

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



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA**

**ELEMENTOS DE ELETRODINÂMICA ASSOCIADOS AOS  
ASPECTOS GERAIS DO LAGO PARANOÁ**

**ITEVALDO PEREIRA**

**BRASÍLIA  
2016**

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



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA**

**ELEMENTOS DE ELETRODINÂMICA ASSOCIADOS AOS  
ASPECTOS GERAIS DO LAGO PARANOÁ**

**ITEVALDO PEREIRA**

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Fabio Ferreira Monteiro a ser apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física – Área de Concentração “Física na Educação Básica”, pelo Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília.

**BRASÍLIA**

**2016**  
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

ITEVALDO PEREIRA

**ELEMENTOS DE ELETRODINÂMICA ASSOCIADOS AOS  
ASPECTOS GERAIS DO LAGO PARANOÁ**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física – Área de Concentração “Física na Educação Básica” pelo Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília.

Aprovada em

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Fabio Ferreira Monteiro**  
(Presidente IF UnB/Orientador)

---

**Prof. Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim**  
(Co-orientador – Membro interno vinculado ao programa – IF UnB)

---

**Prof. Dr. Wytler Cordeiro dos Santos**  
(Membro interno vinculado ao programa – FG UnB)

---

**Prof. Dr. Sebastião Ivaldo Carneiro Portela**  
(Membro externo não vinculado ao programa – SEEDF)

Dedico este trabalho a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, pela grandeza da vida, pelas bênçãos incessantes e pela comunhão com os nossos semelhantes.

Ao meu pai (*in memoriam*) e minha mãe, pelo amor partilhado e pelo exemplo aprendido de dignidade e de retidão diante da vida.

Aos meus filhos Caio César, Maria Eduarda e Cecília que são minhas fontes de inspiração.

Aos meus irmãos que sempre me apoiaram nos momentos mais difíceis.

Ao companheiro Adhail Pereira Júnior pelos conselhos tão valiosos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

A Capes pelo suporte financeiro.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela idealização do MNPEF.

Ao Instituto de Física da UnB.

A todos os meus professores que me apoiaram, desde séries iniciais até minha pós-graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Ferreira Monteiro pelo apoio incondicional à concretização do trabalho de mestrado.

Especial ao meu co-orientador Prof. Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim pelo brilhantismo em suas orientações.

Ao Prof. Dr. Sebastião Carneiro Portela pelo fundamental apoio, sem o qual eu não conseguiria finalizar esse mestrado.

Aos meus queridos alunos do Ensino Médio que tanto me inspiraram a continuar meus estudos.

Às pessoas de sentimento de bondade que tanto me ajudaram em toda minha existência.

*Nunca cessaremos de explorar  
E o fim de toda nossa exploração  
Será chegar onde começamos  
E conhecer o lugar pela primeira vez.  
(T.S. ELLIOT, "Little Gidding")*

*Grandes coisas são feitas quando  
Homens e montanhas se encontram.  
(William Blake, Gnostic Verses, 1)*

*Por vezes sentimos que aquilo que  
fazemos não é  
Senão uma gota de água no mar. Mas, o  
mar seria  
Menor se lhe faltasse uma gota.  
(Madre Teresa de Calcutá)*

## RESUMO

PEREIRA, Itevaldo. **Elementos de Eletrodinâmica Associados aos Aspectos Gerais do Lago Paranoá**. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília – Brasília/DF, 2016.

O presente trabalho de pesquisa analisou a aplicação do livro paradidático intitulado “Elementos de Eletrodinâmica & um passeio pelo Lago”, cujo enfoque principal é abordar a temática regional do Lago Paranoá e algumas de suas implicações nos conceitos de Física. O produto didático oriundo desta pesquisa é o livro paradidático já mencionado. As concepções teóricas de David Ausubel e Paulo Freire ampararam a elaboração do produto, bem como o desenvolvimento metodológico utilizado. A aplicação do produto ocorreu em uma turma de 3ª série do Ensino Médio de uma escola particular localizada na cidade satélite do Gama, Distrito Federal. O grau de satisfação e o nível de aprendizado dos estudantes após a utilização do material didático foram verificados por dois questionários. Como resultado, os alunos relataram que se sentiram motivados no estudo dos temas relacionados à Eletrodinâmica e também evidenciaram o caráter interdisciplinar do material. Além disso, os alunos demonstraram uma suave melhora nos seguintes aspectos: percepção dos processos físicos, uso de conceitos e linguagem; estratégia para a solução de problemas em Física e uso de linguagem matemática na Física.

Palavras-chave: Eletrodinâmica. Lago Paranoá. Livro paradidático.

## ABSTRACT

PEREIRA, Itevaldo. **Elements of Electrodynamics Associates to Overview of Lake Paranoá**. 2016. 66 f. Dissertation (Master) - University of Brasilia - Brasilia / DF, 2016.

This research analyzed the application of a paradidactical text denominated “Elements of Electrodynamics & one visit to Lake”, in which the aim is to treat the regional thematic of Paranoá Lake and some of your implications in concepts of Physics. The paradidactical product of this research is a paradidactical text cited previously. The theoretical conception from David Ausubel and Paulo Freire supported the elaboration of the product, as well as the methodological development used. The application of product it occurred in private school located in Gama City, Federal District. The satisfaction level and learning level of student after the utilization of pedagogical product was measured by two questionnaires. Among the main results, the students reported that the product was as important motivational instrument in learning about Electrodynamics beyond that they remarked the interdisciplinary character of the product. In addition, the students demonstrated a mild improvement in the following aspects: perception of physical process; use of scientific concepts and language; strategy in solution of problems in physics.

Keywords: Electrodynamics. Paranoá Lake. Paradidactical text.

## LISTA DE FIGURAS

Quadro 01 - Visão Ausubeliana e Freiriana .....	21
Quadro 02 - Dimensões da análise .....	29

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>1 O ENSINO DE FÍSICA E OS PARADIDÁTICOS: elementos associados</b> .....	13
1.1 O PARADIDÁTICO .....	14
<b>2 DAVID AUSUBEL E PAULO FREIRE: uma articulação para a aprendizagem significativa</b> .....	17
2.1 PAULO FREIRE E O CONTEXTO.....	19
<b>3 A PESQUISA E SUA METODOLOGIA</b> .....	23
3.1 METODOLOGIA .....	24
3.2 APRENDIZAGEM COLABORATIVA .....	26
<b>4. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	28
4.1 QUESTIONÁRIO DO NÍVEL DE SATISFAÇÃO .....	29
4.1.1 Apresentação de Um Problema Para Ser Resolvido .....	30
4.1.2 Dinâmica e Significado das Aulas.....	31
4.1.3 Compreensão do Contexto Atual .....	32
4.1.4 O Diálogo e a Multidisciplinaridade .....	33
4.2 QUESTIONÁRIO DO NÍVEL DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA .....	33
4.2.1 Percepção dos Processos Físicos.....	35
4.2.2 Uso de Linguagem Matemática em Física.....	37
4.2.3 Uso de Conceitos e Linguagem em Física .....	37
4.2.4 Estratégias Para a Solução de Problemas em Física .....	38
<b>CONCLUSÃO</b> .....	40
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	43
<b>APÊNDICE</b> .....	47
<b>ANEXO</b> .....	48

## INTRODUÇÃO

A ideia parece simples, o propósito de se ler um texto de Geografia é do professor de Geografia, o propósito de se ler um texto de Química é do professor de Química, o propósito de se ler um texto de Física é do professor de Física. O propósito de se ler um texto de Literatura é do professor de Língua Portuguesa. Parece que se esquece que a tarefa de ensinar a ler e a escrever é uma tarefa da escola como um todo, ou seja, de cada área do conhecimento. Os professores, interdisciplinarmente, devem proporcionar momentos de leitura e escrita a seus alunos de forma individual e coletiva de vários textos, como, por exemplo, jornais, revistas, livros, contos, romances, livros paradidáticos das diversas áreas e sob diversos olhares e especificidades.

Por outro lado, não se pode ficar somente na intenção de formar alunos leitores. É necessário, ao professor, inovar e criar condições de leitura e pesquisa, de forma que busquem alternativas diferentes e não se apoiem em fatores limitantes como, por exemplo, tempo de aula, carga horária semanal, a pressão em cumprir o programa e o vestibular. Dessa forma, a realização de sua intenção de contribuir para a formação de alunos leitores fica muito aquém do que se espera. Silva (1994) argumenta tal situação, sinalizando que falta, nos próprios professores, uma mentalidade voltada para as intenções proclamadas pela escola através deles. De nada vale as recomendações sobre as várias fontes de leitura se não ocorrer mudanças individuais nas pessoas envolvidas e nas próprias instituições de educação.

Corroborando com que foi dito podemos citar Magnani (1994), sobre as “pragas” que “corroem” a leitura e a escola:

Na escola, praga mesmo não é o professor que não manda ler, é o professor que não lê. Quem não lê, não sabe o que está perdendo, portanto, não tem porque aconselhar ou criar oportunidade para que outros leiam. A experiência de leitor é intransferível. Se alguém lê e consegue com isso que outro se impressione e tente também, esta já será outra experiência. (MAGNANI, 1994).

Ainda sobre o despertar pela leitura, o mesmo autor salienta:

[...] o gosto pela leitura não é um dado da natureza humana, imutável e acabado e sua formação tem a ver com as necessidades, com o tempo e com o espaço em que se movimentam pessoas e grupos sociais. (MAGNANI, 1994).

Abre-se espaço para associar o gosto pela leitura a textos que associem a Física ao cotidiano do indivíduo, como, por exemplo, a formação do arco-íris, os raios, as fases da Lua, dentre outros. Além desses aspectos naturais observáveis, podem se acrescentar outros, como a eletricidade que nos proporciona tanto conforto, as radiações emitidas pelos aparelhos de telefonia móvel, etc. Então, podemos perceber que nosso cotidiano está recheado de possibilidades que remetem a leitura.

Contra-pondo-se à leitura e à escrita, “o ensino de Física tem se pautado pelas resoluções automáticas de equações sem significado conceitual para os estudantes”, (ASSIS E TEIXEIRA, 2003a), dificultando assim, a compreensão dos fenômenos físicos oriundos dessas equações.

Nesse sentido, “é negada aos estudantes a importância de se estudar Física, bem como, a relação dessa ciência com o seu cotidiano. A maioria dos alunos se posicionam dizendo: ‘não tem nada a ver com minha escolha profissional’, para outros acham relevante devido ao fato de ‘cair no vestibular’” (BENJAMIN, 2000; BENJAMIN; TEIXEIRA, 2001).

Assim, os argumentos me levam a repensar a forma como tenho trabalhado os conteúdos de Física, onde a abordagem tem se reduzido a um tratamento que prioriza o aspecto algébrico, limitando a compreensão de conceitos físicos. Contra-pondo essa realidade, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) relacionados a Física, salientam que:

[...] faz-se necessário repensar que Física que deve ser ministrada aos nossos alunos, tendo como premissa, de uma melhor compreensão e relação com o seu meio, além de uma formação cidadã (p.230), dessa forma, deseja-se que o ensino de Física contribua significativamente na formação de uma cultura científica efetiva, possibilitando assim, ao indivíduo a interpretação de fatos, fenômenos e processos naturais, bem como, favorecer a interação do ser humano como membro da própria natureza que se apresenta em constante transformação. (BRASIL, 1999, p.229).

Tendo em vista a lacuna existente entre a Física ensinada nas escolas e o dia a dia dos discentes, nesta pesquisa procuramos trabalhar uma parte do conteúdo de Eletrodinâmica de forma contextualizada, articulando os aspectos científicos, sociais, tecnológicos e ambientais relativos ao tema, tendo como norteador a problemática de geração de energia no Lago Paranoá, localizado em Brasília-DF. E ainda podemos relacionar a contextualização do ensino às ideias de Paulo Freire, sobretudo quando este filósofo concebe os temas geradores. Em suas propostas

teóricas, Freire (2015) estabelece que a aprendizagem deve partir da realidade do aluno, e após feito isso as generalizações ficarão mais inteligíveis. Nesse percurso, cabe ao professor preparar materiais que relacionem os conceitos que serão apresentados às questões socioculturais da comunidade onde trabalham, pois, essa atitude docente possibilitará maior compreensão e interesse por parte dos discentes.

Acreditamos que as leituras dos textos apresentados podem se converter em um instrumento didático que possibilita a compreensão, por parte dos alunos, acerca dos conceitos apresentados, proporcionando assim, contexto de aprendizagem que viabiliza uma interação crítica e reflexiva com o seu meio social.

Segundo Mercer (1987, p.14), “a educação é um processo discursivo sócio-histórico no qual os resultados, do ponto de vista da aprendizagem, são determinados conjuntamente pelos esforços de professores e alunos”. Dessa forma, a figura do professor durante as aulas é importante no sentido de inserir “o aluno no contexto cultural, a partir de um processo de mediação entre as ideias e as concepções do aluno e o saber formal” (MONTEIRO, 2002, p.54). Neste sentido, Sarda e Sanmarti (2000, p. 407) salienta que através de sua prática, o professor pode levar o estudante a compreender os conceitos científicos, tornando-os sujeitos críticos e reflexivos.

Nossa questão de pesquisa sinaliza na direção de que a adoção de textos informativos pode converter em uma ferramenta didática capaz de proporcionar a compreensão, por parte dos alunos, acerca dos conceitos formulados, bem como, capacitá-los a se posicionarem criticamente frente aos aspectos sociais e ambientais.

Nessa perspectiva, Azevedo (1999), Terrazzan (2000), Almeida, Babichak e Silva (2000), Ricon e Almeida (1991), Geraldi (1984) sinalizam a importância de textos paradidáticos nas aulas de Física como fator de promoção de uma aprendizagem significativa.

Para esse fim, optei por direcionar meu produto de pesquisa de mestrado, à construção de um livro paradidático. Sendo assim, tive amplo objetivo: primeiramente elaborar um paradidático que versasse sobre o Lago Paranoá, em segundo lugar, avaliar a eficiência das leituras em relação aos aspectos de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia, associados à Hidrelétrica do Lago Paranoá, bem como suas relações ambientais, sociais, econômicas, científicas e tecnológicas relacionadas ao tema.

Finalmente, o foco principal da pesquisa se assenta em três elementos: professor, textos e alunos, tendo como objetivo analisar as relações ocorridas numa situação de ensino em uma parte da Eletrodinâmica, tendo como pano de fundo, um livro paradidático. A seguir, comentaremos a aplicação do livro paradidático.

## **1 O ENSINO DE FÍSICA E OS PARADIDÁTICOS: elementos associados**

Segundo Pietrocola (2001), são atribuídas, principalmente ao Ensino Médio, como atividade essencial, atividades voltadas à resolução de exercícios e problemas, no ensino de Física, que muitas vezes são desprovidos de significados conceituais. Dessa maneira, tem-se buscado, atualmente, a função social do ensino de Física, de maneira a oportunizar “a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 2002, p.59). Dessa forma, há uma sinalização que aponta para um ensino de Física “dentro de uma concepção humanista abrangente” (BRASIL, 2002, p.61), de forma a proporcionar ao estudante maior participação e compreensão do contexto no qual esteja inserido.

Nesse contexto, o ensino de Física deve oportunizar aos estudantes uma compreensão de conceitos e leis de forma contextualizada, conduzindo-os para visão crítica e reflexiva. Libâneo (1994) aponta que, o conteúdo a ser ensinado, deve ser apresentado de forma articulada a realidade social do aluno, proporcionando uma interpretação crítica e reflexiva de sua realidade. Nesse intuito, o professor deve focar os conceitos físicos de modo a instrumentalizar os alunos para que procedam criticamente no meio social.

Por outro lado, os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2002), sinalizam que as competências para lidar com o mundo físico deveriam ser construídas de forma contextualizada e articuladas às competências de outras áreas do conhecimento aliada ao saber do aluno.

Dessa maneira, Carvalho Júnior (2002, p.57) argumenta que:

[...] o conhecimento deve ser construído através de uma relação constante entre os vários atores da prática educacional. Desse modo, estabelece ao professor o caráter de mediador entre o saber do aluno, ou seja, aquilo que ele apresenta previamente, o saber científico e o social. (CARVALHO JÚNIOR, 002, p.57).

Percebemos assim, que é atribuída ao professor a função de levar os alunos ao entendimento dos conceitos físicos dentro de uma ampla abordagem, além de compreender sua construção histórica. Nessa perspectiva, faz-se necessário criar espaços em sala de aula, que contemple a discussão desses conceitos, de forma que oportunize ao aluno o desenvolvimento do senso crítico, bem como, abstrações essenciais ao pensamento científico e à vida (BRASIL, 2002). No sentido de promover o ensino de forma crítica, é descrito, a seguir, as várias facetas do livro paradidático.

## 1.1 O PARADIDÁTICO

Segundo Laguna (2015), sob a visão dos escritores de livros didáticos, é atribuído ao livro paradidático um aspecto geral que não apresenta um compromisso com a formalidade científica. Seu propósito é apresentar informações sobre a ciência de maneira informal.

Contraopondo-se a visão dos escritores, consideram-se “os livros paradidáticos como portadores de informação contextualizada que promove no aluno o hábito de leitura”. (TONI; FÍCAGNA, 2006).

Da mesma forma, em função de sua diagramação e temas adequados, esses livros, além de despertar o hábito pela leitura e a curiosidade de uma maneira mais descontraída, apresentam, segundo Laguna (2015), algumas características próprias, em relação ao livro didático, tais como: preços mais acessíveis, maior vida útil, temas transversais onde as informações são apresentadas de forma mais agradável.

Por outro lado, há diversas críticas ao uso exclusivo do livro didático. Tais críticas, que serão apresentadas na sequência, corroboram a procura por materiais didáticos diversificados. Assim, sinalizam que “esses materiais devem proporcionar o desenvolvimento da capacidade de pesquisar, buscar informações, analisá-las, além de proporcionar aos alunos a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés de favorecer a simples memorização.” (BRASIL, 2000, p.5).

Abrem-se, então, perspectivas de melhorias nos materiais didáticos que servem de fonte de consulta para professores e alunos.

Assim, contexto, faz-se necessário considerar a importância da utilização de diversos materiais como, por exemplo, revistas, jornais, artigos, textos paradidáticos etc., no sentido de amenizar o caráter armazenador, de todo o conteúdo, do livro texto. Segundo Moreira (2006, p.6), “a utilização de materiais diversificados e cuidadosamente selecionados, ao invés da ‘centralização’ em livros texto, é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa”. Nesse sentido, o objetivo aqui não é de suprimir totalmente o livro texto, mas sim de apontar caminhos alternativos que não enfatizam o livro texto como única fonte de informação.

