa energia mecânica em energia elétrica, vamos refletir sobre a seguinte situação; a água que já interagiu com a turbina segue em curso rio abaixo, desembocando num outro rio ou no oceano, em nível sempre inferior ao da represa. No entanto, sabemos que, com exceção dos períodos de grandes secas, a represa é sempre abastecida por um grande volume de água. Como isso ocorre? Obviamente porque chove, e esse fluxo nos leva aos ciclos da água e do ar, fenômenos que, em última análise, garantem o funcionamento das hidrelétricas.

Para que a água seja deslocada do nível do mar para o nível mais alto, como o das represas, dizemos, em Física, que é necessária a realização de trabalho ( $F$ ). Esse trabalho é necessário porque qualquer corpo esteja no estado sólido, líquido ou gasoso, tem peso, devido a sua interação com a Terra.

O peso é uma força com direção radial e sentido voltado para o centro da Terra; sua intensidade é proporcional à massa do corpo. Esta definição de força-peso foi obtida e compreendida precisamente a partir do século XVII, devido a investigações que tinham por objetivo explicar o movimento da Terra e dos planetas, bem como o dos corpos em queda livre. Uma lei geral de gravitação, construída em meados daquele século, é utilizada até hoje para interpretação desses fenômenos. Essa lei explica fundamentalmente a propriedade universal da atração entre as massas dos corpos.

Em física, dizemos que a massa, uma das propriedades da matéria, caracteriza no espaço a existência de um campo gravitacional. Portanto uma força (peso), que em última análise explica a atração que a Terra exerce sobre esses corpos (figura 4). Da mesma forma, os planetas, na presença do campo gravitacional do Sol, são por eles atraídos e por isso executam os seus movimentos orbitais.

Figura 4: Atração dos corpos pela terra

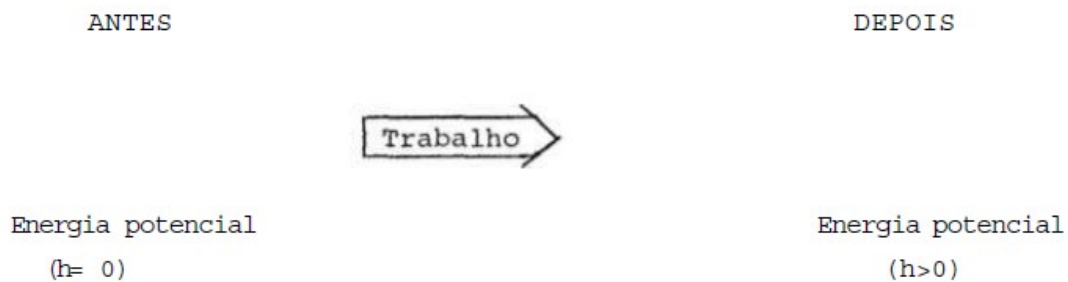


A interpretação desses movimentos através do conceito de campo é mais recente do que a interpretação pelo conceito de força-interação; ela foi apresentada pela primeira vez em meados do último século.

Como o peso é uma força dirigida para o centro da Terra, a massa de água que atingiu a altitude da represa foi para lá transportada, o que significa estar sujeita a uma força de sentido contrario ao seu peso. Inicialmente essa força precisa ser maior que o peso, para desequilibrar o corpo, podendo igualar-se ele logo após. Está análise resulta da utilização de duas leis básicas da natureza (1ª e 2ª leis de Newton): da inércia e da relação entre força resultante e aceleração.

A responsável pela elevação do corpo, que atua durante esse deslocamento vertical, realiza trabalho. A conceituação física de trabalho é precisa e não pode ser confundida com a conceituação de trabalho no senso comum.

Lembramos que o desnível entre a quantidade de água da represa e o nível das turbinas resulta numa variação de energia potencial (ou de posição), que agora sabemos ser gravitacional, devido à interação da massa de água com a Terra. Assim, essa variação de energia é explicada pelo trabalho realizado sobre a água. Esta identificação só foi abstraída a partir de meados do século XIX. Ao se realizar um trabalho, ocorre um processo de transformação:



Qual o agente que realiza o trabalho?

Para entendermos o agente físico responsável pelo trabalho de elevação da água, devemos analisar o ciclo da água na natureza (I) (ver figura 5).