Por outro lado, o manuseio do livro didático, segundo Toni e Ficagna (2006, p.2) ocorre de forma inapropriada. Sua utilização, por parte do professor, se dá como única fonte de pesquisa e muitos deles, devido à depreciação pelo tempo ou falta de atualização, tornam-se desatualizados. Dessa forma, essas fontes não favorecem a busca de novas informações para os professores perante uma sociedade que se apresenta em constante transformação.

Magid Neto e Francalanza (2003, p.151), sinalizam que “o livro didático apresenta os conteúdos e, portanto, o conhecimento pronto e acabado sem articulação com o contexto histórico e social”.

[...] foi detectado nos livros didáticos a falta de articulação curricular; ausência de interdisciplinaridade, sem vínculo com o cotidiano dos alunos, falta de diversidade cultural de cada região, informações desatualizadas, não despertando assim, a curiosidade e a criatividade. (MAGID NETO; FRANCALANZA, 2003, p.148).

Assim, a partir do ano de 2007, foi iniciada a avaliação sistemática dos livros didáticos de Física, segundo os critérios do Ministério da Educação. No intuito de avaliar as obras de Física para o Ensino Médio inscritos no PNL (Plano Nacional do Livro Didático) de 2015 utilizou-se de uma ficha constituída por 5 blocos (GUIA DO LIVRO DIDÁTICO PNLD, 2015, p.19):

- Bloco 1: Legislação e Cidadania;
- Bloco 2: Abordagem teórica – metodologia e Proposta Didático-Pedagógica;
- Bloco 3: Conceitos, Linguagem e Procedimentos;
- Bloco 4: Manual do Professor;
- Bloco 5: Projeto Editorial.

Foi utilizado como critério de eliminação dos livros didáticos, de todas as áreas (GUIA DO LIVRO DIDÁTICO PNLD, 2015, p.11) os livros que não contemplassem:

- Respeito à legislação;
- Princípios éticos;
- Coerência e pertinência metodológica;
- A interdisciplinaridade;
- A atualização conceitual
- Adequação do manual do professor à linha pedagógica apresentada;
- A adequação editorial e gráfica aos objetivos didáticos pedagógicos da obra;
- A adequação dos conteúdos multimídia ao propósito pedagógico e ao texto impresso.

De forma explícita, quanto ao manual do professor, há referência quanto aos pressupostos da obra, apresentando a organização geral da mesma, além de fornecer elementos para aprofundamentos. Apresenta também, a interdisciplinaridade e alternativas de trabalho contextualizado, abrindo dessa forma, espaços complementares que possam enriquecer as aulas. Nesse caso, textos paradidáticos tornam-se instrumentos essenciais no auxílio dessas atividades.

De modo semelhante, conforme Assis (2005), os textos paradidáticos:

Apresentam em sua forma diferenciada a não linearidade, diferindo assim, dos textos básicos utilizados pelo professor. Proporcionando então, uma maior relação entre vários temas, articulando-os de modo a abrir espaço no sentido de serem trabalhados de forma desfragmentada, favorecendo assim a interdisciplinaridade. Nesse contexto, a leitura desses textos abre espaço no sentido de articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, além de contribuir para uma visão mais abrangente de mundo, acarretando, desse modo, a formação de um aluno reflexivo quanto ao aspecto social e comprometimento com sua realidade. (ASSIS, 2005, p.56).

Desse modo, visando um êxito maior na utilização de textos paradidáticos é fundamental o envolvimento dos alunos de forma ativa e colaborativa. Ao professor cabe a tarefa de criar estratégias metodológicas:

[...] o professor, como conhecedor dos conteúdos a serem ensinados, deve utilizar estratégias e metodologias que favoreçam a participação dos estudantes. Ele salienta também, a utilização de textos paradidáticos em aulas de Física num contexto que contemple os aspectos científico, tecnológico, social e ambiental. (ASSIS, 2005, p.55).

Enfatizando o que foi dito, a pesquisa realizada por Almeida, Silva & Machado (2001) quanto a utilização de leitura no ensino de Ciências, aponta que “não é só quem escreve, que significa; quem lê também produz sentidos”. Dessa forma, sinalizamos que os alunos, mediados pelo professor, tenham acesso à leitura, a escrita, bem como, a discussão desses textos paradidáticos. É importante salientar,

que o livro texto (livro didático adotado), devido ao seu caráter metodológico linear, pode ter como aliado os textos paradidáticos, constituindo uma valiosa ferramenta de apoio.

No próximo capítulo, apresentaremos alguns aspectos teóricos que nortearam nosso trabalho.

## **2 DAVID AUSUBEL E PAULO FREIRE: uma articulação para a aprendizagem significativa**

Adotamos, para o presente trabalho de dissertação, como modelo teórico, a aprendizagem significativa de Ausubel e o contexto de Paulo Freire, onde no final da abordagem traçaremos, em linha geral, um paralelo entre esses dois pensadores.

O cerne da teoria da aprendizagem de Ausubel é a aprendizagem significativa, segundo a qual uma nova informação se relaciona, de forma substitutiva (não literal), a conceitos previamente estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Assim, o enfoque, nesse processo de aprendizagem, é considerar aquilo que o sujeito já sabe. Nesse caso, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel denominou de “subsunçor”. (MOREIRA, 2006, p.15).

Para Ausubel, a palavra “subsunçor” é um conceito, uma ideia, uma proposição que já faz parte da estrutura cognitiva do sujeito, que por sua vez, sirva de “ancoradouro” a uma nova informação, relacionada a esse subsunçor, de forma que, a nova informação passa a ter significado para quem aprende. Dessa forma, o “subsunçor” é, na verdade, o conhecimento prévio do sujeito. É através dele que ocorre o processo de ancoragem da nova informação. (MOREIRA, 2006, p.15).

Objetivando a construção dos subsunçores, a elaboração dos textos paradidáticos é tal, que as informações são apresentadas aos alunos através de leituras de cunho motivador e potencialmente significativo. Essas informações partem de ideias gerais, no intuito de suscitar ou criar as ideias, que servissem de “ancoradouro” necessário à aprendizagem significativa do conteúdo a ser estudado.

Moreira (2006), exemplificando, salienta que, se o sujeito já apresenta, em sua estrutura cognitiva, o conceito de força e campo, então, estes servirão de subsunçores para novas informações a respeito de outros tipos de forças e de campos.

De forma contrária, quando a nova informação não encontra interação com os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, pode ocorrer aprendizagem, na qual Ausubel define como mecânica. Em muitos casos, quando o indivíduo não apresenta conhecimentos sobre um determinado assunto, é necessária a aprendizagem mecânica para que sirva de ancoradouro a outros conhecimentos que venham a ser adquiridos posteriormente.

Moreira (2006) cita, como exemplo de aprendizagem mecânica, a memorização de fórmulas, leis, conceitos e aquele estudo de “última hora”, antes das provas, que por sua vez são esquecidos em pouco tempo depois.

Ainda segundo Moreira (2006), o processo de aprendizagem mecânica não ocorre em um “vácuo cognitivo”, onde algum tipo de associação pode ocorrer, porém não significativamente. Por outro lado, a aprendizagem mecânica se faz necessária. Segundo Ausubel, não se estabelece diferença entre aprendizagem significativa e mecânica, mas salienta que elas fazem parte de um mesmo contínuo.

Pensando assim, Ausubel (1978), salienta que:

[...] 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 aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, uma proposição. (AUSUBEL, 1978, p.41),

Nesse contexto, para que ocorra aprendizagem significativa deve-se observar, segundo Ausubel (1982):

- Material potencialmente significativo, isto é, que possa relacionar à estrutura cognitiva do sujeito;
- Existência, na estrutura cognitiva do sujeito, subsunçores apropriados;
- Manifestação, por parte do sujeito, em relacionar de forma substantiva e não literal a nova informação à sua estrutura cognitiva.

Ausubel diferencia três tipos de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional.

A aprendizagem representacional é o tipo mais elementar de aprendizagem significativa, onde é atribuído significados a símbolos, sendo assim, é uma associação simbólica.

A aprendizagem de conceitos é uma forma de elaboração superior a aprendizagem representacional, pois envolve abstrações de signos ou símbolos.

A aprendizagem proposicional faz referência a aprendizagem em forma de proposições, ou seja, não faz alusão a palavras distintas, isoladas ou separadas de uma frase ou sentenças. Dessa maneira, a compreensão se dá através de ideias em um contexto ou proposição coerente e organizado.

Nesse contexto, a postura do professor mediador é fator preponderante na aprendizagem significativa. Segundo Moreira (1999), cabe ao professor quatro procedimentos fundamentais no contexto de sua prática de sala de aula:

- Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores inclusivos e organizá-los hierarquicamente para que, progressivamente, abranjamos os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos.
- Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas e estáveis) relevantes a aprendizagem de conteúdos a serem ensinados, que se deseja que o aluno tenha presente em sua estrutura cognitiva para aprender significativamente outros conteúdos.
- Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino) e quais os que estão presentes na estrutura cognitiva do aluno;
- Ensinar, utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de maneira significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área do conhecimento, por meio da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis.

No próximo tópico vamos refletir, sob o referencial teórico de Paulo Freire, a influência do contexto no processo de ensino aprendizagem.

## 2.1 PAULO FREIRE E O CONTEXTO

Segundo Paulo Freire (2015, p.79), o processo de ensino-aprendizagem deve se opor a concepção “bancária”. Nessa linha, o educador não exerce o papel de mediador, mas é aquele que “narra” ou “disserta” os conteúdos. Este processo de “narrção” ou “dissertação” é destinado a um sujeito – o narrador – e objetos passivos, ouvintes, os educandos. Sendo assim, o educador, discorre sobre a

realidade como algo inerte, sem vida, alheia a realidade e às experiências vivenciadas pelos educandos.

No modelo bancário, a figura do educador é daquele que “enche” os seus educandos de conteúdos, frutos de sua narração. Esta postura conduz, assim, os sujeitos à memorização mecânica dos conteúdos. Assim, a simples “narração” os transformam em “vasilhas” a serem “enchidas” pelo educador. Segundo Freire (2015), o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, passivamente, sem reflexão, os memorizam e repetem mecanicamente. A esse processo foi dado, por ele, o nome de educação “bancária”.

Nesta visão de educação, o conhecimento ao ser apresentado ao estudante, se mostra sem nexos, desarticulado da realidade e sem criatividade. De forma contrária, só existe saber na invenção, na inquietação, na articulação, na busca incessante que os educandos possam fazer com a sua realidade e com seus pares. Nesse sentido, a educação “bancária” elege o professor como aquele que sabe e o aluno como aquele que não sabe. Dessa forma, é negado ao educando compreender que o conhecimento é um processo de busca.

Segundo Paulo Freire (2015, p.97), a educação problematizadora de caráter reflexivo acarreta uma nova compreensão da realidade. Para ele, ação de problematizar é inerente à realidade do sujeito. Essa busca em compreender e a interagir implica em transformar aquela realidade, pela ação do próprio sujeito e suas práxis. O sujeito, como agente também é transformado na ação de problematizar e, dessa forma, passa a constatar novos problemas na sua realidade e assim indefinitivamente. Nesse sentido, os educandos vão desenvolvendo à sua maneira de compreensão do mundo, em suas interações com ele, não mais como percepção estática, mas como uma realidade em transformação. Finalizando, Freire (2015) sinaliza que os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo.

Pensando assim, tanto professor, quanto alunos, interagindo simultaneamente, podem criar condições para que ocorra aprendizagem significativa. Nesse arcabouço, esperamos que o paradidático por nós desenvolvido possa atingir indícios de um material potencialmente significativo. E ainda, almejamos que mediante o uso de uma metodologia que relacione o conteúdo programático à realidade, a aprendizagem supere a visão mecânica e torne-se algo realmente relevante ao estudante. A seguir faremos uma relação sucinta entre a

visão ausubeliana e freiriana de alguns aspectos que julgamos necessário para o nosso trabalho de dissertação.

Ausubel	Paulo Freire
<b>Ponto de partida para o ensino</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar os conhecimentos prévios dos educandos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura de Mundo: conhecimento adquirido ao longo da vida.</li> </ul>
<b>Prática Pedagógica</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor deve levar em consideração o que o aluno já sabe para ensiná-lo adequadamente;</li> <li>• O material utilizado pelo aluno deve ser “potencialmente significativo”;</li> <li>• O novo material de ensino deve encontrar “ancoradouro” na estrutura cognitiva do educando;</li> <li>• Importância da linguagem;</li> <li>• Considera a aprendizagem mecânica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levarem os estudantes a se posicionarem criticamente em relação a sua realidade;</li> <li>• Proporcionar mudança de postura dos educandos frente a problemas de contexto;</li> <li>• O novo material para ser significativo precisa ser relacionado à experiência de vida do educando;</li> <li>• Atribui importância ao diálogo;</li> <li>• Desconsidera a aprendizagem mecânica.</li> </ul>
<b>Modelo de Educação</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseado na aprendizagem cognitiva;</li> <li>• Considera o que o sujeito já apresenta de “subsunçor”;</li> <li>• Associa os subsunçores ao novo conteúdo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseia-se na problematização entre sujeito e sua relação com o mundo;</li> <li>• Concepção dialógica no processo ensino aprendizagem;</li> <li>• Parte da relação social do educando;</li> <li>• Educador e educando aprendem juntos.</li> </ul>
<b>O Aprender Significativamente</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionado ao processo cognitivo, segundo o qual a organização e integração do conhecimento se processam;</li> <li>• Dá-se no ambiente escolar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Está alicerçado em base humanista relacionada às experiências de mundo como culturais, políticas, histórias, sociais etc.;</li> <li>• Dá-se no ambiente escolar e no meio social.</li> </ul>

**Quadro 1: Visão Ausubeliana e Freiriana**

Corroborando com as ideias dos temas geradores propostos por Freire, apresentamos alguns pesquisadores que enfocam aspectos regionalistas no ensino de Física. Segundo Delizoicov (2002):

[...] o aluno, como sujeito cognoscivo, estabelece relações com o seu meio físico e social. Todo ser humano caracteriza-se como ser antológico e epistêmico. Pelo fato de estar interagindo com o meio, do ponto de vista da cognição, ele não pode ser visto como uma ‘tabula rasa’ que interage com objetos de conhecimento somente na perspectiva da educação escolar. (DELIZOICOV ET AL., 2002, p.186).

Nesse sentido, a elaboração dos conteúdos a serem ensinados em sala de aula deve estar vinculada ao cotidiano do aluno. Os PCN abrem espaço a este regionalismo: “[...] os temas podem ser escolhidos considerando-se a realidade escolar, ou seja, ao contexto social e da vivência cultural dos alunos e professores.” (BRASIL, 1997). Acreditamos que possa haver perspectiva de desenvolvimento regional frente aos conhecimentos adquiridos pelos alunos, ocorrendo assim um maior interesse pelos problemas de sua região, que muitas vezes desconhecem.

Da mesma forma, podemos observar que os livros didáticos, especificamente os da rede pública de ensino, que são distribuídos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e, tendo como financiador o Fundo Nacional de Educação (FNE), são de forma geral, confeccionados na região Sul ou Sudeste, onde a realidade é bem diferente, comparativamente, as demais regiões do país. Essa discrepância tornou-se tema de discussão na 3ª Reunião de Trabalho do Conselho Nacional de Secretários de Educação (Consed) realizado no dia 17/02/2005 em Belém, em que gerou a seguinte entrevista, da titular da Secretaria de Educação (SEDUC) ao Jornal O Liberal (PA) do dia 18/02/2005 sobre o conteúdo do livro didático adotado nos estabelecimentos de ensino:

No Pará, por exemplo, o cachecol e o pulôver, peças do vestuário não utilizadas em regiões quentes como a Norte, ilustram os textos das cartilhas das crianças. Da mesma forma se fala da primavera, outra realidade distante.

Por outro lado, Brasil (2004), sinaliza a utilização de temas que além de possuir um caráter motivador, apresenta quatro características principais:

- A Interdisciplinaridade

A escolha dos temas baseados em situações da realidade dos alunos, muitas vezes requer do professor respostas de perguntas que fogem de sua área de atuação. Nesse sentido, é necessário que o educador “[...] reconheça suas limitações e interaja com os demais profissionais em prol da compreensão de um fenômeno que só será possível com a articulação de diferentes saberes”. (ARAÚJO, p.22, 2003).

- **Transversalidade:** Os temas selecionados trazem, em seu bojo, assuntos que estão atrelados à Física, bem como conteúdos que requerem, para sua compreensão, que sejam trabalhados por outras disciplinas.

- **Fortalecimento da Cidadania:** Como vimos a seleção dos temas regionais, está intimamente relacionada à realidade social, econômica e cultural dos alunos, nesse sentido, o trabalho realizado favorece a atuação do educando na sociedade, atrelando assim, o conhecimento científico ao conhecimento de questões sociais.

- **A Contextualização:** Nesse caso, a própria escolha dos temas regionalizados já traz, em seu bojo, a contextualização. Nesse sentido, eliminam-se as dificuldades na busca para “contextualizar” determinados assuntos. Desse modo, os temas são portadores da própria contextualização em sua estrutura.

Por fim, vale lembrar que os temas regionais são escolhidos pelo professor, em função do contexto social do aluno. Desse modo, esses temas diferem da proposta dos Temas Geradores de Paulo Freire, pois neste caso, os temas são escolhidos pelos alunos, cabendo ao professor uma espécie de auxiliar de debates (FEITOSA, 1999). No próximo capítulo faremos uma apresentação de nossa pesquisa e sua parte metodológica.

### **3 A PESQUISA E SUA METODOLOGIA**

No sentido de se contrapor ao reducionismo de uma dinâmica de ensino de Física, que privilegia o enfoque algébrico dos conteúdos, faz-se necessário oportunizar momentos que favoreçam o diálogo, em sala de aula, favorecendo assim, um contexto de aprendizagem mais eficiente. Nesse sentido, é requerido ao professor, uma prática que favoreça a inserção do aluno “[...] num contexto cultural, a partir de um processo de mediação entre as ideias e as concepções do aluno e o saber formal” (MONTEIRO, 2002, p.54). Segundo Sardà e Sanmarti (2002, p.407), é através de sua prática, em sala de aula, que o professor proporciona momentos, que levam os alunos a compreender a ciência e seus conceitos além, de capacitá-los reflexivamente e criticamente perante os diversos conteúdos que lhes são apresentados.

Sob esse ponto de vista, procuraremos analisar como os alunos, mediados pelo professor, com o apoio do livro paradidático, constroem uma visão mais crítica dos conteúdos propostos.

Salientamos que o cerne de nossa pesquisa é observar como a utilização do livro paradidático, em aulas de Física, mediadas pelo professor, pode contribuir significativamente para uma aprendizagem crítico e sócio cultural dos conteúdos oriundos desses textos.

Direcionamos nossa pesquisa tendo como enfoque os seguintes aspectos:

- Qual a contribuição do livro paradidático, mediado pelo professor, em proporcionar momentos de aprendizagem significativa?
- De que modo essa contribuição pode situar o aluno no meio em que esteja inserido?
- De que maneira o livro paradidático desperta o interesse pela leitura?

Nesse propósito, o objeto de análise da pesquisa se dará na mediação do professor, na mudança de postura do aluno enquanto agente a ser transformado, a eficiência do material paradidático nesse processo diagnóstico e como as atividades de ensino são interpretadas (DRIVER ET AL, 1994).

Sendo assim, verificaremos o papel do professor mediador no sentido de explorar e problematizar ideias inerentes aos textos e ideias que ultrapassem o sentido do texto, proporcionando assim, a construção de argumentos, por parte dos alunos, que possam a ser cada vez mais estruturados.

Nesse contexto, teremos como objetivos da pesquisa:

- Analisar o caráter mediador do professor em relação aos alunos e ao livro paradidático;
- Analisar a mudança de postura dos alunos;
- Analisar a interação do tripé professor – texto – aluno;
- Analisar e confrontar o livro didático (texto) com o livro paradidático.

Assim, nossa pesquisa está alicerçada no tripé professor – texto – aluno, tendo como pano de fundo a utilização do livro paradidático que aborda o Lago Paranoá. Nesse contexto será analisada a interação entre os diversos atores envolvidos.

Desse modo, buscaremos compreender, por meio das respostas escritas dadas pelos alunos, se a interação entre alunos e paradidático, mediada pelo

professor, oportuniza uma aprendizagem significativa. Nesse contexto, poderá se observar a eficiência do livro paradidático quanto a ocorrência de aprendizagem significativa (MOREIRA,2006).

### 3.1 METODOLOGIA

A pesquisa se enquadra em uma abordagem qualitativa. Segundo Bogdan&Biklen (1994), esse trabalho evidencia a compreensão, exploração ou descrição de fatos e contextos que envolvam vários fatores analisados. Nesse caso, procuramos verificar a aprendizagem dos alunos através da utilização de textos paradidáticos.

A pesquisa foi realizada em uma escola privada de Ensino Médio, localizada na cidade do Gama. Cidade satélite de Brasília-DF. Vale lembrar que nesta escola há um número aproximado de 900 alunos com três turmas de terceiro ano do Ensino Médio. A turma escolhida para aplicação da pesquisa contém 30 alunos. A frequência dos mesmos está acima de 90% das aulas ministradas.

Etapas da pesquisa:

- Etapa 01 foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a utilização de textos paradidáticos no ensino de Física;
- Etapa 02 foi escrito um livro paradidático, tendo como pano de fundo o Lago Paranoá, que contém cinco capítulos assim distribuídos:

No capítulo 01, fizemos algumas considerações acerca das principais fontes de energia, bem como, os processos de transformação. Apresentamos também os princípios básicos de uma hidrelétrica. Por fim, foi apresentado um texto sobre a hidrelétrica de Balbina, onde se enfatizou o desastre ambiental inerente a essa obra.

No capítulo 02, fizemos uma abordagem sobre o Lago Paranoá onde abordamos seu aspecto histórico, recreativo, ambiental e paisagístico além de seu aspecto voltado a regulação climática.

No capítulo 03, enfatizamos os aspectos relacionados à energia, potência e os efeitos da corrente elétrica, além dos aspectos técnicos associados a Hidrelétrica do Paranoá.

No capítulo 04, salientamos os aspectos voltados a transmissão e distribuição de energia elétrica de forma geral, além de descrever o sistema de tensão utilizado pela CEB (Companhia Energética de Brasília).

No capítulo 05, enfatizamos o consumo de energia elétrica de vários aparelhos elétricos. Analisamos também uma “conta” de consumo de energia elétrica da CEB. Nesse propósito, citamos algumas medidas simples que sinalizam a uma economia maior de energia elétrica.

- Elaboração de questões destinadas ao levantamento de conhecimentos prévios dos alunos em relação aos temas envolvidos em cada capítulo. É atribuída ao professor a tarefa de planejar o material didático no sentido de facilitar a interdependência entre os conteúdos, além de comunicar com clareza a atividade de aprendizagem;

- Etapa 03 foi destinada a aplicação dos textos paradidáticos em grupos cooperativos, de no máximo três componentes, tendo como objetivo responder as questões, por escrito. Vale lembrar que as respostas, dos alunos, foram dadas antes da leitura dos textos paradidáticos. Segundo Niquini (2006, p.117), os grupos cooperativos devem dispor os elementos, próximos, e em círculos de modo que a comunicação seja facilitada. A distância entre os respectivos grupos deve ser respeitada de modo que não ocorra interferência de um grupo sobre o outro.

- Etapa 04 de trabalho, o professor recolherá as questões respondidas, por escrito, e se inicia a leitura, nos grupos, do texto paradidático, referente a esta atividade.

- Etapa 05, os alunos, após a leitura do texto, responderão novamente as mesmas questões, relativas ao paradidáticos, por escrito, e o professor as recolhe no final para analisá-las e confrontá-las com as respostas dadas anteriormente. É importante, segundo Niquini (2006, p.117), que todos os membros do grupo tenham, em mãos, o material a ser utilizado facilitando assim, o envolvimento dos componentes do grupo.

- Etapa 06, o professor dispõe os alunos no grande grupo e “abre” uma discussão acerca do texto lido. Cabe ao professor a tarefa de sintetizar as ideias chaves dos conteúdos, além de, promover novas relações e situações inusitadas.

- Etapa 07, o professor distribui um questionário, para ser respondido em grupos cooperativos, acerca da “validade” do material paradidático utilizado;

- Finalmente, o professor procede a análise das respostas dadas pelos alunos. A seguir, faremos uma discussão da forma com que trabalhamos os conteúdos juntos aos alunos.

### 3.2 APRENDIZAGEM COLABORATIVA

Em função do que foi salientado anteriormente, em que procuramos trabalhar uma parte do conteúdo de Eletrodinâmica de forma contextualizada e articulada, principalmente, aos aspectos sociais, optamos em direcionar as nossas discussões e leituras, em sala de aula, através da formação de grupos cooperativos, por entender que desta maneira pode-se oportunizar melhores situações de aprendizagem significativa.

Segundo Niquini (2006, p.23), o trabalho cooperativo implica na tentativa de pessoas em se ajudarem mutuamente para atingir o que se deseja. De forma contrária, ao comportamento cooperativo, a autora aponta o comportamento competitivo. No caso inicial os elementos, no intuito de atingir um objetivo, agem de forma a desprezar os outros, no segundo, agem no intuito de prejudicar os outros, seus concorrentes.

A ocorrência de aprendizagem cooperativa implica na presença de quatro características: “[...] a interdependência positiva, a interação face a face, a avaliação individual e o uso de habilidades interpessoais no agir dos pequenos grupos” (JOHNSON & JOHNSON; HULUBEC & ROY, 1984).

Segundo Niquini (2006), as características do grupo de aprendizagem cooperativas podem ser confrontadas com o grupo tradicional nos casos:

- nos grupos de aprendizagem cooperativa (AC) ocorre a interdependência entre seus membros, pois há cumplicidade entre estes, de forma que cada um preocupa com o rendimento do outro. De forma contrária, no grupo tradicional cada um preocupa-se apenas consigo mesmo;
- nos grupos de AC cada elemento do grupo estará preocupado com o próprio rendimento e desempenho, cabendo ao grupo como um todo auxiliar os mais necessitados. Nos grupos tradicionais, como não ocorre ajuda mútua, o desempenho de um membro está atrelado ao desenvolvimento dos outros.

- os elementos dos grupos AC, de forma geral, são heterogêneos. De forma contrária aos grupos tradicionais que se apresentam de forma homogênea.
- nos grupos de AC não há apenas um líder. Esse papel é desempenhado de forma co-dividida entre seus componentes. Nos grupos tradicionais a liderança é atribuída a um elemento, ao líder do grupo.
- nos grupos de AC ocorre a cumplicidade entre seus membros quanto a aprendizagem de cada componente. Nos grupos tradicionais a aprendizagem é individual e sem preocupação com a aprendizagem dos demais.
- nos grupos de AC há preocupação em se ressaltar um ambiente de interação positiva entre seus membros. Nos grupos tradicionais, ao contrário, o sucesso é alcançado de forma geral, sem promover momentos de interação.
- nos grupos de AC é oportunizado uma maior interação do professor durante o processo. Nos grupos tradicionais é ínfima, ou quase nenhuma, a interação do professor.
- nos grupos de AC os trabalhos se desenvolvem de modo que ocorre um controle efetivo do professor. Nos grupos tradicionais há pouco controle, por parte do professor, quanto a realização das atividades.

Nesse sentido, os argumentos relatados anteriormente, apontam que a utilização dos grupos AC traz vantagens não somente para os indivíduos de baixo rendimento, mas também, para os de rendimento superior, além disso, segundo Johnson, Johnson & Anderson (1978) os grupos de aprendizagem cooperativa promovem os mais altos níveis de autoestima acarretando desse modo, atitudes favoráveis à aprendizagem significativa.

#### **4 RESULTADOS E ANÁLISES DOS DADOS**

Neste capítulo, faremos uma análise dos dados obtidos a partir da nossa pesquisa, sob a luz dos nossos referenciais teóricos. Os dados obtidos são oriundos de dois questionários, sendo que um deles mediu o grau de satisfação do estudante em relação a utilização do material paradidático e, outro que mediu, especificamente, o nível de aprendizagem em Física proporcionado pelas leituras e atividades desenvolvidas propostas no paradidático.

A análise dos dados será realizada utilizando a técnica de análise de conteúdos. Essa metodologia tem grande importância no campo das investigações de caráter social. Nesse propósito, sua aplicação tem sido cada vez mais utilizada em pesquisas qualitativas que empregam a indução e a intuição como estratégia que visam proporcionar uma maior compreensão dos dados que estão sob investigação.

Segundo Moraes (1999), a análise de conteúdo é uma metodologia de pesquisa utilizada na descrição e interpretação de documentos e textos das mais diversas classes. A mesma pode contribuir no sentido em que o pesquisador reinterpreta as mensagens, proporcionando assim, uma maior compreensão dos significados que transcendem uma simples leitura desses documentos.

Os elementos de análise que compõe a pesquisa, segundo Moraes (1999), podem ser provenientes tanto da comunicação verbal ou não verbal, como, por exemplo, cartas, cartazes, livros, relatos, entrevistas dentre outros.

Por outro lado, esses elementos de análise se apresentam ao pesquisador em seu estado “bruto”, não elaborado, cabendo então, ao pesquisador processá-los no intuito de uma melhor compreensão, interpretação, além de capacitá-lo a fazer inferência sobre os elementos que compõem a pesquisa. Então, sob a luz desse referencial faremos a análise dos resultados encontrados em nossa pesquisa.

Apresentaremos um quadro sintético de análise que mostra as dimensões analisadas e os sinalizadores:

Dimensões da análise	Sinalizadores
Nível de satisfação do material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresenta um problema claro para ser resolvido;</li> <li>• Torna a aula mais dinâmica;</li> <li>• Ajuda a compreender o contexto atual;</li> <li>• Proporciona o diálogo e a multidisciplinariedade.</li> </ul>
Nível de aprendizagem em Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção dos processos físicos;</li> <li>• Uso de conceitos e linguagem em Física;</li> <li>• Estratégias para a solução de problemas em Física;</li> <li>• Uso da linguagem matemática na Física</li> </ul>

**Quadro 2: Dimensões da análise**

#### 4.1 QUESTIONÁRIO DO NÍVEL DE SATISFAÇÃO

Esta primeira etapa da pesquisa, foi destinada à coleta dos dados referentes aos aspectos associados da satisfação quanto à utilização do material paradidático. A classe composta por trinta alunos foi dividida em grupos cooperativos, de acordo com a afinidade dos alunos. Assim, obtivemos 6 grupos contendo três elementos, cada um, e 3 grupos contendo quatro componentes. Nessa classe de alunos, constatamos que 70% deles são oriundos das séries iniciais do próprio estabelecimento de ensino em questão, ou seja, há uma convivência entre eles superior a 5 anos. Os outros 30% vieram de outras instituições de ensino, tanto pública como privada.

Foi feita apenas uma pergunta geral para os alunos, no intuito de levá-los a se posicionarem de forma crítica quanto à abrangência, aplicabilidade e utilidade do paradidático. Foi mantida, dentro dos limites da sala de aula, certa distância entre os grupos no intuito de evitar a comunicação entre eles.

Foram destinadas duas aulas de cinquenta minutos, sendo que uma delas foi utilizada para aplicação da questão e a outra para debates entre os alunos, mediada pelo professor regente. Convém lembrar que essa turma de 3º ano do Ensino Médio tem quatro aulas de Física por semana, ministrada por dois professores em duas “frentes” diferentes. Em uma delas, inicia-se o conteúdo de Eletrostática e na outra, Eletrodinâmica.

Na análise das respostas do questionário quanto ao nível de satisfação, encontramos quatro categorias de indicadores que sinalizam o nível de satisfação do estudante segundo o que foi observado nas respostas associadas com nossos referenciais teóricos.

- Apresenta um problema claro para ser resolvido;
- Torna a aula mais dinâmica e significativa;
- Ajuda a compreender o contexto atual;
- Proporciona o diálogo e a multidisciplinariedade.

#### **4.1.1 Apresentação de Um Problema Para Ser Resolvido**

Um dos princípios básicos para que a aprendizagem seja significativa é que o material utilizado, bem como o conteúdo, a ser aprendido deva ter relações com os conhecimentos prévios dos alunos, Ausubel (1982). Nesse sentido, uma proposta que lança questões/problemas que possam fazer com que os estudantes reflitam sobre as situações vivenciadas, no contexto social, é um indicativo de um material potencialmente significativo, Ausubel (1982). Além disso, segundo Freire (2015) o processo de aprendizagem se dá mediante o diálogo entre sujeitos envolvidos no processo educativo mediados pelo mundo. Na análise das respostas do questionário aplicado, percebemos que a apresentação de um problema dentro do contexto dos alunos é altamente relevante no processo de aprendizagem, em suas próprias palavras:

Utilizar atividades complementares para o aprendizado é muito mais efetivo para o aprendizado, pois o livro didático em si, por mais que abranja os conteúdos, não há questões problema que exijam do aluno analisar situação e achar soluções que melhor resolvam os problemas. (Grupo 01).

Vemos, nessa passagem, que alunos consideram o material mais propício para a aprendizagem em função de um problema contextual salientado inicialmente. Ainda segundo eles, o material utilizado é mais motivador do que o livro convencional, uma vez que esse último é baseado em “frios” conteúdos sem significado aos estudantes.

Outro aspecto relevante, é que os materiais que tem como base questões, são fontes de mobilizações em torno do conhecimento, os alunos procuram dentre as soluções, a que melhor se adequa. Portanto, é fundamental que esses aspectos sejam considerados na elaboração de paradidáticos, pois assim serão mais efetivos no processo de aprendizagem significativa.

#### **4.1.2 Dinamização e Significado das Aulas**

Outro princípio básico observado se refere ao aspecto dinamizador proporcionado pelas leituras dos textos paradidáticos. Nessa linha, Ausubel (1982) salienta que a leitura do novo material oportuniza condições para a ocorrência de

aprendizagem significativa na manifestação de uma pré-disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não linear a sua estrutura cognitiva. Por outro lado, Freire (2015) salienta que só existe saber na invenção, na inquietação, na busca incessante pelo conhecimento, assim como elege o diálogo como um dos pilares basilar do processo de aprendizagem. A análise das respostas indica que o material torna as aulas mais dinâmicas e isso se traduz na melhora do processo dialógico, como também, melhora o nível de significado dos conteúdos, em suas palavras: “A nova proposta de material empregado pelo professor trouxe uma dinâmica para suas aulas fazendo os alunos entenderem para que servem as aplicações da Física na qual o conteúdo proporciona” (Grupo 03).

Nesse sentido, é importante observar que os materiais paradidáticos proporcionam, devido a sua construção não linear, aspectos não limitantes às situações, geralmente, abstratas abordadas no livro convencional. Pensando assim, é relevante considerar o aspecto dinâmico implícitos na construção de textos paradidáticos.

#### **4.1.3 Compreensão do Contexto Atual**

Outro princípio básico observado para a aprendizagem significativa é a compreensão do contexto, proporcionado pelas leituras dos textos paradidáticos. Nessa perspectiva, Ausubel (1982) argumenta que, ao procurar evidências de compreensão significativa nos alunos, é necessário utilizar questões e problemas que sejam novos e requeiram máxima transformação do conhecimento existente. Da mesma forma, Freire (2015) salienta que os educandos vão desenvolvendo, por sua ação e suas práxis, uma melhor maneira de compreender o mundo em suas interações com ele. Não como uma compreensão estática, mas, como uma realidade versátil em constante transformação.

“O uso dos textos acrescenta conhecimentos sobre atualidades e contextualização, proporcionando assim, melhor aprendizagem” (Grupo 02).

Nesse sentido, interpretando a palavra dos estudantes convém salientar que o livro convencional, de forma geral, não apresenta em sua estrutura conteúdos que não proporciona uma “conversa” com outras disciplinas e também não aborda assuntos mais imediatos do cotidiano dos alunos.

Pensando assim, a elaboração dos textos, que abordem a realidade dos estudantes, a serem utilizados em sala de aula, devem contemplar situações que fazem parte do seu cotidiano. Nesse sentido, o material paradidático constitui um importante aliado que pode oportunizar uma aprendizagem significativa.

#### **4.1.4 O diálogo e a Multidisciplinaridade**

Defendemos que um material potencialmente significativo deva ter uma abordagem multidisciplinar que proporcione o diálogo. Para Freire (2015), uma educação problematizadora de caráter reflexivo acarreta uma nova forma de compreender a realidade. Nesse sentido, o aluno vai desenvolvendo sua maneira de compreensão do mundo, em suas interações com ele. Não mais como percepção estática, mas como uma realidade em transformação. Freire ainda sinaliza que os homens se educam em comunhão, mediados pelo mundo. Nesse sentido, a escolha de temas e situações reais requer conhecimentos que fogem de uma área específica e, exigem intervenções multidisciplinares. Segundo palavras dos próprios alunos:

[...] o conteúdo extra didático dado em sala de aula foi muito útil, visto que, possibilitou a aplicação de conhecimentos estudados ao longo dos anos de vida real, expandindo os horizontes dos estudantes. Além de incentivar os mesmos a realizar debates, envolvendo diversos campos de estudos, como Física, Biologia, Química, dentre outras disciplinas. (grupo 04).