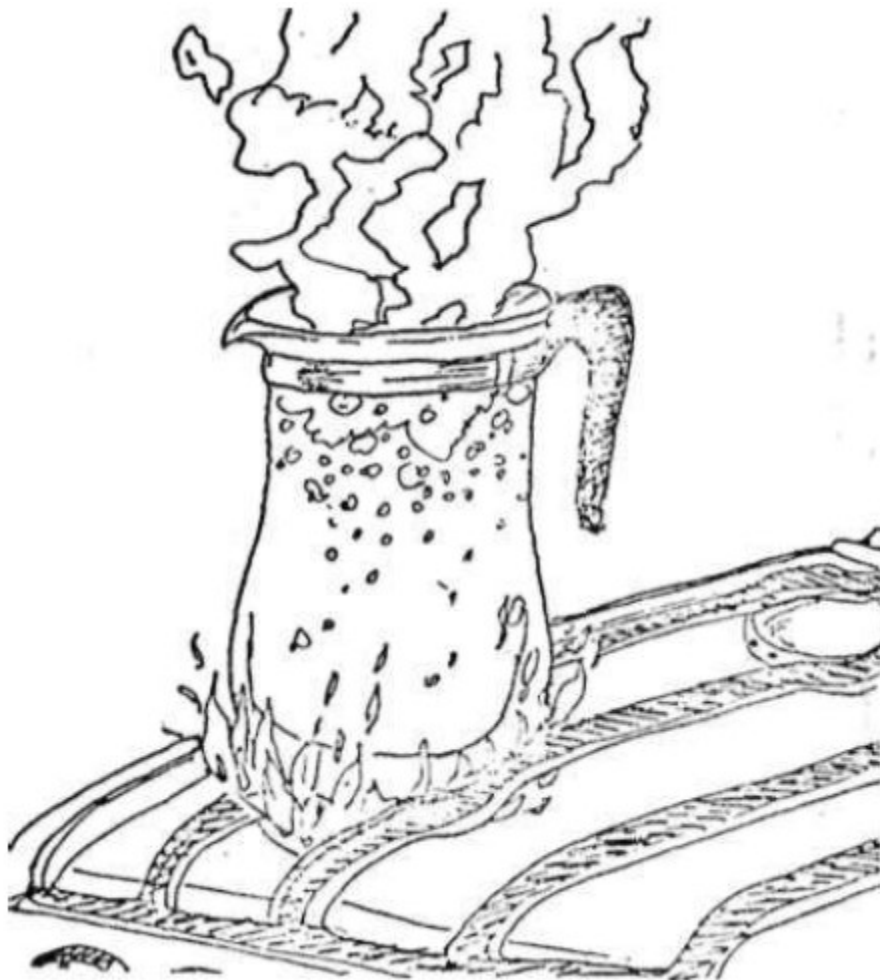


Figura 5: Ciclo da água e do ar



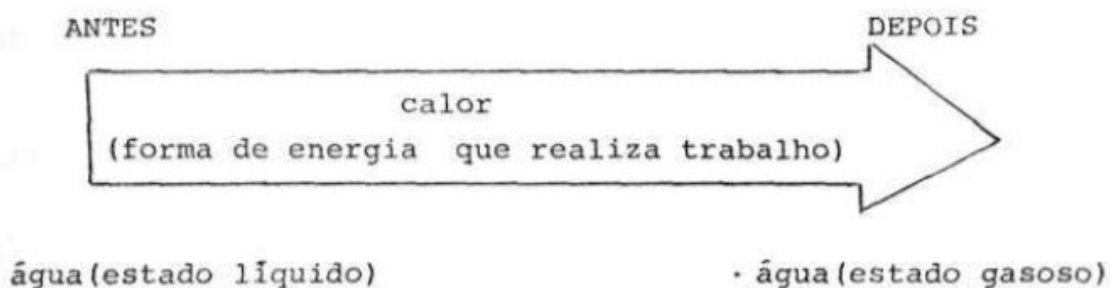
A água das superfícies dos oceanos, lagos e rios são aquecidas pelo Sol e parte dela em evaporação. Este também é o processo de transformação; a mudança de estado líquido para o estado gasoso (na forma de vapor). Em termos microscópicos, as moléculas de água no estado líquido estão especialmente distribuídas, em posições que caracterizam uma energia potencial (não gravitacional, mas sim elétrica). A mudança para o estado gasoso requer a realização de um trabalho; dele resulta o aumento da distância relativa entre as moléculas, uma característica dos corpos gasosos. Esse trabalho é realizado pelo calor, que leva à evaporação, resultado da interação da radiação solar (ou da atmosfera já aquecida) com a superfície da água (ver figura 6).