É importante, ao elaborar materiais paradidáticos, que se leve em consideração questões associadas a situações reais, vivenciadas pelos estudantes, em seus aspectos que contemplem a articulação dos conteúdos a diversas áreas do conhecimento.

## **4.2 QUESTIONÁRIO DO NÍVEL DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA**

Essa segunda etapa da pesquisa foi destinada a coleta dos dados referente aos aspectos associados à aprendizagem em Física. A classe foi dividida em grupos cooperativos, de acordo com a afinidade dos estudantes. Assim, obtivemos 6 grupos

contendo três elementos, cada um, e 3 grupos contendo quatro componentes. Nessa classe de alunos, constatamos que 70% deles são oriundos das séries iniciais do próprio estabelecimento de ensino em questão, ou seja, há uma convivência entre eles superior a 5 anos. Os outros 30% vieram de outras instituições de ensino, tanto pública como privada.

As questões, destinadas à verificação da aprendizagem em Física, foram distribuídas a cada grupo, uma por uma, após a leitura dos textos contidos no livro paradidático. Foi mantida, dentro dos limites da sala de aula, certa distância entre os grupos no intuito de evitar a comunicação entre eles.

Essa parte da coleta de dados foi realizada em três aulas de 50 minutos em cada uma delas, sendo que duas delas foram utilizadas para aplicação das questões e a outra para debates entre os alunos, mediada pelo professor regente. Convém lembrar que essa turma de 3º ano do Ensino Médio tem quatro aulas de Física por semana, ministrada por dois professores em duas “frentes” diferentes. Em uma delas, inicia-se o conteúdo de Eletrostática e na outra, Eletrodinâmica.

Convém salientar que a análise das questões foi feita de forma que contemplamos todas as respostas, dadas pelos grupos, de cada questão proposta e assim, sucessivamente. O questionário é composto por 5 questões que estão disponíveis no apêndice 01.

A seguir faremos a análise das respostas dadas pelos alunos no que se refere ao aprendizado em Física, guiado pelos seguintes sinalizadores:

- Percepção dos processos físicos;
- Uso de conceitos e linguagem em Física;
- Estratégias para a solução de problemas em Física;
- Uso da linguagem matemática na Física.

Esses indicadores serão analisados à luz dos conceitos que emergiram da articulação dos referenciais teóricos, a saber: conceitos subsunçores, aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos, aprendizagem proposicional e papel da problematizado do conhecimento.

Nesse intuito, na questão de número 1 do questionário aplicado, nosso objetivo foi investigar quais processos de transformação de energia que os alunos perceberam e como fazem a relação entre eles para a compreensão do processo global de geração de energia numa hidrelétrica.

Na questão de número 2, nosso objetivo foi investigar como as respostas seriam articuladas de forma contextualizada associando o período de seca a falta de energia elétrica.

Na questão de número 3, nosso objetivo foi investigar como as respostas dadas poderiam associar a energia elétrica à solar.

Na questão de número 4, nosso objetivo foi investigar como as respostas dadas poderiam associar a energia potencial gravitacional da água de uma represa à armazenagem da energia solar.

Na questão de número 5, nosso objetivo foi investigar como as respostas dadas poderiam associar a resistência elétrica com o comprimento do fio utilizado como resistência de um chuveiro.

#### **4.2.1 Percepção dos Processos Físicos**

A luz dos referenciais teóricos pode-se observar momentos em que houve percepção dos processos físicos envolvidos nas situações apresentadas, contudo de forma limitada. Os alunos, nesse caso, procuraram descrever os processos envolvidos, caracterizando assim, uma aprendizagem representacional. Nesse sentido, ao analisarmos as respostas dadas pelos alunos podemos apontar em suas falas: “há um desnível muito grande entre a entrada do duto e a turbina, a água, ao cair chega até a turbina com energia potencial gravitacional suficiente para mover a turbina, transformando energia potencial gravitacional em energia elétrica”. (Grupo 05).

Nesse caso, os elementos desse grupo ao lerem os textos, perceberam o processo de transformação de energia, de forma unilateral. Então, esperava-se que os subsunçores, referentes a transformação de energia, adquiridos em anos anteriores e através da leitura do paradidático, lhes proporcionassem uma reinterpretção de forma mais abrangente do processo de transformação de energia em uma hidrelétrica.

[...] a falta de energia elétrica pela ausência de chuvas é justificada pela quantidade de água que possui na barragem. Quanto maior a quantidade de chuvas, maior é o volume de água disponível para a usina utilizar para converter em eletricidade, pois o fluxo de água irá aumentar. (Grupo 02).

Nesse caso, esperava-se que o aspecto problematizador da questão, de caráter reflexivo pudesse acarretar no educando uma nova compreensão da realidade e a partir daí sua argumentação poderia ser mais sólida, abrangente e articulada apresentando assim, novas formas argumentativas.

[...] com a seca, a pluviosidade do lugar é reduzida gerando ausência de chuvas com isso, a energia proveniente da hidrelétrica também é prejudicada visto que para transformar energia elétrica por meio da água é necessário ter um grande volume de água. (Grupo 08).

Percebemos, nesse caso, que os alunos responderam de forma a considerar apenas as situações vividas no seu cotidiano. Nessa situação, o educador, deveria articular o conteúdo de forma que a compreensão de um fenômeno fosse possível através da articulação com outras áreas do conhecimento, por exemplo, o multiuso da água.

[...] o Sol é a fonte de energia primária, tendo como exemplo a hidrelétrica, para que se ocorra a transformação de água em energia elétrica é necessário a ocorrência de chuvas visto isso o Sol tem papel essencial já que evapora a água dos rios e lagos que mais tarde encontram-se massas de ar quente e frio que vai ocasionar a precipitação gerando água para a hidrelétrica. (Grupo 05).

Percebemos, através da resposta dada pelo grupo, que os subsunçores, presentes na estrutura cognitiva dos alunos, não se apresentam de forma clara. Dá-se a entender, que houve uma aprendizagem mecânica. Nessa visão o conhecimento se mostra sem nexos, desarticulado da realidade e com pouca criatividade.

[...] quando desejamos uma água com temperatura elevada, diminuimos a resistência do chuveiro para aumentar a sua corrente, logo aumentar o efeito joule que esquenta a água. Para resfriar, fazemos um processo inverso, aumentando a resistência no resistor. E assim, associamos a resistência do chuveiro com a regulação de sua temperatura. (Grupo 06).

Percebemos, através da resposta dada pelo grupo, que os subsunçores, referentes ao ciclo da água e vazão, não se apresentam de forma clara na estrutura cognitiva dos alunos. Dá-se a entender, que houve uma aprendizagem significativa. Nessa visão o conhecimento se mostra articulado com a realidade do aprendiz.

[...] no modo verão do chuveiro há uma maior resistência, fazendo com que passe menos corrente e, conseqüentemente, impedindo um aquecimento da água. Já no modo inverno é o contrário. Tem menos resistência, o que faz passar mais corrente elétrica e aquecer a água. (Grupo 08).

Percebemos, através da resposta dada pelo grupo, que os subsunçores, presentes na estrutura cognitiva dos alunos, nesse aspecto, se apresentam de forma clara. No mesmo sentido, houve uma compreensão da realidade de forma reflexiva pela própria ação do indivíduo e a suas práxis.

#### **4.2.2 Uso de Linguagem Matemática em Física**

Apesar de poucos grupos terem utilizado a linguagem matemática em suas respostas podemos observar o uso adequado dessa linguagem nas questões que envolvem transformação de energia. Nesse sentido, ao analisarmos as respostas dadas pelos alunos podemos apontar em suas falas:

[...] é um processo mecânico de transformação de energia. A água, em um desnível, armazena energia potencial gravitacional ( $E = mgh$ ). Quando aberta a comporta a água entra em movimento, adquirindo energia cinética ( $E = mv^2/2$ ), logo, é um processo de conversão de energia potencial em energia cinética ( $g.h = v^2/2$ ). Essa energia é responsável pela movimentação da turbina do gerador da hidrelétrica, que converte energia mecânica em elétrica, assim, gerando energia. (Grupo 03).

Percebemos, através da resposta dada pelo grupo, que os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos, nesse aspecto, se apresentam de forma clara. Dá-se a entender, que houve uma aprendizagem significativa. Nesse sentido, o material paradidático, apresentado aos alunos, se mostra potencialmente significativo.

#### **4.2.3. Uso de Conceitos e Linguagem em Física**

A luz dos referenciais teóricos observou o uso inapropriado de conceitos para explicar um fenômeno. Nesse sentido, ao analisarmos as respostas dadas pelos alunos podemos apontar em suas falas: “[...] na hidrelétrica a força com que a corrente da água passa faz uma turbina girar e esse movimento gera a energia elétrica por meio da intensidade pela qual a água passa por ele”. (Grupo 05).

Percebemos, através da resposta dada pelo grupo, que os subsunçores, presentes na estrutura cognitiva dos alunos, não se apresentam de forma clara. Da mesma forma, o material paradidático não se mostrou potencialmente significativo

quanto ao aspecto referente à aprendizagem de conceitos e sua distinção foi ineficaz na diferenciação entre grandezas físicas consideradas.

“[...] a água armazena calor, fazendo as moléculas se agitarem e acaba se transformando em energia que é armazenada por um certo tempo”. (Grupo 05).

Nesta resposta, observamos o papel da educação problematizadora, que não se apresentou de forma reflexiva associada a realidade. Da mesma forma, o material não se apresentou de forma potencialmente significativa na construção dos conceitos subsunçores. Há evidência, então, de aprendizagem mecânica, onde o conteúdo é apreendido de forma literal e sem articulação com a estrutura cognitiva do aprendiz.

Outro grupo, nesse sentido, sinaliza sua resposta em um caráter que remete a contextualização:

[...] com a ausência de chuvas, diminui a quantidade de água nos reservatórios das hidrelétricas, sua força e velocidade também diminuem, abaixando a eficiência dos geradores, que não irão transformar a energia necessária para toda a população, o que fará com que em alguns pontos ocorra a falta de energia e/ou até seu encarecimento que será encontrado para substituí-la. (Grupo 06).

Nesse caso, há evidência de aprendizagem significativa por parte do aprendiz, acarretando assim, uma compreensão da realidade de forma mais ampla. Outro fator observado é o papel do contexto na interação do sujeito com a realidade. Essa interação desenvolve maneiras de compreensão do mundo em suas interações com ele.

#### **4.2.4 Estratégias Para a Solução de Problemas em Física**

A luz dos referenciais teóricos observou o uso de figuras na resolução de um problema, caracterizando assim, uma estratégia na resolução de problemas em Física. Nesse sentido, vários grupos utilizaram o ciclo da água na tentativa de explicar a relação entre períodos de seca intensa e falta de energia elétrica ou para demonstrar que a energia de uma hidrelétrica em última instância é energia solar. Da mesma forma, vários grupos representaram geometricamente um chuveiro na tentativa de associar resistência elétrica e corrente elétrica.

Percebemos, dos esquemas representados pelos grupos, que os subsunçores, presentes na estrutura cognitiva dos alunos, nesse aspecto, se apresentam de forma clara. Dá-se a entender, que houve uma aprendizagem significativa. Nessa visão o conhecimento se mostra articulado com a realidade do aprendiz em sua forma contextualizada.

## CONCLUSÃO

Na análise das respostas dadas pelos alunos, observamos que mesmo após a leitura do material paradidático não foi suficiente para que os alunos compreendessem de forma clara os processos de transformação num sistema físico, no caso a transformação de energia em uma hidrelétrica. Da mesma forma, detectamos algumas dificuldades na aplicação e utilização de conceitos e grandezas físicas, por exemplo, a associação de equivalência entre força e velocidade, força e energia numa situação de transformação como a apresentada nos textos.

Observamos que os alunos não entenderam bem, em sua plenitude, o processo final de transformação de energia mecânica em energia elétrica, em uma hidrelétrica, devido a inexistência dos conceitos relacionados às leis de Faraday. Parece que nesse aspecto final ocorreu um hiato e houve o aparecimento da energia elétrica. Nesse sentido, é fundamental que esses aspectos sejam considerados na elaboração dos textos paradidáticos, pois assim haverá maior eficiência no processo de aprendizagem significativa.

Outro aspecto observado é o discurso que os alunos apresentam em relação à linguagem escrita, quando se trata de outra disciplina, que não seja efetivamente da língua portuguesa. Neste caso, as respostas são dadas de qualquer maneira, onde a pontuação e a coerência são deixadas de lado.

Convém lembrar, que se deve ter o cuidado, ao construir os materiais paradidáticos, em elaborar questões que favoreçam a interdisciplinaridade, a aquisição de conceitos e situações que requeiram aplicações e discernimento nas diversas situações que envolvam grandezas físicas. Da mesma forma, é necessário que o material contemple, em seu bojo, questões que exercitem o uso da grafia.

De forma contrária, em conversa informal com os grupos de alunos, utilizados em nossa pesquisa, pode-se observar uma melhor compreensão e até mesmo explicação, dada por eles, no processo de transformação como um todo, bem como a articulação com outras disciplinas. Os alunos, quando mediados pelo professor, conduzem suas respostas de uma maneira clara e articulada, não se limitando a respostas unilaterais ou desprovidas de significados.

Observamos também, a relevância da utilização do material paradidático no que se refere a “aceitação” dos textos lidos em sala de aula. Nesse sentido, foi

observada uma maior participação dos alunos nos debates promovidos pelo professor. Nesse propósito, aqueles alunos que geralmente não participam das aulas “foram” convidados a interagir mais efetivamente com seus pares, contribuindo e exemplificando as respostas através de suas experiências diárias.

Outro aspecto relevante observado é a eficiência dos materiais que tem como base situações problematizadoras que levem em consideração aspectos que abordem situações reais, vivenciadas pelos estudantes. Nesse sentido ocorre uma mobilização dos alunos em torno do conhecimento. Assim, nosso referencial teórico é contemplado no sentido em que o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva. Portanto, é fundamental que esses aspectos sejam considerados na elaboração de materiais paradidáticos. Nesse aspecto, há o favorecimento de momentos mais efetivos no processo de aprendizagem significativa.

Constatamos a importância da presença do professor mediador durante a aplicação do nosso projeto. Nos momentos em que não se contemplava a mediação, o sucesso dos textos paradidáticos era menos significativo. Mas, em outros momentos, durante a mediação do professor regente, observava mudança de postura por parte dos alunos. Então, é de suma importância considerar aspectos que oportunize maior intervenção do professor durante o processo de aprendizagem significativa.

Verificamos a efetividade em se utilizar, no material paradidático, elementos que favoreçam a abordagem de temas regionalizados. Nesse caso, observamos uma maior contribuição dos alunos no sentido de enriquecer nossos debates no grande grupo. Desse modo, o material a ser aprendido é potencialmente significativo para o aprendiz. Nesse sentido, esse tipo de abordagem contribuiu em ganho relativo a dinamização das aulas e ao envolvimento dos alunos.

Finalizando, salientamos que a utilização de materiais paradidáticos em nossas aulas foi muito positiva. Nesse sentido, não “trabalhos” apenas com aqueles alunos que normalmente participam das aulas, mas conseguimos resgatar aqueles outros, considerados apáticos, que normalmente estão alheios as aulas. Nesse sentido, os alunos ditos bons sentiram-se desafiados frente a novas situações. Os outros se sentiram convidados a intervir nas diversas situações envolvidas em função de seus aspectos sociais e cotidianos. Essa contribuição proporcionou um enriquecimento das aulas ministradas.

Por outro lado, é possível construir uma situação de ensino aprendizagem de forma diferente, participativa, com inclusão, com resgate de situações diárias vividas pelos alunos. Nesse sentido, a construção dos textos paradidáticos é uma tarefa árdua, que requer do docente muita pesquisa, dedicação, tempo, e, acima de tudo querer fazer.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- ALMEIDA, Silva & Machado. **Leitura no ensino de ciências**. 2001.
- ARAÚJO, M. S.; ABIB, M,L.V.S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física. V.25, n.2, p.176-194, 2003.
- ASSIS, A.K.T. **Leitura, Argumentação e ensino de Física: análise da utilização de um texto paradidático em sala de aula**. Tese de Doutorado em Educação para a Ciência – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru: 2005.
- ASSIS, A.; TEIXEIRA, O.P.B. **A prática da leitura de um texto paradidático sobre o “Nosso Universo” por alunos do ensino médio em aulas de Física**. In: ENCONTRO 248 INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003a, Belo Horizonte: UFMG, 2003a. 079 CD-ROM.
- ASSIS, A.; TEIXEIRA, O.P.B. **Algumas reflexões sobre a utilização de textos alternativos em aulas de física**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IV, 2004, Bauru: UNESP, 2003b. CD-ROM.
- AZEVEDO, A. L. V. B. **A construção de um espaço dialógico em sala de aula: imagens de um ambiente de leitura e escrita**. Dissertação (Mestrado em Educação e Linguagem) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo: 1999.
- BABICHAK, C.C. **Definições e conceitos em Física**. Caderno Cedes, ano XVIII, n.41, Jul.1997.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN. Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN. Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2002.
- BENJAMIN, A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. **Análise do uso de um texto paradidático sobre energia e meio ambiente**. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 23, n.1, p. 74-82, março, 2001.
- BENJAMIN, A.A. **Análise do uso de um Texto Paradidático sobre Energia e Meio Ambiente**. 2000. 184f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. de. **As concepções de ensino de física e a construção da cidadania**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 19, n.1, p. 53-66, abril, 2002.

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

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Física, Série Formação Geral**. São Paulo, Ed. Cortez, 2002.

DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH.J., MORTIMER, E, F, P. **Construction scientific knowledge in the classroom**. Educational Research, v. 23, n. 7. P. 5 – 12, 1994.

FEITOSA, Couto Souza. **Método Paulo Freire: princípios e práticas de uma concepção popular de educação**. Dissertação de mestrado defendida na FE-USP, 1999.

FREIRE,P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

FICAGNA, N. C. **Unidade de aprendizagem: uma forma diferenciada de aprender Estatística alicerçada no educar pela pesquisa**. 2005. 179 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GERALDI, J. W. **Prática da leitura de textos na escola**. Leitura: Teoria & Prática. 03, p. 25- 33, 1984.

JOHNSON, D.W. & JOHNSON, F.P. **Joing together and alone, Englewood Cliffs, NJ**. Prentice-Hall,1987.

JOHNSON, D.W. **Leading the cooperative school**. Edina, MN: Interation Book Comp., 1989.

JOHNSON, D.W., JOHNSON, R.T., HOLUBEC, E.,& ROY, P. **Circles of learning: Cooperation in the classroom, Alexandria,VA**. Association for Supervision and Curriculum Development, 1984.

LAGUNA, Alzira Guiomar Jerez. **A contribuição do livro paradidático na formação do aluno leitor**. Disponível em: Augusto Guzzo Revista Acadêmica. <[http://www.fics.edu.br/index.php/augusto\\_guzzo/article/viewFile/81/95](http://www.fics.edu.br/index.php/augusto_guzzo/article/viewFile/81/95)>. Acesso em 28/02/2015.

LIBANEO, J.C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MAGID NETO, J.; FRACALANZA, H. **O Livro Didático de Ciências: Problemas e Soluções**. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MAGNANI, Maria do Rosário Mordatti. **Leitura e formação do gosto** (por uma pedagogia do desafio do desejo). In *Leitura: Escola e Sociedade*. Série Ideias, n. 13. FDE. São Paulo: 1994.

MERCER, N. **As perspectivas socioculturais e o estudo do discurso em sala de aula**. In: *Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula*. Buenos Aires/Barcelona, Paidós: 1987.

MONTEIRO, M.A. A. **Interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais: um estudo do discurso do professor e as argumentações construídas pelos alunos**. 2002. 204f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência – Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru: 2002.

MORAES, Roque. **Análise de conteúdo**. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva: processo construído de múltiplas faces**. *Ciência & Educação*, v.12, n.1, p.117-128, 2006.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

MORAES, R. **Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva**. *Ciência & Educação*, v.9, n. 2, p.191-211, 2003.

MOREIRA, M. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M.A. **Teoria da Aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB, 1999.

NIQUINI, Débora P. **O Grupo Cooperativo: Uma metodologia de Ensino**. *Ensinar e aprender Cooperativamente*. Brasília: Ed. Universa, 2006.

PIETROCOLA, Maurício. **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

POZO, J. IGNACIO.; CRESPO, M ANGEL. Trad. Naila Freitas. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências** – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5.ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

RICON, A.; ALMEIDA, M. J. P. M. **Ensino da física e leitura**. *Leitura: Teoria & Prática*, v. 10 (18), dez., p. 7-16, 1991.

SARDÀ, A J.; SANMARTÍ, N. P. **Enseñar a argumentar científicamente: un reto de lasclases de ciencias**. *Enseñanza de lasciencias*, p.405-422, 2000.

SILVA, Ezequiel Theodoro da. **A Leitura no Contexto escolar**. In *Leitura: Caminhos da Aprendizagem*. Série ideias, n.5, 2 ed. São Paulo: FDE, 1994.

TEIXEIRA, Marco AP, and Mauro de Oliveira Magalhães. **Escala de indecisão vocacional**: construção de um instrumento para pesquisa. *Aletheia* 13 (2001): 21-26.

TERRAZZAN, E. A. **O potencial didático dos textos de divulgação científica**: um exemplo em física. In: *Textos de Palestras e sessões temáticas: Encontro de Linguagens, Leituras e ensino da ciência, III.*, 2000, Campinas. *Anais III Encontro linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas: Graf. FE/UNICAMP, 2000. p. 31-42.

TERRAZZAN, E. **A Inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de ensino médio**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 9, m. 1, 2009.

TONI, M. P. **A compreensão da Estatística a partir da planilha**. 2006. 159 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

## APÊNDICE

Durante a aplicação do produto foram elaboradas questões para que os alunos demonstrassem aprendizagem em Física e uma questão que demonstrasse o nível de satisfação quanto à utilização do material.

### Questionário de aprendizagem em Física.

01. É sabido que a energia não pode ser criada e nem destruída. Explique o processo de transformação de energia que ocorre em uma hidrelétrica.
02. Em períodos de seca intensa é comum os meios de comunicação veicular notícias alertando para a necessidade de se economizar água. Nesse sentido, como você justificaria a falta de energia elétrica pela ausência de chuvas?
03. De acordo com o princípio de transformação de energia pode-se dizer que a energia elétrica de uma usina é, em última instância energia solar?
04. Uma hidrelétrica, de forma geral, depende para seu funcionamento de grandes reservatórios de água. Nesse sentido, a energia potencial da água é uma maneira de armazenar energia proveniente do Sol? Justifique sua resposta.
05. Nos chuveiros elétricos há um dispositivo que, quando acionado, pode mudar a conexão para inverno ou verão. Como associar esse fato com a resistência elétrica do chuveiro?

Questão que demonstra o nível de satisfação quanto à satisfação pelo material.

01. Frente às leituras e debates realizados em sala de aula, argumente de forma crítica quanto a abrangência, aplicabilidade, utilidade e versatilidade do material paradidático construído.

## ANEXO

# Elementos



## de Eletrodinâmica

### & Um passeio no lago

A ENERGIA  
**PODE SER**  
**CRIADA?**  
 E DESTRUÍDA?

O Lago Paranoá é uma  
 dádiva de Brasília.  
 É uma entidade ímpar  
 no âmago da Capital  
 Federal

Veja os principais  
 tipos de energia

- >> Energia Solar
- >> Energia Eólica
- >> Energia Geotérmica
- >> Entre Outras.

Energia e Potência  
 Elétrica

- >> Energia e Potência
- >> Corrente Elétrica
- >> Resistores
- >> Saiba mais.

**LAGO PARANOÁ**

**E A VERSATILIDADE**

**A SERVIÇO**

**DOS BRASILIENSES**

Este material pode ser utilizado como material de apoio nas aulas de eletromagnetismo no Ensino Médio, também estudado independentemente pelo leitor interessado sobre diversos aspectos do Lago Paranoá

# ÍNDICE

## 1 FONTES DE ENERGIA

- > Utilização da energia
- > Fontes de Energia
- > Princípios básicos de uma hidrelétrica
- > Hidrelétrica de Balbina

## 2 DESCOBRINDO O LAGO PARANOÁ

- > Um pouco de história
- > A versatilidade a serviço dos brasileiros

## 3 ENERGIA E POTÊNCIA ELÉTRICA

- > Energia e Potência
- > Corrente e resistores elétricos
- > Usina Hidrelétrica e Lago Paranoá

## 4 TRANSMISSÃO DE ENERGIA

- > Transmissão e distribuição de energia elétrica
- > Tensões de Fornecimento
- > Proteção do circuito

## 5 CONSUMO

- > Fazendo uma estimativa da conta de energia elétrica
- > Medição e Cobrança da energia elétrica consumida por uma Residência
- > A conta de energia elétrica
- > Economia
- > Atividades Propostas

## Introdução

O Lago Paranoá é uma dádiva de Brasília. É uma entidade ímpar no âmago da Capital Federal, possuidor de uma beleza incontestável que alivia o estresse diário do brasileiro. Além da performance paisagista, o Lago Paranoá é também responsável por amenizar o período de seca no Distrito Federal e fomentar uma parcela geração de energia elétrica que abastece a cidade. Nos últimos anos, o Lago também tem atraído a atenção dos indivíduos que vivem e visitam Brasília, avançando o seu potencial turístico. Apesar de tamanha relevância à sociedade brasileira, o Lago Paranoá é pouco estudado nas escolas de educação básica, sobretudo nas escolas de Brasília. Com isso, na tentativa de aproveitar a enorme demanda de conteúdos que podem ser discutidos a partir das riquezas temáticas do Lago Paranoá, elaboramos este material didático, o qual aborda, numa ótica interdisciplinar, os aspectos históricos, geográficos e físicos desse importante ecossistema. Contudo, é relevante destacar, que, o principal objeto de estudo deste material é o papel do Lago Paranoá como elemento relevante na geração de energia elétrica para o Distrito Federal.



Nesse sentido, os capítulos deste livro foram concebidos de maneira tal que o leitor compreenda os aspectos históricos da construção do Lago Paranoá, entendendo a relevância deste lago artificial para toda a sociedade brasileira. Além disso, este recurso didático também pretende relacionar as informações citadas anteriormente ao processo de geração, transmissão e consumo de energia elétrica. Sendo assim, os capítulos foram assim distribuídos: no Capítulo 1 o enfoque foi dado às fontes de energia, ressaltando as hidrelétricas e seu princípio de funcionamento; o Capítulo 2, intitulado Descobrimos o Lago Paranoá, discute a história e a geografia do Lago Paranoá, bem como as atividades econômicas e sociais que atualmente ocorrem nos seus arredores; no Capítulo 3, foram discutidos os conceitos de Energia e Potência Elétrica, relacionando-os com dados reais da usina hidrelétrica do Paranoá; o Capítulo 4, foi destinado a explicar como ocorre a transmissão de energia elétrica desde a usina hidrelétrica até as nossas casas, no qual mais uma vez, foram utilizados dados originários de Brasília; no Capítulo 5, discutimos sobre o consumo da energia elétrica, explicando como é calculada a conta de energia elétrica de uma residência, bem como deliberando estratégias de economia de energia.

Por fim, gostaríamos de ressaltar que este material pode ser utilizado como material de apoio nas aulas de eletromagnetismo no Ensino Médio, mas também pode ser estudado independentemente por qualquer leitor que queira aprender um pouco mais sobre diversos aspectos do Lago Paranoá, bem como sobre a geração, transmissão e consumo de energia elétrica. Esperamos assim, que o material cumpra o requisito de ser uma fonte qualificada de pesquisa a respeito das temáticas supracitadas e que, principalmente, proporcione uma leitura e um aprendizado agradável a todos que o acessarem.

### Idealizadores da revista

**Professor Dr. Fábio Ferreira Monteiro**  
**Professor Dr. Ronni Geraldo de Amorim**  
**Professor Itevaldo Pereira**

## Utilização da energia

Neste capítulo, abordaremos alguns benefícios da energia elétrica, bem como, as formas de energia e suas transformações.

**Pensem um pouco.** Como seria o dia a dia dos nossos ancestrais sem o conforto da energia elétrica? Casas sem refrigeradores, ar condicionado, telefone, games, TV. E a nossa internet? Por outro lado, poderia ser até melhor! A família toda reunida para conversar. Os mais velhos poderiam transmitir suas experiências aos mais novos.

Com o passar do tempo e a evolução do pensamento científico, a humanidade pôde perceber diferentes formas de energia, dentre elas podemos citar: a mecânica, térmica, luminosa, elétrica, química, etc. Se for considerado em todas as formas em que ela se apresenta, a energia total de um sistema isolado, ou seja, aquele que não interage com o meio exterior, é constante. Essa consideração nos leva ao princípio da conservação da energia, enunciada, independentemente, por Joule, Mayer e Helmholtz, em torno do ano de 1850.

Segundo esse princípio, a energia total do universo é constante. Dessa forma, nos processos observados na natureza a grandeza energia pode ser transferida de um sistema para outro sem que ocorra diminuição ou aumento em sua totalidade.

### Levantamento de conhecimentos prévios

- Discuta com seus colegas algumas formas de energia que você conhece;
- Cite algumas situações em que ocorreu transformação de energia;
- Em último caso, qual é a fonte da energia oriunda da queima de combustíveis fósseis e das hidrelétricas?
- A energia pode ser criada? E destruída?
- A energia elétrica pode ser chamada de energia limpa?
- É possível citar situações em que a geração de energia elétrica pode ocasionar algum tipo de desastre ambiental?

**EM** um sistema isolado ocorre a conservação apenas de um tipo de energia ou ocorre conservação da energia total?

**DISCUTA** com seu colega ao lado as formas de energia observadas durante a oscilação de um pêndulo simples livre de forças dissipativas.

**SABE-SE** que a energia não pode ser criada ou destruída e sim transformada de uma forma em outra. Então, de que modo a energia elétrica é obtida nas usinas hidrelétricas?

Embora a definição de energia não seja muito elementar, associa-se a ela, de forma bastante simplificada, a sua capacidade de realizar trabalho. Nesse sentido, a energia do combustível é capaz de mover veículos automotores. Da mesma forma, a energia química dos alimentos é responsável pelo funcionamento do nosso corpo. Assim, como a energia solar é responsável, dentre outras coisas, pelo aquecimento das massas de ar, que por sua vez geram ventos que podem impulsionar cataventos ou locomover embarcações a vela.

Mas nossa realidade é bem diferente. Nascermos sob os benefícios da energia elétrica que se manifesta através das maravilhas tecnológicas. Sem que percebamos dependemos de usinas hidrelétricas, transporte de massa, boas colheitas, sistemas interligados de comunicações, satélites etc.

É o preço do progresso. Sem energia pode haver civilização? Pode ocorrer desenvolvimento?

Sem o domínio da energia não teríamos mandado um homem a Lua ou uma nave a Marte. Não poderíamos usufruir dos meios de transporte que tornam possível o acesso a grandes distâncias ou usufruir dos benefícios da mecanização.

Notadamente, no século XVIII, através da utilização da Máquina a Vapor, utilizadas para remover água das minas de carvão na Inglaterra, teve início a Revolução Industrial que caracterizou a relevância da utilização do uso de energia como fonte primária que tornava

possível as atividades industriais e circulação de mercadorias de forma mais rápida e eficiente em substituição à força dos cavalos e aos braços dos operários.

Na última metade do século XIX, após a utilização exaustiva das máquinas a vapor, novas formas de energia começaram a ser empregadas nas atividades diárias da indústria em ascensão. Iniciou-se assim, o domínio de outras fontes como a energia elétrica, que proporcionou uma maior dinamização no processo industrial, e a energia petrolífera que culminou com o surgimento dos veículos de combustão interna.

**DE FORMA GERAL**, a fonte de energia principal que nós temos é a energia proveniente do nosso astro principal, o Sol, que por sua vez pode ser transformada em outras formas de energia mediante a intervenção das plantas no processo de fotossíntese.

Pelo fato de não se conseguir explicar corretamente o que é energia, pode-se perceber como ela se manifesta e como se comporta. Nesse sentido, a energia pode ser quantificada e classificada de forma bem particular de acordo com sua manifestação.

VEJAMOS A SEGUIR OS PRINCIPAIS TIPOS DE ENERGIA, BEM COMO, A FONTE ASSOCIADA A CADA TIPO:

**Energia Solar.** É oriunda da incidência de raios solares sobre a superfície terrestre. Pode ser utilizada simplesmente para aquecimento de água ou ambientes. A mesma pode ser aproveitada por células fotoelétricas que a transformam em energia elétrica. Do mesmo modo, a natureza a utiliza através do ciclo hidrológico da água. Sem ele não teríamos rios, lagos, nuvens ou umidade atmosférica.

**Energia eólica.** A pequena parcela da energia solar recebida pelo planeta Terra é responsável pelos fenômenos meteorológicos que ocorrem na superfície de nosso planeta. O vento, movimento do ar na atmosfera terrestre, resulta principalmente do maior aquecimento da superfície da terra mais próxima da linha do Equador do que nos locais de altas latitudes. Nos locais mais aquecidos, torna-se menos denso e, conseqüentemente, sobe em direção as camadas superiores da atmosfera. De forma contrária, nas regiões de altas latitudes – mais frias – o ar está mais denso, criando assim uma região de maior pressão. Dessa forma, os ventos das superfícies frias circulam dos polos para o Equador. O vento ainda pode sofrer influência da rotação do nosso planeta e da topografia do local. Com a utilização de tecnologias específicas pode-se aproveitar esse deslocamento de massas de ar para gerar energia elétrica.

**Energia geotérmica.** Energia proveniente do interior do nosso planeta, constituído de rochas derretidas, que é aquecido. Ela pode ser obtida através de vulcões em erupção, de jatos de água quente e vapor de gêiseres. Essa energia pode ser transformada em energia elétrica, além de ser considerada uma fonte inesgotável.

**Termoelétrica.** De forma geral, a energia elétrica é obtida a partir da queima de combustíveis fósseis, gerando calor que acionará mecanicamente o rotor do gerador elétrico. Por outro lado, a queima de combustíveis fósseis, para geração de energia elétrica, apresenta vários inconvenientes associados à poluição. Nesses casos são lançados, para a atmosfera,

o monóxido de carbono, os óxidos de nitrogênio e óxidos de enxofre. Além do mais, a queima de combustíveis fósseis está relacionada com sua impossibilidade de renovação. No esgotamento de suas reservas, elas não mais serão regeneradas. Na contramão desse processo podemos citar a energia proveniente do álcool onde grandes canaviais podem ser plantados e replantados várias vezes, acarretando assim sua renovação constantemente.

**Energia Nuclear.** É a energia contida no núcleo atômico. A mesma é obtida através do rompimento do núcleo, principalmente de urânio, que leva a obtenção de núcleos de elementos mais leves. Os reatores nucleares têm como função gerar energia na forma de calor, para o devido aquecimento de caldeiras, que através do vapor de água acionará o rotor elétrico. Como não ocorre a queima de combustíveis fósseis não há emissão aérea de poluentes, mas, os resíduos nucleares são altamente radiativos além de ter caráter permanente, isto é, podem emitir radiações durante centenas de anos.

**Energia Mecânica.** Energia associada ao movimento (energia cinética) ou a posição (energia potencial gravitacional) de um corpo em função de um sistema de referência. No caso elétrico, por exemplo, essas duas formas de energia desempenham um papel muito importante no funcionamento de uma turbina.

**Energia Elétrica.** Essa associação de energia se deve a cargas elétricas em repouso, no caso eletrostático, ou a cargas em movimento, no caso eletrodinâmico.

Finalmente ainda podemos utilizar o efeito gravitacional, principalmente da Lua sobre a Terra. Essa atração gravitacional é responsável por induzir as marés nos oceanos que convenientemente aproveitadas podem gerar energia elétrica.

Por outro lado, vivenciamos nos últimos tempos uma crescente demanda, em escala global, por energia e, associado a esse fato, ocorre um grande clamor popular por fontes energéticas que não sejam degradantes. Nesse sentido, tem-se lançado mão de recursos que sejam renováveis. Sendo assim, em alguns países a energia solar e a eólica já são utilizadas em larga escala. Utilizam-se, também pequenas centrais hidrelétricas de capacidade menor que 30 MW, no fornecimento de energia elétrica para pequenos consumidores.

#### DENTRE AS VÁRIAS FONTES DE ENERGIA ALTERNATIVAS PODEMOS CITAR ALGUMAS:

**Biodiesel.** Energia com alto poder calórico, extraída de algumas sementes, por exemplo, de mamona, girassol, amendoim etc., que podem gerar até 9.500Kcal/kg.

**Etanol.** Sua energia, além de várias aplicações, pode ser utilizada como combustível em veículos automotores. Sua matéria prima pode ser o milho ou a cana de açúcar.

## PRINCÍPIOS BÁSICOS DE UMA HIDRELÉTRICA

A geração de energia elétrica em uma hidrelétrica depende fundamentalmente da quantidade de água (vazão) que é destinada para acionar o gerador elétrico. A vazão, que tem como unidade  $m^3/s$ , corresponde a quantidade de água que efetivamente atravessa a turbina que, por sua vez, transmite energia mecânica ao eixo do gerador elétrico.

Dessa forma a turbina hidráulica efetua a transformação de energia proveniente do movimento da água (hidráulica) em mecânica. O acionamento do gerador elétrico é feito por acoplamento do seu rotor com a turbina hidráulica, ocorrendo assim a transformação de energia.