Figura 6: Calor e evaporação



A identificação do calor como uma forma de energia (em trânsito, devido à diferença de temperatura entre dois ou mais corpos) é relativamente recente. Data de aproximadamente 150 anos, quando da descoberta do princípio da conservação da energia.

Temos aqui, o seguinte processo de transformação:



A compreensão deste processo de transformação torna-se mais clara ao analisarmos a interação da matéria com o calor. Por exemplo, água e metal se comportam distintamente quando sujeitos a mesma quantidade de calor: carta

quantidade (massa) de água atinge temperatura menor que a mesma quantidade (mesma massa) de um metal quando absorvem ou cedem à mesma quantidade de calor. Esta propriedade que as substâncias têm de se comportarem diferentemente ao serem aquecidas ou resfriadas (troca de calor) é caracterizada por uma grandeza denominada calor específico. Sabemos que toda substância permanece com temperatura constante durante suas mudanças de estado. Isto porque toda a energia absorvida ou cedida (através de troca de calor) é empregada para a mudança de estado; interpretando esse processo microscopicamente, trata-se de variações de energia potencial (de ligação química), uma vez que as posições relativas das moléculas estão variando.

Além de depender da quantidade da matéria (massa), o calor trocado durante a mudança de estado é também a função de uma grandeza chamada calor específico latente.

Quando a matéria interage com o calor e não está mudando de estado, a sua temperatura está variando; interpretando esse processo microscopicamente, o trabalho realizado pelo calor resulta em variação da energia cinética das moléculas. Além da massa, a quantidade de calor trocada durante o aquecimento ou resfriamento é também função de uma grandeza chamada calor específico sensível.

Na terra, grandes quantidades de água são continuamente evaporadas por energia proveniente do Sol, na forma de radiação. A elevação dessa massa evaporada (cuja origem se deve à troca de calor) e seu movimento preferencial para cima deve-se a diferenças de temperatura e pressão na atmosfera. Como o conceito de pressão está relacionado com o de força, podemos localizar aqui a realização do trabalho necessário para aquela elevação, o que responde à questão lançada anteriormente, identificando o agente físico que o realiza. Podemos dizer, então, que, em última análise, a energia potencial da água na represa é uma das formas de armazenamento de energia solar na terra.

Outras formas de armazenamento de energia solar na Terra são: o carvão, o petróleo e a energia acumulada pelos vegetais através da fotossíntese. Diferentemente da água na represa, a energia armazenada nestes casos é do tipo potencial, mas não gravitacional, e sim de ligação química. A duração do processo de acúmulo de energia é uma outra distinção entre essas várias formas de armazenamento. Para o ciclo da água ou para a fotossíntese, a duração desse

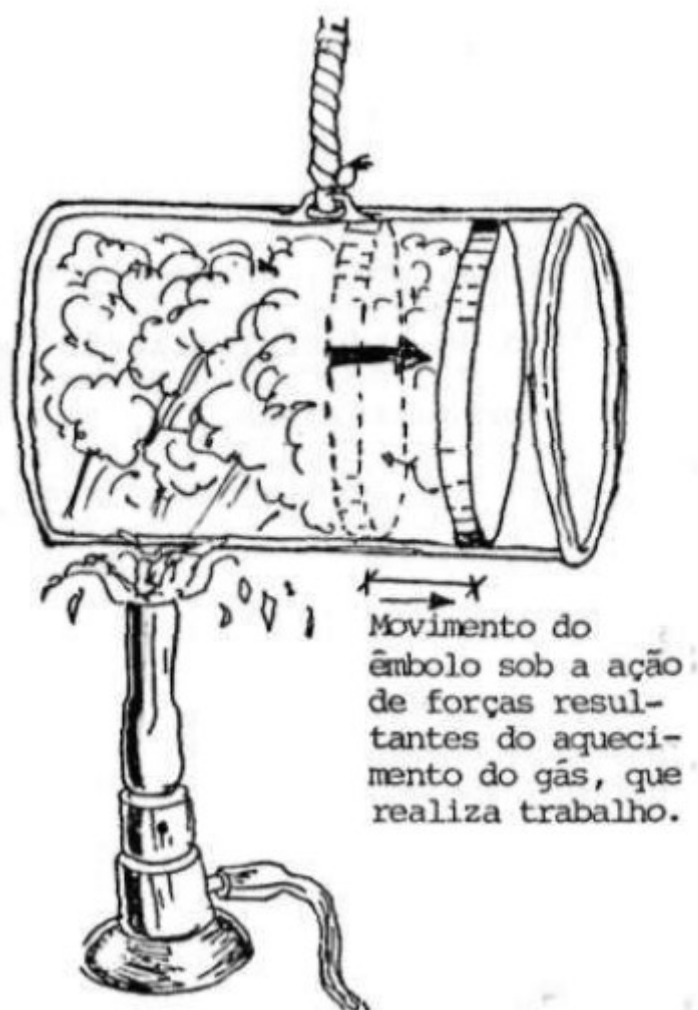
processo é relativamente pequena (de alguns dias a um ano); já no caso do petróleo e do carvão, ela dura milênios e até mesmo eras geológicas.

Como se vê, tanto nas usinas hidrelétricas como nas termoelétricas ocorre, em última análise, a transformação da energia potencial armazenada na Terra proveniente do Sol (fonte básica de energia) em energia elétrica.

O aproveitamento em larga escala de energia armazenada no carvão mineral e posteriormente no petróleo teve origem também em meados do século passado. Era uma época em que se pesquisavam diferentes formas de aproveitamento do calor, através de potentes máquinas térmicas, pois, entre outros motivos, a crescente manufatura e o início da industrialização de alguns países europeus exigiam maior produtividade.

O problema de baixo rendimento das máquinas térmicas levou a conclusões acerca da impossibilidade de transformar totalmente uma quantidade de energia, na forma de calor, na mesma quantidade de trabalho mecânico. Essencialmente esta é uma lei universal, construída e totalmente incorporada ao conhecimento científico na segunda metade do século XIX (figura 7, a seguir).

Figura 7: Calor e trabalho



Tanto o princípio da conservação da energia (conhecido como 1º princípio da termodinâmica) como o princípio da degradação de energia (conhecido como 2º princípio da Termodinâmica) foram descobertos quase que simultaneamente, com uma diferença de cerca de dez anos entre um e outro.

A implantação de indústrias de grande porte e de sistemas de transporte coletivo eficiente (maquinas a vapor, locomotivas) permitiu mudanças radicais na evolução da sociedade moderna a partir dessa época. A humanidade vivia a chamada Revolução Industrial. No entanto, a energia elétrica ainda não era disponível em ampla escala; a iluminação pública era feita a gás até o inicio deste século. Com isso queremos dizer que as usinas termoelétricas e principalmente as hidrelétricas são posteriores à “primeira industrialização”.

O Sol, como qualquer estrela, emite energia radiante em todas as direções do espaço. Uma parcela pequena dessa energia atinge a Terra. Cabe perguntar: Quais são as leis físicas que permitem a interpretação dessa transmissão de energia?

A radiação se propaga no espaço (inclusive no vácuo) na forma de onda, com uma velocidade bem definida. Uma onda caracteriza-se pelo transporte de energia sem o transporte de matéria e por possuir uma determinada frequência e um correspondente comprimento de onda.