Buscando uma maior eficiência das turbinas, ou seja, um melhor rendimento energético e considerando que a vazão é inversamente proporcional ao tempo, é aconselhável utilizar um grande desnível no curso de água. Isto é possível mediante o represamento de água e uma canalização adequada que a force para o interior da turbina. No caso de pouca vazão de água uma maior eficiência pode ser obtida elevando-se o desnível do reservatório. Por outro lado, se houver uma grande vazão pode-se utilizar pequenos desníveis do corpo de água.

Em uma hidrelétrica a potência instalada ( $P$ ) de um desnível de água, pode ser determinada se conhecermos alguns elementos inerentes a esse desnível que passa pelos condutos forçados dessa hidrelétrica. Matematicamente, essa potência é dada por:

$$P = d.z.g.h,$$

#### Onde:

- >> A **densidade** da água é representada pela letra **d**;
- >> A **vazão** da água é expressa pela letra **z**;
- >> A **aceleração** da gravidade é **g**;
- >> A **altura** do reservatório é expressa pela letra **h**.

#### EXEMPLO:

Determine a potência instalada de uma barragem hidrelétrica na qual o desnível da água é de 100m de altura e sua vazão é da ordem de 2000 L/s. Para efeito de cálculo, considere a densidade da água igual a  $1000 \text{ kg/m}^3$  e a aceleração da gravidade local igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

Antes de aplicar a expressão acima é necessário transformar as unidades de vazão para o Sistema Internacional de Unidades (SI), ou seja;

$$z = 2.000 \text{ L/s} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

(lembre-se que  $1 \text{ m}^3$  corresponde a 1.000 L).

#### AGORA SUBSTITUINDO OS DADOS NA EXPRESSÃO

- $P_{\text{INSTALADA}} = 10^3 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10^2$
- $P_{\text{INSTALADA}} = 2^5 \cdot 10^7 \text{ W}$
- OU
- $P_{\text{INSTALADA}} = 2 \text{ MW}$ .

Há casos em que nem toda água do reservatório é destinada à geração de eletricidade. São os chamados usos múltiplos, como por exemplo, utilização desses recursos para irrigação, consumo industrial ou humano. Desse modo, o regime ou vazão fluvial não é constante podendo variar com as necessidades de usos e considerações meteorológicas ligadas ao reservatório.

Dessa forma, o gerenciamento de um reservatório está ligado a diversos fatores apontados anteriormente, além da tecnologia aplicada, dos requisitos ambientais e sociais. Por isso, esse manejo requer uma atuação sistêmica e articulada com os diversos fatores associados a ele.

# Hidrelétrica de Balbina

Vimos que geralmente pode ocorrer um represamento de água na construção de uma hidrelétrica. Esse represamento pode trazer alguma consequência ambiental?

A rapidez de escoamento de água de um rio é afetada pela presença de uma represa, pois essa é a sua finalidade, o armazenamento. Durante o seu enchimento até o seu vazamento, através da parte superior da barragem, há um grande deslocamento de água para fora do leito normal do rio, ou seja, ocorre inundação com grande presença de lâmina d'água.

Com a redução da velocidade das águas o rio que transportava grande quantidade de objetos flutuantes tem agora essa capacidade diminuída acarretando assim, maior precipitação em seu leito. Dessa forma, com menos materiais flutuantes a superfície da água torna-se mais cristalina, o que favorece a penetração de luz em locais mais profundos. Com mais luz disponível, maior será a atividade ligada a fotossíntese e consequentemente maior aquecimento. Tudo tem início através dos organismos produtores, denominados de autótrofos, que são capazes de transformar a energia proveniente do Sol em energia química que por sua vez são armazenadas, em forma de compostos orgânicos, nas plantas aquáticas. Com esse incremento de compostos orgânicos ocorre também um crescimento dos organismos consumidores, denominados de heterótrofos. Além disso, e considerando o aumento do processo de decomposição dessas plantas, podem ocorrer alterações das condições ambientais aquáticas que tem como consequência a redução de sua acidez e diminuição da oferta de oxigênio.

Por esses motivos apresentados é de suma importância considerar, antes da construção de barragens, variáveis inerentes à inundação.

Como exemplo, pode-se citar a construção da hidrelétrica de Balbina, no Rio Uatumã na Amazônia, que inundou uma área superior a 2.300 km<sup>2</sup>. Essa grande área inundada teve como origem a escolha de uma área muito plana para implantação da usina geradora. Além disso, e considerando a falta de planejamento, não se retirou adequadamente a vegetação do reservatório a ser inundado, transformando em pântanos cheios de materiais em decomposição, comprometendo os afluentes do Rio Uatumã.



## Descobrimos o Lago Paranoá

Neste capítulo, dedicaremos a nossa atenção ao Lago Paranoá. Contaremos um pouco da sua história, relataremos as atividades econômicas cujas existências dependem do lago e destacaremos as atividades de lazer nele realizadas. Se você pensa que conhece tudo sobre o Lago Paranoá, ficará surpreso. A figura 2.1 mostra o mapa do Lago Paranoá.

### LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS:

A seu ver a construção do Lago Paranoá obedeceu a algum propósito ou foi construído apenas para fins paisagísticos?

Pode-se associar a construção do Lago Paranoá a baixa umidade de Brasília?

Como o próprio nome já diz 'Lago Paranoá' pode-se supor então que as águas de sua represa não estão em movimento?

Você poderia citar algumas situações que em se poderia utilizar o Lago Paranoá?

## UM POUCO DE HISTÓRIA

Contar a história do Lago Paranoá coincide com os relatos da história de Brasília. Nesse sentido, podemos dizer que do ponto de vista legal, Brasília nasceu com a primeira constituição do Brasil República, a Constituição de 1891, a qual versava em seu art.3º sobre a interiorização da capital da República Federativa do Brasil. Naquela época, o então presidente Marechal Floriano Peixoto, nomeou uma comissão denominada Missão Cruls, liderada pelo astrônomo belga e então Diretor do Observatório Nacional Luíz Cruls, para explorar e demarcar a área na qual seria construída a nova capital. A Missão Cruls trabalhou por dois anos e demarcou



Figura 2.1 - Mapa do Lago Paranoá

uma área de 14400 quilômetros quadrados, conforme previa a constituição, a qual foi denominada de quadrilátero de Cruls. Essa missão, além da delimitação da área que futuramente abrigaria Brasília, também apresentou a orientação para a construção

do Lago Paranoá. O principal objetivo da criação do lago era amenizar a baixa umidade típica do Planalto Central brasileiro comum nos períodos de seca.

Posteriormente a Missão Cruls, houve várias discussões acerca da interiorização da capital, tendo ocorrido também outras missões, as quais corroboraram os trabalhos da missão pioneira – a Cruls. Todas essas discussões culminaram com o início das obras da nova capital federal, o que se deu em 1957, no governo do então presidente Juscelino Kubistchek. Em 1958, as obras da barragem do Paranoá se iniciaram.

Figura 2.2: braços do Lago Paranoá



O espaço destinado de forma definitiva para a construção da nova capital ocupou a área delimitada pelo encontro dos rios Torto, Bananal, Gama e Riacho Fundo, os quais são os formadores do lago e da hidrelétrica do Paranoá. A construção da barragem tinha três metas básicas: suprir a nova capital com a energia elétrica necessária; possibilitar o aumento da umidade relativa do ar; compor a paisagem da nova capital. Originalmente, a Usina Hidrelétrica do Paranoá teria a capacidade de abastecer uma cidade com cerca de 500 mil habitantes.

Portanto, o Lago Paranoá é um lago artificial, tendo sido construído a partir do fechamento da barragem do Paranoá, represando águas do Riacho Fundo, Ribeirão do Gama, Córrego Cabeça de Veado, ao Sul, e do Ribeirão do Torto e Córrego Bananal, ao Norte, além de outros tributários.

A figura 2.2 mostra o Lago Paranoá e os seus braços. A sua construção foi realizada com uma cota de alagamento de 1000 metros. Inicialmente, a energia gerada pela Hidrelétrica do Paranoá seria responsável pelo abastecimento de todo o Distrito Federal; contudo, devido ao crescimento populacional e razões ambientais, hoje a energia gerada por essa hidrelétrica abastece cerca de 2,5% da população brasiliense. Historicamente, a ocupação da orla do Lago Paranoá ocorreu de forma elitizada. Primeiramente, houve a construção e instalação de diversos equipamentos destinados ao lazer e ao esporte às margens do lago. Nestes pontos formaram-se os clubes, cuja principal finalidade era motivar os funcionários públicos federais lotados no Rio de Janeiro a se mudarem para Brasília. Além da formação dos clubes, alguns terrenos da orla foram concedidos a instituições filantrópicas. Outros terrenos pertencentes a orla foram apropriados de acordo com o poder econômico. A maior parte dos proprietários construiu além dos limites estabelecidos por lei, invadindo uma área mais próxima ao lago, a qual deveria ser de livre acesso a todos os cidadãos. Como as autoridades legais não fiscalizavam, tampouco coibiam essas irregularidades, a partir de então, o acesso à orla do lago tornou-se restrito e elitizado. Porém, o tombamento de Brasília como patrimônio mundial da humanidade, realizado em 1987 pela UNESCO, suscitou o debate acerca do cuidado com a orla do lago, priorizando-o, bem como a observância da legislação que assegura a todos os indivíduos o acesso irrestrito à orla. Por isso, a partir de 1987 muitas campanhas estão sendo realizadas para a desocupação dessas áreas próximas à orla. Dentre tais campanhas, destaca-se uma realizada a partir de 2015 que objetiva revitalizar a orla, tomando para esse fim medidas mais rígidas, como a derrubada de construções.

## Algumas características adicionais do Lago Paranoá seguem na tabela abaixo.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Bacia de Drenagem	1.034,07 km <sup>2</sup>
Área Superficial	37,50 km <sup>2</sup>
Volume Total	498 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
Profundidade média	12,42 m
Profundidade Máxima	38 m
Perímetro	118,87 km
Comprimento	40 km
Largura Máxima	5 km
Vazão média afluente dos principais cursos de água ( Riacho Fundo e Ribeirão Gama, Bananal e Torto )	12,48 m <sup>3</sup> /s
Vazão média de outras aflúncias ( Córrego Cabeça de Veado e outros, precipitação direta, drenagem urbana, águas subterrâneas e efluentes ETs )	7,27 m <sup>3</sup> /s
Vazão média efluente ( Incluindo evaporação direta do Lago )	19,75 m <sup>3</sup> /s
TEMPO MÉDIO DE RETENÇÃO	299 Dias

Tabela 2.1 ( Fonseca, 2001 e Pires, 2004 )

Descobrimo o Lago Paranoá



## O Lago

Paranoá foi originalmente concebido com o intuito principal de amenizar o problema da baixa umidade intrínseca ao Planalto Central. Porém, diversas outras atividades potencializam o lago como um dos principais elementos paisagísticos, turísticos e econômicos do Distrito Federal.

Uma importante função exercida pelo Lago Paranoá e praticamente desconhecida por grande parcela da população é o auxílio por ele proporcionado ao controle do volume das águas pluviais. Mediante uma operação especial realizada na barragem durante o período chuvoso, o Lago Paranoá, devido a sua grande capacidade de acumulação, amortece as ondas de cheia que chegam pelas galerias de águas pluviais. A CEB é a responsável pela realização dessa operação, a qual proporciona uma proteção maior para Brasília contra os efeitos das inundações urbanas ocasionadas pela chuva intensa. Então, concluímos que o Lago Paranoá ajuda Brasília no combate às inundações.

No bojo das atividades econômicas realizadas no Lago Paranoá, a pesca merece destaque. Há estudos que relatam que a pesca seletiva em escala comercial traz benefícios ambientais ao ecossistema do lago. Esses estudos apontaram que a pesca selecionada de algumas espécies, dentre as quais a tilápia, auxilia no controle da quantidade de nutrientes no lago, especificamente o fósforo. Sendo assim, a pesca profissional seletiva foi autorizada nos braços do Riacho Fundo e do Bananal. A figura 2.2 mostra as regiões do lago nas quais a pesca é autorizada. A pesca amadora não encontra qualquer limitação de área, sendo permitida em todo o lago. Dados do IBAMA referentes a 2010 indicam que a quantidade pescada no Lago Paranoá corresponde a cerca de 21% do total disponível no mercado anual do Distrito Federal.

Figura 2.3: Lazer no Lago Paranoá

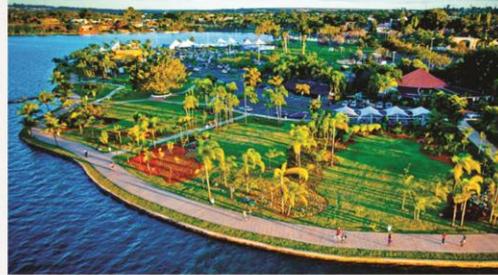


As atividades recreativas constituem uma importante demanda para o Lago Paranoá. Dentre essas atividades destacam-se as atividades náuticas, para as quais são utilizadas embarcações particulares como jet sky's e lanchas, bem como há passeios coletivos realizados em barcos. Em alguns pontos há a oferta de pedalinhos que podem ser alugados por alguns minutos para um pequeno passeio. A figura 2.3 mostra indivíduos utilizando pedalinhos na região próxima à Ponte JK.

Outra boa opção de lazer no lago reside nos clubes. Há diversos clubes na orla do lago, por meio dos quais o cidadão pode acessar diretamente as suas águas. Festas realizadas nos clubes são eventos muito comuns no dia a dia de Brasília.

Na beira do lago há também a opção de bons restaurantes, com destaque para o Pontão do Lago Sul, o qual reúne uma coletânea de restaurantes e lojas bem próximos a um píer. A figura 2.4 mostra um pouco deste local.

Figura 2.4: Pier



Sobre o Lago Paranoá há quatro pontes principais: Ponte Honestino Guimarães, Ponte das Garças e Ponte JK, no Lago Sul; Ponte do Braguetto, no Lago Norte. Essas pontes são fundamentais para a boa fluência do trânsito em Brasília. A Ponte JK se destaca devido a sua beleza e modernidade, constituindo um importante elemento turístico da capital. Uma foto da Ponte JK é mostrada na figura 2.5.

Na Orla do Lago Paranoá ocorrem com grande frequência inúmeros eventos, dentre os quais destacam-se: campeonatos de velas, maratonas, shows, dentre outros. Por todos os motivos elencados, o Lago Paranoá contribui significativamente com o turismo em Brasília, sendo um ponto de visita obrigatório.

Figura 2.5: Ponte JK



Energia e Potência Elétrica

# Energia & Potência Elétrica

**LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS:**

**Energia elétrica e Potência elétrica** representam a mesma grandeza física?

**Os aparelhos elétricos** ligados a uma mesma tomada consomem a mesma quantidade de energia?

**O que você entende por potência elétrica?**

**Tente explicar** ao seu colega ao lado a diferença entre um carro 1.0 e 2.0.

**Discuta com seus familiares** a razão dos aparelhos elétricos esquentarem quando estão em funcionamento.

**Em uma cadeia alimentar** a mesma quantidade de energia de um elo será transmitida para o elo seguinte?

**O que significa dizer** que um chuveiro tem uma potência de 4.400 W?

## Energia e Potência

De onde vem a energia que nós necessitamos para trabalhar, conversar, divertir com os colegas, praticar esportes, além de manter nossos, organismo funcionando?

Podemos dizer que a energia que necessitamos, em nosso dia a dia é, em último caso, energia proveniente do nosso astro principal - o Sol?

De que forma os seres vivos obtém energia necessária para se movimentarem e manter suas atividades vitais?

---

É bem sabido que alguns organismos vivos podem captar e armazenar energia através da fotossíntese. Em uma cadeia alimentar um organismo alimenta-se do organismo que o precede e torna alimento para o organismo que o sucede. É denominado de produtor (ou autótrofo) o primeiro elemento que compõem a cadeia alimentar. Os demais elementos da cadeia alimentar são chamados de consumidores, que por sua vez utilizam da energia absorvida pelos autótrofos que a armazenam nas moléculas orgânicas.

Dessa forma, podemos compreender que a energia não foi criada e nem destruída e sim foi "passando" de um elo para o outro na sucessão alimentar. Sendo assim, podemos concluir que a energia primordial veio do nosso Sol e, que, portanto, pode se manifestar de várias formas diferentes como, por exemplo, luminosa, térmica, elétrica, sonora, movimento etc.

No sistema Internacional a energia é expressa em Joules (símbolo J). Por outro lado, costumamos representar a energia presente nos alimentos ou que se pode transferir de um corpo para o outro em calorias (Cal). A relação entre elas é, aproximadamente, dada por:

1 cal = 4,18 J.

Então, denominamos de Potência a quantidade de energia transformada por unidade de tempo.

Potência =  $\frac{E}{\Delta t}$

A unidade de potência no Sistema Internacional é joule por segundo

1 J/s = 1 Watt (W)

- Assim, o que significa dizer que uma lâmpada tem uma potência de 60 W?
- Da mesma forma, um chuveiro de 4.400 W consome mais ou menos energia que a lâmpada de 60 W, caso seja ligada durante o mesmo intervalo de tempo?

Então, do que foi dito acima, a energia pode ser transformada de uma forma em outra. Vejamos mais alguns exemplos para o caso elétrico. Quando acionamos uma campainha transformamos parte da energia elétrica em energia sonora. No caso do ventilador transformamos parte da energia elétrica em mecânica. Da mesma forma, no chuveiro transformamos parte da energia elétrica em energia térmica. Muitas vezes o mais importante não é o consumo de energia, mas a taxa em que ele é realizado. Nesse sentido, associamos a essa taxa uma grandeza física denominada de potência.

# Corrente e resistores elétricos



## LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS:

**Discuta com o colega ao lado** a seguinte proposição: uma corrente elétrica pode percorrer qualquer material como plástico, madeira, fios, barbantes?

**É possível** termos uma corrente elétrica no vácuo? E na atmosfera?

Os aparelhos elétricos contêm indicações de 110 V ou 220 V. O que significa isso?

**É possível** funcionar plenamente um aparelho de 220 V em uma tomada cuja especificação é 110 V? E o contrário?

Em sua opinião qual seria a causa da corrente elétrica? Em que condição um fio elétrico conduz corrente elétrica?