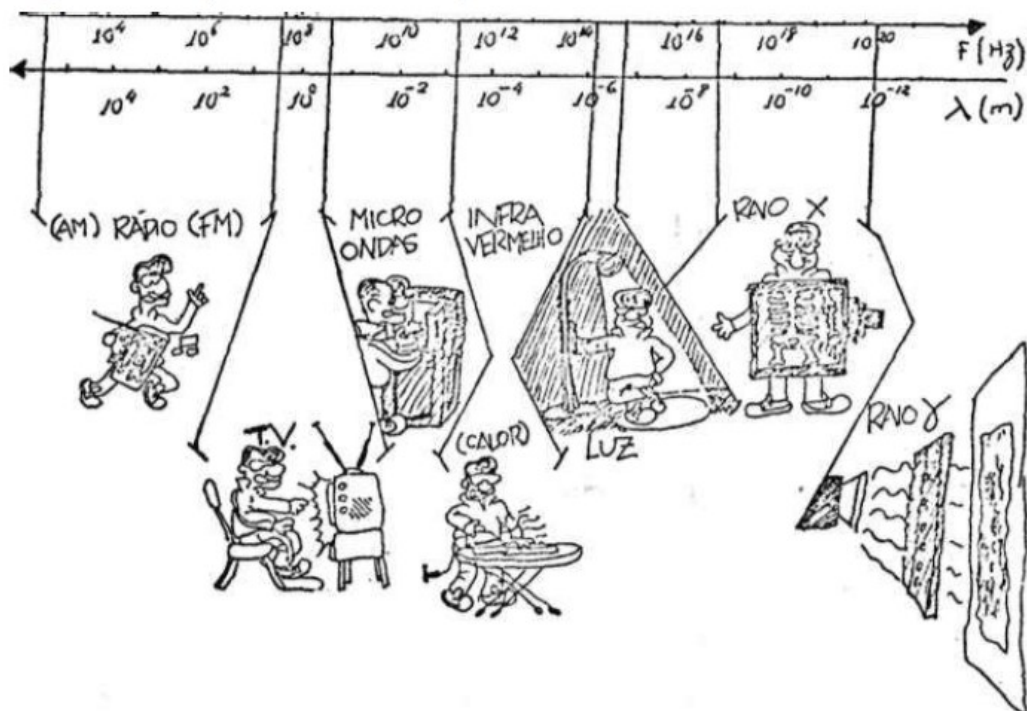
Esta interpretação constitui um dos modelos para a análise do comportamento da radiação. Baseada nas investigações sobre a natureza da eletricidade e do magnetismo, esta interpretação culminou na formulação de uma teoria do eletromagnetismo e das ondas eletromagnéticas, há pouco mais de 100 anos. Além de fornecer um modelo satisfatório para explicar a transmissão de energia radiante pelo espaço, essa teoria permitiu, a partir do início deste século (a era da eletricidade), inúmeras aplicações tecnológicas, que incluem desde a produção e uso da energia elétrica até os sistemas de comunicação.

O estudo de ondas mecânicas já vinha sendo feito anteriormente, desde o século XVII. Existem basicamente dois tipos de onda: longitudinal, quando as perturbações ocorrem na direção da propagação – como o som – e transversal, quando as perturbações ocorrem perpendicularmente à direção da propagação – como as ondas em uma corda e as eletromagnéticas.

Segundo aquele modelo, as ondas eletromagnéticas se distribuem em um amplo espectro de frequências (ou de comprimentos de onda). Do ponto de vista físico, a energia radiante proveniente do Sol contém as mais diversas frequências. Uma pequena parte desse espectro é detectada pela visão humana em cores diferentes: é a luz.

Entretanto, outras partes do espectro não detectadas pela visão são igualmente importantes. Por exemplo, as ondas infravermelhas, que tem frequências menores que as da luz visível e são responsáveis pelo transporte de calor na transmissão por irradiação; as ondas ultravioletas, com frequências acima das da luz visível; os raios X e outras.

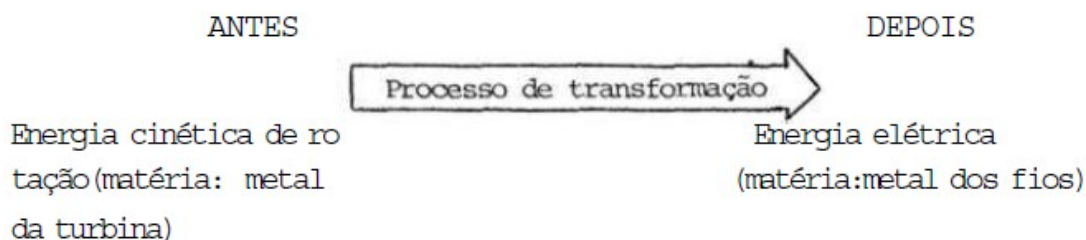
Figura 8: Espectro eletromagnético



Todos os tipos de ondas, eletromagnéticas ou não, tem propriedades que são regidas por leis específicas da Física, tais como: reflexão, refração, interferência, difração e, quando a onda for transversal, polarização.

Vamos retomar, agora, o evento da turbina em torção, que interrompemos ao analisar a interação água-turbina. A água participa dessa interação, pois estamos estudando a produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica. No entanto, pelo que foi exposto ao longo do texto, podemos perceber que um processo tecnológico adequado pode transformar a energia solar armazenada em suas várias formas, na Terra, em energia de rotação de uma turbina. No caso das termoelétricas, é o vapor superaquecido pela queima de óleo (derivado de petróleo) ou carvão que gira a turbina.