**Podemos** ter movimento de cargas em condutores que não sejam sólidos, como por exemplo, líquidos ou gasosos?

**Podemos** ter corrente elétrica em um circuito aberto?

## CORRENTES E RESISTORES ELÉTRICOS

De forma geral, pode-se dizer, que corrente elétrica é formada pelo movimento ordenado de cargas elétricas em virtude de uma diferença de potencial (ddp) ou tensão elétrica, ou voltagem. Associados ao movimento de cargas elétricas pode-se associar campos elétricos, campos magnéticos, radiação eletromagnética além do calor. De forma contrária, cargas em repouso só podem gerar campos elétricos. Convém salientar que o campo magnético, gerado por correntes elétricas, pode exercer forças elétricas sobre fios metálicos que transportam corrente. Assim é o princípio básico de funcionamento de rotação dos motores elétricos. Da mesma forma, as radiações eletromagnéticas, como por exemplo, os raios X, as ondas de rádio, luz visível, o infravermelho, o ultravioleta, os raios gama, são emitidas por correntes elétricas que variam de intensidade no decorrer do tempo. Posteriormente, em outro capítulo de nosso paradiático, estudaremos o efeito térmico associado à corrente elétrica.

● É POSSÍVEL QUE OCORRA MOVIMENTOS ORDENADOS DE CARGAS ELÉTRICAS EM CONDUTORES QUE NÃO SEJAM SÓLIDOS, COMO POR EXEMPLO, LÍQUIDOS OU GASES?

● EM CONDUTORES METÁLICOS VIMOS QUE A CORRENTE ELÉTRICA É CONSTITUÍDA PELO MOVIMENTO DE ELÉTRONS. NOS CONDUTORES AQUOSOS AINDA OCORRE O MOVIMENTO ORDENADO DE ELÉTRONS? E NOS GASES?

Analogamente, podemos manter um fluxo de água entre duas caixas conectadas, iguais, enquanto houver uma diferença do nível de água entre elas. Para que o fluxo permaneça é necessário que se mantenha esse desnível. No caso elétrico, esse desnível é denominado de diferença de potencial (ddp), ou voltagem ou tensão elétrica. Nos dispositivos elétricos em funcionamento, esse desnível elétrico é mantido por geradores ou baterias químicas.

Nos componentes elétricos metálicos, a corrente elétrica é formada pelo movimento de elétrons. Em soluções aquosas, por exemplo, constituídas de cloreto de sódio (NaCl), a corrente elétrica é formada pelo movimento, em sentido contrário, de íons (Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>). Podemos ter ainda, um deslocamento de cargas em gases submetidos a uma ddp, tal como as lâmpadas a vapor de mercúrio que iluminam nossas ruas à noite. Nesse caso, o fluxo de cargas é constituído de íons (tanto positivos quanto negativos) e elétrons.

Erroneamente costumamos dizer que a voltagem passa por um trecho de um circuito elétrico. A voltagem não se desloca para lugar nenhum. São as cargas, que constituem a corrente elétrica, que se movimentam. A voltagem (ddp) gera corrente elétrica somente no caso de caminhos fechados.

Nesse sentido, é importante analisar qualitativamente o movimento de cargas em um circuito elétrico alimentado por um gerador, como por exemplo, uma pilha.

● SUPONDO QUE PASSE, AO FINAL DE UM INTERVALO DE TEMPO  $\Delta t$ , CERTA QUANTIDADE DE CARGA ELÉTRICA DO FIO PARA O TERMINAL POSITIVO DA PILHA. NESSE MESMO INTERVALO DE TEMPO PASSAM MAIS OU MENOS ELÉTRONS DO TERMINAL NEGATIVO DA PILHA PARA O FIO?

● PODE-SE CONSIDERAR O PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA NA QUESTÃO ANTERIOR, OU SEJA, A QUANTIDADE TOTAL DE ELÉTRONS NO SISTEMA PILHA + FIO É A MESMA SE O CIRCUITO ESTIVER "FUNCIONANDO" OU NÃO?

Convencionou-se que a corrente elétrica é orientada, externamente ao gerador, no sentido do polo positivo para o polo negativo. Assim, o sentido da corrente elétrica é, por convenção, oposto ao sentido em que se movem os portadores de cargas elétricas negativas.

Pode-se definir a intensidade média de corrente elétrica, através de uma secção transversal do fio, pela razão entre o módulo da carga elétrica que atravessa essa secção pelo intervalo de tempo, ou, matematicamente:

$$i_m = \frac{Q}{\Delta t} \left( \frac{\text{Coulomb}}{\text{segundo}} \right).$$

No SI ( Sistema Internacional de Unidades), a unidade de intensidade média de corrente elétrica é o ampère (símbolo A ), onde 1 ampère =  $\frac{\text{Coulomb}}{\text{segundo}}$

A secção reta de um fio condutor é atravessada por uma carga de 4 C em 2 s. Qual a intensidade de corrente elétrica associada a essa carga?

A polaridade de uma pilha comum pode mudar de positivo para negativo ou vice-versa no decorrer do tempo?

● EM DISPOSITIVOS COMO PILHAS E GERADORES DE TENSÃO CONTÍNUA AS POLARIDADES DE SEUS TERMINAIS PERMANECEM CONSTANTE COM O TEMPO. NESSA LINHA, DIZ-SE QUE O GERADOR É DE CORRENTE CONTÍNUA. DE FORMA CONTRÁRIA HÁ FONTES DE TENSÃO ONDE A POLARIDADE DE SEUS TERMINAIS INVERTE PERIÓDICAMENTE. NESSE CASO A CORRENTE GERADA É DENOMINADA DE CORRENTE ALTERNADA.

● UMA HIDRELÉTRICA FORNECE CORRENTE CONTÍNUA (CC) OU CORRENTE ALTERNADA (CA) PARA NOSSAS CASAS?

No próximo capítulo vamos explorar melhor o assunto referente a corrente alternada. Por ora já sabemos que existem geradores de CC e CA. A corrente alternada (CA) podem ser utilizadas na distribuição de energia elétrica para nossas cidades devido a maior facilidade de geração, transmissão e transformação ou, de outra forma, é uma facilidade econômica.

*É possível transformar corrente elétrica alternada em corrente elétrica contínua?*

Podem-se encontrar dispositivos eletrônicos que são capazes de transformar corrente alternada em corrente contínua. Esses dispositivos são denominados de retificadores. A opção em se utilizar CC ou CA depende da finalidade da corrente elétrica. No caso de CC sua aplicação é importante em processos eletrolíticos utilizados industrialmente, no "carregamento" de baterias e na alimentação de quase todos os componentes eletrônicos. Há presença desses retificadores, por exemplo, em televisores e rádios que são conectados diretamente na rede elétrica de corrente alternada. Por outro lado, a CA tem sua utilização, de forma geral, em iluminações em motores e aquecedores elétricos, dentre outros.

De forma geral, os corpos oferecem maior ou menor oposição (resistência) à passagem de corrente. Essa oposição está associada a estrutura do material, além de suas dimensões.

Nesse sentido, é importante analisar qualitativamente o movimento de cargas em um circuito elétrico alimentado por um gerador, como por exemplo, uma pilha.

● APENAS A INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA É SUFICIENTE PARA DIZER SE UM DISPOSITIVO ELÉTRICO DIFICULTA MAIS OU MENOS A PASSAGEM DE CORRENTE ELÉTRICA DO QUE OUTRO DISPOSITIVO?

● QUANDO UM DISPOSITIVO ELÉTRICO, COMO UM FIO CONDUTOR, É ATRAVESADO POR UMA CORRENTE ELÉTRICA, OS ELÉTRONS RESPONSÁVEIS PELA CONDUÇÃO DA CORRENTE SE DISTRIBUEM EM TODO O VOLUME OU APENAS NA SUPERFÍCIE DESSE DISPOSITIVO?

A caracterização de um dispositivo elétrico, quanto à dificuldade oferecida ao movimento de cargas elétricas depende, além da corrente elétrica, do valor da tensão elétrica ao qual ele foi submetido. De forma contrária, certa corrente elétrica pode atravessar um fio quando ligado a uma bateria, mas

pode-se obter uma corrente mais intensa, em outro fio, se conectarmos duas baterias em série com ele. Mas ainda não podemos afirmar se um fio oferece mais ou menos oposição ao movimento de cargas. De acordo com George Simon Ohm (1787-1854) a grandeza que caracteriza a oposição à passagem de corrente é a resistência elétrica ( $R$ ), que pode ser obtida pela razão entre a tensão ( $V$ ) aplicada nos terminais do elemento e a corrente elétrica ( $i$ ) que o atravessa, ou matematicamente:

$$R = \frac{V}{i}.$$

Sendo a corrente elétrica proporcional à tensão elétrica a razão nos leva a um valor constante para  $R$ . Nesse caso, dizemos que o condutor obedece a lei de Ohm, sendo chamados, portanto, de condutores lineares ou ôhmicos.

Como seria o gráfico da tensão em função da corrente elétrica " $V \times i$ "?

Da mesma forma, os condutores que não obedecem a lei de Ohm são denominados de condutores não lineares ou não ôhmicos, como é o caso de uma lâmpada elétrica.

● A RESISTÊNCIA ELÉTRICA DE UM CONDUTOR PODE SER ALTERADA QUANDO ELE SOFRE UM AQUECIMENTO OU UMA ILUMINAÇÃO?

A resistência oferecida ao fluxo de cargas (corrente elétrica) depende, de forma geral, de algumas condições, como por exemplo: o comprimento do condutor, sua área, da temperatura, do tipo do material, da resistividade. Analogamente, um fluxo de água encontra maior resistência em um tubo longo do que em um menor ou ainda, uma maior resistência em um tubo fino que em um grosso, desde que seja mantido nas mesmas condições.

Uma das consequências do fluxo de cargas é o choque elétrico que é o resultado da passagem da corrente elétrica através do corpo. A intensidade de corrente depende da voltagem aplicada e da resistência do corpo humano. A resistência do corpo humano depende se ele está seco ou molhado, podendo variar de 500.000 a 100 ohms, respectivamente.

Dessa forma, manusear aparelhos elétricos enquanto se toma banho não é aconselhável. As gotas de água que se acumulam em volta das chaves de liga-desliga de aparelhos como secadores de cabelo podem acabar conduzindo corrente elétrica ao usuário. Os íons que existem na água comum reduzem em muito sua resistência elétrica. Esses íons recebem a contribuição de substâncias dissolvidas na água, especialmente sais. Normalmente existe uma fina camada de sal deixada pela transpiração sobre sua pele, que quando umedecida reduz a resistência dela.

Um choque elétrico é capaz de superaquecer tecidos do corpo humano e interromper funções normais de determinados nervos. Ele pode desorganizar os padrões rítmicos cerebrais, que mantêm o coração batendo num ritmo apropriado, e os centros nervosos que controlam a respiração.

Fonte: Hewit, Paul G. Física conceitual. 2002.

A título de ilustração alguns valores aproximados de corrente elétrica e seus efeitos:

- UMA CORRENTE DE 1 mA A 10 mA PROVOCA APENAS UMA SENSAÇÃO DE FORMIGAMENTO;
- CORRENTES DE 10 mA A 20 mA JÁ CAUSAM SENSACIONES DOLOROSAS;
- CORRENTES SUPERIORES A 20 mA E INFERIORES A 100 mA CAUSA, EM GERAL, GRANDES DIFICULDADES RESPIRATÓRIAS;
- CORRENTES SUPERIORES A 100 mA SÃO EXTREMAMENTE PERIGOSAS, PODENDO CAUSAR A MORTE DA PESSOA, POR PROVOCAR CONTRAÇÕES RÁPIDAS E IRREGULARES DO CORAÇÃO (ESTE FENÔMENO É DENOMINADO FIBRILAÇÃO CARDÍACA);
- CORRENTES SUPERIORES A 200 mA NÃO CAUSAM FIBRILAÇÃO, PORÉM DÃO ORIGEM A GRAVES QUEIMADURAS E CONDUZEM À PARADA CARDÍACA.

Fonte: Física vol. 3, Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga.

## IV USINA HIDRELÉTRICA E LAGO PARANOÁ

Nesta seção, traremos alguns dados técnicos da hidrelétrica do Paranoá. Esses dados nos auxiliarão na continuidade das discussões sobre potência e energia elétrica citada anteriormente.

### DADOS TÉCNICOS:

**NOME OFICIAL:** Usina hidrelétrica do Paranoá

**LOCALIZAÇÃO:** Latitude - 15° 47'14" Sul  
Longitude - 47° 47'23" Oeste

**DATA DO INÍCIO DE OPERAÇÃO:** 11.09.1962

### DADOS TÉCNICOS:

Barragem, vertedouro e tomada d'água (única) incorporados. Casa de força separada e ao ar livre.

### BARRAGEM:

>> A extensão é de 630 m (600 em terra e 30 em concreto);

>> A altura é de 48 m;

>> A barragem é do tipo em terra;

>> O nível altímetro da crista é de 1004,3 m;

>> O revestimento da face jusante é constituído por grama e o da face montante é por pedra.

Fonte: Norma técnica de distribuição (NTD - 605)- CEB

## ADUTORA

É composta por um trecho em rocha e por um trecho em conduto forçado. A extensão do conduto forçado é de 2 000 m, a espessura é de 10 mm, o diâmetro é de 3 m e queda de 105 m (da tomada d'água até o caracol da turbina). O condutor forçado está conectado a uma chaminé de equilíbrio com cerca de 20 m de altura.

## VERTEDOURO

O vertedouro possui três comportas de serviços localizadas na superfície. Possui também três comportas de manutenção. A dimensão de cada comporta de serviço é de 9,4 m de comprimento e 7,5 m de altura. O acionamento das comportas de serviços é mecânico-motorizado (motor/corrente). A abertura máxima é de 2,5 m por comporta. A vazão total, nas três comportas, é de 450 m<sup>3</sup>/s.

## VARIAÇÃO DAS COTAS

O nível altimétrico máximo útil para utilização do reservatório é de 1000,80 m e o nível mínimo é de 999,80 m.

## TURBINAS

A rotação nominal é de 514,3 rpm;  
A potência é de 12.675 CV;  
O engolimento máximo é de 10,34 m<sup>3</sup>/s por máquina;  
O eixo das turbinas é vertical;

## GERADORES

Frequência de 60 Hz;  
Tensão nominal 13,2 KV

## TRANSFORMADORES PRINCIPAIS

São monofásicos;  
Potência nominal de 3,333 KVA (cada);  
Tensão entre fases 13,2/34,5 KV

## CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHOS

Potência instalada: 30.000 KVA;  
Garantia física: 13.000KW médios.

*O gerenciamento e controle do nível da água do Paranoá cabe a CEB Geração S/A que regula cheias à jusante da barragem. A água é utilizada, além da geração de energia; para diluição e transporte de esgotos; recepção de águas pluviais; pesca amadora; atrativo turístico; beleza paisagística e lazer. A bacia do Lago Paranoá corresponde a cerca de 20% do território do Distrito Federal.*

## TRANSMISSÃO DE ENERGIA

### LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- Existe alguma diferença entre corrente contínua e corrente alternada?
- A transmissão de corrente elétrica para nossas casas é realizada em corrente contínua ou alternada?
- Para transmissão em grandes distâncias é aconselhável a transmissão em CC ou CA?
- Discuta com seu colega ao lado a seguinte proposição: durante a transmissão de energia é aconselhável termos maior intensidade de corrente ou tensão elétrica?
- É mais vantajoso utilizar aparelhos elétricos que operem em 110 V ou 220 V?
- Qual a importância de um sistema interligado na distribuição de energia elétrica para uma determinada região?
- Toda energia produzida em uma usina chega a um grande centro consumidor? Justifique sua resposta.

### TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A ENERGIA ELÉTRICA PERCORRE DESDE A SUA TRANSFORMAÇÃO NAS USINAS HIDRELÉTRICAS ATÉ O SEU CONSUMO EM NOSSAS CASAS. ESTUDAREMOS TAMBÉM O PORQUÊ DO AUMENTO E DA DIMINUIÇÃO DA TENSÃO ELÉTRICA AO LONGO DESSE PERCURSO.

Convém lembrar que a frequência está associada à quantidade de vezes que o fenômeno se repete na unidade de tempo. No caso elétrico, a frequência relaciona a quantidade de ciclos completos, que a corrente elétrica realiza, em um segundo. Se os aparelhos elétricos não estiverem de acordo com a frequência utilizada, na rede elétrica, eles não funcionam ou funcionam de forma insatisfatória.

A escolha de um modelo (50 Hz ou 60 Hz) dependia dos países que vendiam os equipamentos para as empresas de eletricidade no Brasil. Para equipamentos oriundos da Europa a frequência fornecida era de 50 Hz, se dos Estados Unidos a mesma era de 60Hz.

Devido a essa dependência de origem dos equipamentos, havia no Brasil, até a metade do século passado (XX), diversas frequências como em Curitiba, que adotava 42 Hz, Jundiaí – SP 40 Hz e Petrópolis-RJ 125 Hz. A padronização de frequências ocorreu através da publicação, pelo presidente Castelo Branco, da Lei nº 4.454, de 6 de novembro de 1.964, que adotou a frequência no Brasil em 60 ciclos por segundo.

Retomando a temática sobre transmissão de energia, podemos dizer que existem vantagens e desvantagens na aplicação de um ou de outro tipo de transmissão. A preocupação maior com a transmissão de energia elétrica está associada à minimização das perdas de energia por efeito joule.

### PODE-SE DIZER QUE

toda energia gerada em uma hidrelétrica é efetivamente utilizada em seu destino final?

### O DIÂMETRO

e o comprimento dos cabos utilizados na transmissão de energia elétrica podem contribuir em perdas de energia elétrica?

Nesse sentido, considerando a transmissão de energia elétrica e, tendo em mente que há o envolvimento e utilização de fios feitos de materiais condutores, pode-se observar que mesmo assim, os fios se aquecem e, conseqüentemente, ocorrem perdas de energia.

Em seu outro trabalho, Ohm procurou observar que outros fatores poderiam influenciar na resistência elétrica dos condutores. Suas observações o levaram a Segunda Lei. A mesma associa a resistência elétrica à geometria do condutor e do material que o constitui. Ele estabelece que a resistência elétrica de um condutor homogêneo de seção transversal uniforme é diretamente proporcional ao seu comprimento (L) e inversamente proporcional à área (A) de sua seção transversal, além de depender do tipo do material utilizado e de sua temperatura; dessa forma:

$$R = \frac{\rho L}{A},$$

ONDE A RESISTIVIDADE ELÉTRICA ( $\rho$ ) DEPENDE DO MATERIAL E DA TEMPERATURA.

De acordo com a equação que aborda a Segunda Lei de Ohm, qual a unidade da resistividade elétrica de um fio retilíneo?

A elevação de temperatura nos metais puros proporciona um aumento na resistividade. Esse fato é decorrente do aumento da amplitude de oscilação dos átomos da rede cristalina. Dessa maneira ocorre maior probabilidade entre estes e os elétrons livres de se colidirem.