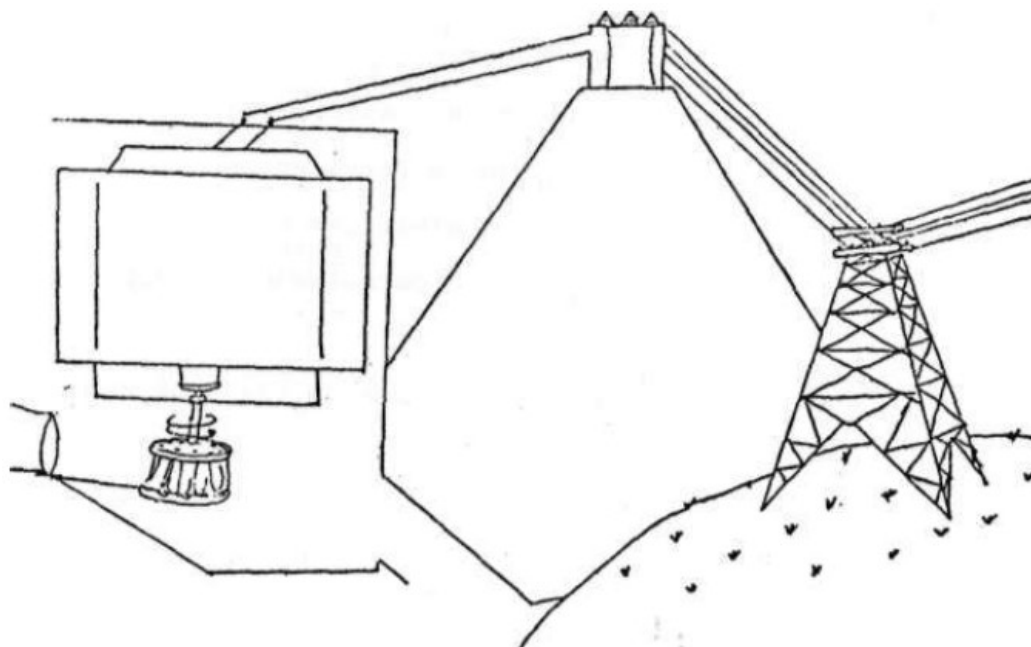
A turbina em rotação, acoplada a um conjunto de materiais metálicos montados com tecnologia apropriada, produz e energia elétrica em terminais de cobre. Essa energia já é a que será distribuída para consumo. Temos, nesta fase, o seguinte esquema:



Conforme já afirmados, esse processo de transformação é fruto de aplicações tecnológicas de leis sobre o comportamento da natureza, formuladas principalmente na primeira metade do século passado.

Basicamente, o princípio de obtenção da energia elétrica é explicado pela indução eletromagnética; ou seja. Além do movimento de rotação da turbina, é preciso que no local existam tanto corrente elétrica como campo magnético. O campo magnético pode estar associado, por exemplo, a ímãs permanentes, como também pode ser gerado por uma corrente elétrica que percorra um fio.

Figura 9: Turbina, gerador, energia elétrica.



Até a descoberta da indução eletromagnética, a relação entre a eletricidade e o magnetismo não era ainda totalmente compreendida, Já se podia armazenar energia elétrica em pilhas (início do século XIX) e a agulha magnética já era



conhecida há muito tempo e usada amplamente nas navegações. O desvio observado na direção de uma agulha magnética quando próxima de um fio percorrido por uma corrente elétrica (fornecida por pilhas), suscitou pela primeira vez essa relação. Procurou-se, então, obter corrente elétrica a partir de campos magnéticos. Isto ocorre, por exemplo, quando um enrolamento de fio (de qualquer formato) tem movimento relativo a um ímã permanente. Verifica-se que surge no enrolamento uma corrente elétrica induzida.

Na “casa das máquinas” da usina, isto é o que acontece, em grande escala: a turbina é conectada a um ímã (na verdade, um eletroímã) que, com seu giro, tem um movimento relativo a um enrolamento de fios, onde é induzida a corrente. Esse conjunto recebe o nome de gerador.

A corrente elétrica será convenientemente distribuída a partir dos terminais deste enrolamento. Aparelhos elétricos, denominados transformadores, tanto no local de geração como em outros pontos da rede, participam dessa distribuição. Cabe ainda perguntar: O que é e como se estabelece a corrente elétrica?

Sabemos que existem materiais bons condutores de eletricidade e outros que são maus condutores. Normalmente, os fios são confeccionados em cobre ou alumínio, que são metais bons condutores de eletricidade. Isto significa que a sua estrutura interna, a nível microscópico, permite a movimentação de elétrons (partículas negativamente carregadas), denominados livres. Os elétrons, ao adquirirem movimento preferencial em uma direção, perturbam-se mutuamente, provocando o fluxo de energia; o resultado macroscópico é a corrente elétrica, de acordo com o modelo proposto no início deste século.

No caso de pequenos circuitos (corrente contínua), o movimento preferencial dos elétrons livres é determinado por pilhas ou baterias; no caso de grandes circuitos (corrente alternada), por geradores.

Percorridas grandes distâncias através de linhas de transmissão (chamadas de alta tensão), a energia elétrica chega às cidades e à sua residência.

Agora com todas essas informações, já é possível começar a compreender melhor os fenômenos elétricos das instalações residenciais. Ao acionarmos o botão de um interruptor, estamos fechando um circuito e permitindo passagem de corrente elétrica pelos fios e pelo filamento da lâmpada. Outros aparelhos transformaram energia elétrica em energia mecânica de rotação, como o liquidificador.

A base deste texto foram as transformações entre várias formas de energia; sempre esteve implícito o princípio de conservação da energia total das transformações. A questão em aberto é: como o Sol é abastecido de energia, uma vez que na Terra aproveitamos energia solar armazenada?

A resposta a esta questão não pode ser fornecida pelo conjunto de leis e teorias até aqui mencionado.

O início do nosso século constitui um marco revolucionário, entre outros, ao longo da história da Física e das Ciências. Nesse período, modificou-se fundamentalmente a percepção humana sobre o comportamento da natureza.

Os modelos construídos neste século contêm algumas inovações qualitativas em relação aos anteriores e, ao mesmo tempo, restringem a aplicação destes, isto é, estabelecem domínios de validade para as teorias construídas até o século XIX, essencialmente a Mecânica e o Eletromagnetismo clássico.

Neste sentido, a compreensão do que acontece no Sol é possível graças ao conhecimento construído pela Relatividade e pela Mecânica Quântica. Por meio delas chegou-se à compreensão de fenômeno de fusão nuclear: a energia irradiada pelo Sol é o resultado de uma transformação nuclear, na qual átomos de hidrogênio, pelo processo de fusão, dão origem a átomos de hélio, liberando grande quantidade de energia, que é irradiada. Trata-se de um autoconsumo de matéria e de energia pelo Sol.

Finalmente, cabe lembrar que as atuais teorias em Física fornecem um outro modelo alternativo ao das ondas eletromagnéticas para a propagação de energia radiante do Sol. O modelo inclui, além do comportamento ondulatório, o comportamento corpuscular da luz e das demais faixas do espectro. Isto é, essa energia é concebida como agrupamentos de partículas, denominadas fótons, daí ser chamada quantizada ou não contínua; essa energia é uma função direta de frequência da radiação.

Tecnologicamente, ainda não conseguiu dominar os processos de fusão nuclear para a obtenção segura e “limpa” de grande quantidade de energia – há uma expectativa que isto venha a ocorrer a partir do início do próximo século. A tecnologia em uso hoje em dia é decorrente de investigações que se iniciaram nos anos 1930/40 e baseia-se num processo de transformação inverso ao da fusão nuclear, que é chamado fissão nuclear. Nesse processo de transformação, núcleos de átomos pesados são quebrados (fissionados), transformando-se em átomos

menos pesados e liberando uma grande quantidade de energia. Essa energia liberada, quando confinada e controlado, é aproveitada, por exemplo, para geração de energia elétrica, as chamadas usinas nucleares (que, a rigor, são termoelétricas).

O não controle dessa energia, por acidente ou deliberadamente, provoca danos irreversíveis à natureza e para o homem, como já ocorreu em alguns países algumas vezes, ao longo dos últimos anos.

Texto transcrito por, Naiara de Souza Costa Oliveira a partir de Física.

Disponível em:

<[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&o\\_obra=28243](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&o_obra=28243)>. Acesso em 22 de Outubro de 2018.