Em alguns materiais como o grafite, o silício, o germânio e em soluções eletrolíticas, ocorre uma diminuição em suas resistividades com o aumento de temperatura. A ocorrência desse fato é atribuída ao aumento de temperatura que provoca quebras nas ligações dos átomos proporcionando, assim, maior quantidade de elétrons livres ou íons para condução de corrente elétrica. De forma contrária, algumas ligas metálicas de cobre,

manganês e níquel, como a constantan, não têm suas resistividades alteradas de forma significativa.

Posteriormente, em Física Moderna, será visto que a incidência de luz em determinados materiais como, por exemplo, o sulfeto de cádmio pode proporcionar uma maior oferta de elétrons livres, destinados a condução de eletricidade, diminuindo assim, sua resistência elétrica e, portanto, tornando-o um condutor melhor.

## MOSTRAMOS, NA TABELA ABAIXO ALGUNS VALORES DE RESISTIVIDADE A TEMPERATURA A 200 C, DE DIFERENTES MATERIAIS:

TABELA 4.1

MATERIAL	RESISTIVIDADE ( $\rho$ ) ( $\Omega \cdot M$ )
PRATA	$1,62 \cdot 10^{-8}$
COBRE	$1,69 \cdot 10^{-8}$
FERRO	$9,68 \cdot 10^{-8}$
ALUMÍNIO	$2,75 \cdot 10^{-8}$
PLATINA	$10,6 \cdot 10^{-8}$
SILICONE PURO	$2,5 \cdot 10^{-3}$

Aponte baseado na tabela acima, qual dos materiais apresenta melhor condução (melhor condutor): o cobre ou o ferro? Por quê?

Utilizando os dados da tabela, determine a resistência elétrica de um fio da CEB de 4 km de comprimento, cuja área da seção reta seja de  $10 \text{ mm}^2$ .

As estações do ano podem alterar a resistência dos fios da rede elétrica de Brasília? Justifique sua resposta.

A resistência elétrica de um fio pode ser alterada se o fizermos passar por uma tubulação de diâmetro inferior ao seu, mantendo sua resistividade constante?

Após estabelecer uma corrente elétrica em um circuito, haverá transformação de energia. Dessa maneira, por exemplo, a energia química de uma pilha ligada a um circuito transforma-se, além de energia luminosa, mecânica, magnética, etc, em energia térmica.

No intuito de desenvolver máquinas mais eficientes para a indústria cervejeira de seu pai, James Prescott Joule (1818 – 1889), defendia a ideia de que calor é uma forma de energia que podia passar de um corpo a outro em virtude de uma diferença de temperatura. Após a realização de algumas experiências Joule conseguiu mostrar que a quantidade de energia térmica, produzida a partir de energia mecânica, poderia realizar um trabalho e, além disso, toda a energia mecânica era sempre igual ao trabalho realizado.

**Com um simples** acionamento de um controle remoto ou apertar de um interruptor pode-se “acionar” a TV ou acender uma lâmpada. Descreva, tendo como base as diversas transformações de energia, a situação descrita acima, desde uma hidrelétrica até o final do processo.

Vimos anteriormente que a diferença de potencial entre os extremos de um fio condutor pode gerar, nele, uma corrente elétrica. Nesse sentido teremos um deslocamento de cargas elétricas, que podem ser, por exemplo, o movimento de elétrons. Associando-se o movimento de cargas (elétrons) dentro de um condutor ao movimento de uma moeda em uma tábua inclinada em duas situações:

**1ª SITUAÇÃO: A MOEDA É SOLTA CONSIDERANDO A TÁBUA LISA (SEM ATRITO);**

**Nesse caso** haverá perdas de energia? Justifique sua resposta.

2ª situação: a moeda é solta considerando a tábua contendo alguns pregos ao longo de sua superfície. Nesse caso há ocorrência de algumas colisões, da moeda com os pregos, ao longo de sua descida.

**Nessa situação** haverá perdas de energia? Cite quais são as transformações de energia ocorridas ao longo do deslocamento da moeda.

**O que ocorreu** com a energia perdida na segunda situação?

Dando prosseguimento a nossa analogia, no condutor metálico, por exemplo, um fio de cobre, ocorre perdas de energia durante a colisão dos elétrons livres com os átomos do condutor. Essas colisões aumentam a vibração dos átomos da rede cristalina, acarretando assim um aumento de temperatura do metal.

**Quando uma corrente** elétrica flui através de um fio, há sempre aquecimento?

**A transformação de energia** elétrica em térmica está de acordo com o princípio da conservação da energia? O que esse princípio?

Em nossa analogia, consideramos a conversão da energia mecânica em térmica e, de forma análoga, a conversão de energia elétrica em térmica. Esta última transformação é denominada efeito Joule.

**O efeito Joule**, como vimos, é devido à transformação de energia elétrica em calor, então pode-se afirmar que ela será sempre indesejável, já que isto incorre em perdas de energia?

**Faça uma lista** de equipamentos elétricos de sua casa, ou de seu prédio, cujo funcionamento tem como princípio o efeito Joule.

Dando prosseguimento ao processo de transmissão de energia e as discussões anteriores, abordaremos um pouco mais sobre potência. A potência recebida ( $P$ ) no destino final, casas, indústrias, hospitais etc, é a diferença entre a potência total lançada pelo gerador menos a potência dissipada na rede elétrica, devido ao longo caminho que ela percorre. A potência devido ao gerador pode ser expressa por  $P_g = U \cdot i$  e a potência dissipada na rede  $P_d = Ri^2$  ( $R$  é a resistência dos fios de transmissão). Onde  $P_g$  é a potência do gerador,  $P_d$  é a potência

dissipada,  $U$  é a ddp nos terminais do gerador,  $i$  é a intensidade de corrente elétrica que percorre os fios e  $R$  é a resistência elétrica. Reescrevendo a potência recebida temos:

$$P = P_g - P_d$$

OU

$$P = U \cdot i - Ri^2$$

O propósito, então, é diminuir a perda de energia por efeito joule, a qual é devido a transformação de energia elétrica em energia térmica nos fios. Isso pode ser feito através da alteração do valor de  $R$  ou valor de  $i$ . A resistência  $R$  pode ser diminuída com a utilização de fios mais grossos que, por sua vez, acarreta um aumento no custo de transmissão. A outra possibilidade é reduzindo o valor de  $i$ . O que torna a potência dissipada menor. Então, como  $i$  é o menor possível deve-se aumentar o valor da tensão na transmissão de energia.

**Do que foi dito acima** é mais vantajoso utilizar aparelhos elétricos que operem em 110 V ou 220 V?

Do ponto de vista de desempenho não há diferença. Mas, ocorrem variações quanto ao aspecto econômico se a opção for de 110 V ou 220 V. Como foi dito acima, a transmissão de energia em maiores tensões requer menos corrente elétrica. Pode-se associar então, que 220V demanda a passagem de menos elétrons e, conseqüentemente, menos gasto de energia, por efeito joule, através dos fios elétricos dos aparelhos até as tomadas.

Então, com o propósito de transmissão de energia são instaladas, próximo às hidrelétricas, subestações elevadoras de tensão, e no destino final subestações que baixem essas tensões elétricas.

Segundo Reis, Lineu Belico, 2014 são tensões típicas de transmissão no Brasil os níveis de alta tensão (AT) 230 KV e em extra-alta tensão (EAT) 345 KV, 440 KV, 500 KV e 765 KV (800 KV). Em distâncias muito longas (mais de 1800 km – Norte para o Sudeste) chegaram a considerar o uso dos níveis em ultra-alta tensão (UAT) 1.000 KV e 1.200 KV.

No outro caso de transmissão deve-se utilizar corrente contínua em alta tensão (CCAT). As principais vantagens, em relação a CA, está em transmissões subterrâneas, sob cursos de água, grandes distâncias ou interligação com frequências diferentes.

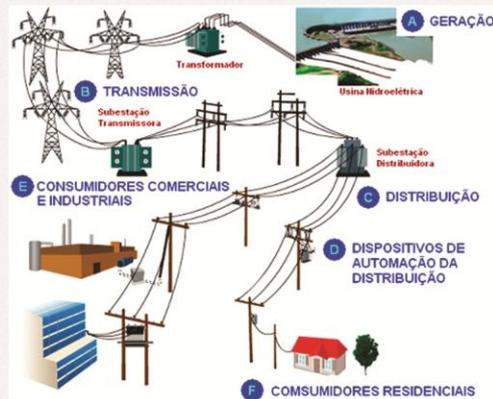
A transmissão de energia elétrica, que geralmente percorre grandes distâncias fora das cidades, pode estar associada a várias dificuldades em sua realização, como por exemplo, a interferência de campos elétricos e magnéticos, controle e manutenção da vegetação, queimadas, questões ligadas a posse das terras, dentre outros. Após a transmissão cabem as companhias distribuidoras “entregar” a energia a seus destinatários finais. De forma contrária à transmissão, a distribuição deve ser realizada a baixas tensões (abaixo de 230 KV). No Brasil a tensão de distribuição utilizada está em torno de 13,8 KV que por sua vez é transformada, de acordo com sua finalidade para 480 V, 220 V ou 127 V.

Da mesma forma que a transmissão, a distribuição de energia também enfrenta alguns problemas na rede elétrica, como por exemplo, grandes aglomerados populacionais, podas de árvores, tráfico de veículos, roubo de energia através dos famosos ‘gatos’.

**A distribuição de energia elétrica pode ser primária ou secundária:**

**Distribuição primária** é a linha de distribuição da concessionária (CEB) que trabalha em média tensão (MT) – 23 KV até ser transformada em rede secundária, através de transformadores abaixadores, para 127/220 V. Os cabos devem ser de alumínio com bitola de no mínimo 16 mm<sup>2</sup>.

**Distribuição secundária** é a linha de distribuição da concessionária que trabalha em baixa tensão (BT), ou seja, após os transformadores abaixadores de tensão (do poste para as casas, comércio, iluminação pública etc.).



No Distrito Federal, a concessão de distribuição final de energia, cabe a CEB Distribuição S/A que abrange uma área de 5.779,999 km<sup>2</sup> que por sua vez é dividida em 31 regiões administrativas comportando uma população de 2.852.372 habitantes (Censo IBGE 2014).

## DESCRIÇÃO DO SISTEMA CEB

Devido a insuficiência da geração de energia hidrelétrica do Paranoá, o sistema CEB de distribuição está interligado ao sistema Furnas Centrais Elétricas por 39 subestações, sendo 19 alimentadas em 138 KV, 5 alimentadas em 69 KV e 15 em 34,5 KV, o que lhe proporciona uma capacidade de transformação de 2.414 MVA. Desse total já estão incluídos 30 MVA da Usina do Paranoá. Para alimentar essas subestações é utilizado um circuito elétrico de 1.121 km.

O suprimento de 138 KV da CEB é devido às subestações de Brasília Sul e Samambaia, que pertencem a Furnas, adicionada as usinas de Corumbá III e Corumbá IV. Elas são compostas pelas subestações Águas Claras, Brasília Centro, Brasília Norte, Ceilândia Norte, Ceilândia Sul, Contagem,



Embaixadas Sul, Gama, Mangueiral, Monjolo, Riacho Fundo, Santa Maria, Sobradinho Transmissão, Sudoeste, Estádio Nacional, Cidade Digital, Samambaia Oeste, Taguatinga Norte e Hípica. E O suprimento em 69 KV é devido as subestações

Já as regiões Oeste e Sul do DF são alimentadas pelas subestações de Taguatinga, Ceilândia Sul e Norte, Águas Claras, Brazlândia, Guarã, Monjolo, Gama, Riacho Fundo, Samambaia, Santa Maria, São Sebastião e Mangueiral.

É de responsabilidade da subestação de Brasília Geral (Furnas) o abastecimento da Asa Sul.

A seguir são apresentados as diversas intensidades de correntes associadas a bitola dos fios condutores que fazem parte do sistema de distribuição da CEB. Mas antes da leitura da tabela faz-se necessário comentar alguns elementos que a constitui:

Os eletrodutos são tubos que envolvem os condutores que tem como finalidade de protegê-los contra corrosão, ações mecânicas externas, curto-circuito e, em alguns casos, proteger o meio ambiente de perigos de incêndio. Os mesmos podem ser constituídos por aço carbono, alumínio, PVC, polietileno, polipropileno ou ainda, de plástico com fibra de vidro;

As bandejas são eletrocalhas metálicas em chapa de aço que apresentam formato em U. Essa geometria

Tabela 4.2: Fonte: Norma técnica de distribuição (NTD - 605)- CEB agosto de 2013

permite maior visualização e acessibilidade aos cabamentos; As calhas ou canaletas podem ser fechadas ou abertas, com ou sem ventilação direta; ou placas de concreto pré-moldado. Deve-se tomar o cuidado para que os condutores instalados apresentem bom isolamento evitando, assim, a ação da água ou umidade; Os dutos são destinados a conduzir os cabos enterrados. Devem apresentar alta impermeabilidade e resistência a impactos mecânicos. São constituídos de cerâmica vitrificada, PVC flexível ou rígido.

Convém lembrar que as linhas de transmissão aéreas podem ser constituídas de condutores com ou sem cobertura ou cabos multiplexados (formado pela união de até três fios) com isolamento resistente às condições de tempo, como por exemplo, a ação de chuvas ou incidência solar.

SECÇÃO (mm <sup>2</sup> )	CORRENTE ADMISSÍVEIS EM CONDUTORES				
	AO AR LIVRE			NO SOLO	PAREDES
	BANDEJA (A)	CANALETA (A)	ELETRODUTO (A)	DUTOS (A)	ALVENARIA (A)
1,5	19,0	20,0	20,0	18,0	15,5
2,5	26,0	27,0	27,0	24,0	21,0
4,0	36,0	37,0	32,0	31,0	28,0
6,0	46,0	48,0	41,0	39,0	36,0
10,0	62,0	66,0	57,0	52,0	50,0
16,0	83,0	89,0	76,0	67,0	68,0
25,0	114,0	117,0	96,0	86,0	89,0
35,0	143,0	144,0	119,0	103,0	111,0
50,0	174,0	175,0	144,0	122,0	134,0
70,0	225,0	222,0	184,0	151,0	171,0
95,0	275,0	269,0	223,0	179,0	207,0
120,0	320,0	312,0	259,0	203,0	239,0
150,0	371,0	367,0	294,0	230,0	275,0
185,0	426,0	418,0	341,0	257,0	314,0
240,0	504,0	492,0	403,0	297,0	369,0
300,0	582,0	656,0	464,0	336,0	420,0

# TENSÕES DE FORNECIMENTO

SEGUNDO AS NORMAS TÉCNICAS DE DISTRIBUIÇÃO DA CEB (NTD - 6.01) A ENERGIA FORNECIDA TERÁ FREQUÊNCIA DE 60 HZ NAS TENSÕES:

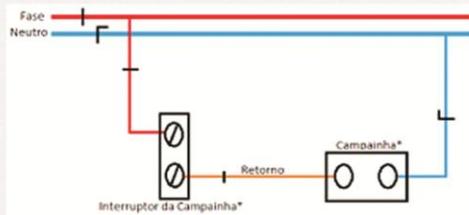
**TENSÃO NOMINAL: 380/220 VOLTS:**  
**TENSÃO DE ATENDIMENTO ADEQUADA:**  
**MÍNIMA: 348/201VOLTS**  
**MÁXIMA: 396/231 VOLTS**

**TENSÃO NOMINAL: 440/220 VOLTS:**  
**TENSÃO DE ATENDIMENTO ADEQUADA:**  
**MÍNIMA: 402/201 VOLTS**  
**MÁXIMA: 458/229 VOLTS**

A opção por um tipo ou outro de fornecimento é estabelecida em função da carga instalada (soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora), demanda, tipo de rede de distribuição e local de localização do destino final do consumidor.

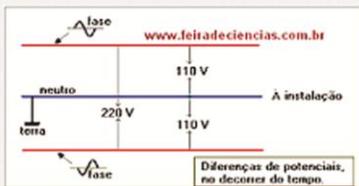
*O suprimento das necessidades pode ser realizado por:*

Medições monofásicas contendo dois fios condutores, sendo um deles o fio de fase e o outro neutro com ddp de 220V. Nesse caso a carga instalada deve ser menor ou igual a 11 KW;



\* Esquema ilustrativo.

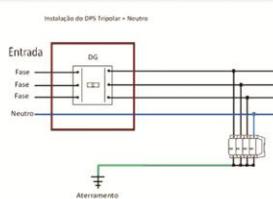
Medições bifásicas contendo três fios condutores, sendo 2 fases e um neutro 380/220 volts. Nesse caso a carga instalada deve ser superior a 11KW até 22 KW;



Medidores trifásicos contendo três fios fases e um neutro 380/220 volts. Neste caso a potência instalada de ser

de até 26 KVA até 66 KVA.

Medidores trifásicos contendo três fios fases e um neutro 380/220 volts. Neste caso a potência instalada de ser de até 26 KVA até 66 KVA.



	LIMITE DE TENSÃO		
	NOMINAL (V)	MÍNIMO (V)	MÁXIMO (V)
MONOFÁSICO	220	201	231
BIFÁSICO	440	402	458
TRIFÁSICO	380	348	396

Tabela 4.3 Norma técnica de distribuição (NTD - 605)- CEB agosto de 2013

Até aqui discutimos o efeito Joule em resistores que não podem se fundir, ou seja, a temperatura máxima que ele atinge é inferior a sua temperatura de fusão. Assim que um resistor é ligado a uma fonte de alimentação, sua temperatura começa a subir. Nesse sentido, há emissão de energia para o meio externo, por condução, convecção ou radiação. No caso de não ocorrer fusão após um intervalo de tempo, a sua temperatura acabará por estabilizar em certo valor. Nesse momento, a potência dissipada no resistor é igual a potência transferida ao meio exterior.

18. No caso em que um resistor, dissipar 4.400 W, que é o caso de um chuveiro, qual a energia transmitida ao meio externo se ele já estiver atingido exatamente a temperatura de fusão?

Um chuveiro elétrico, uma lâmpada de incandescência ou um ferro de passar são projetados para "trabalharem" em temperaturas inferiores ao ponto de fusão dos materiais que os constituem. Pensando assim, os circuitos elétricos devem ser protegidos devido a problemas causados por um excesso de cargas no seu interior. Para tal proteção devem-se utilizar fusíveis ou disjuntores. A construção de um fusível elétrico leva em consideração um determinado valor de corrente elétrica, acima da qual o calor gerado pelo efeito Joule o leva a fundir (derreter).

**• É aconselhável inserir, nos circuitos elétricos, resistores que se fundem para valores pré-determinados de corrente elétrica?**

Os fusíveis são constituídos de materiais que apresentam baixa temperatura de fusão, por exemplo, o filamento de uma lâmpada de tungstênio de uma lâmpada de incandescência apresenta temperatura de 2.500 °C sendo inferior a temperatura de fusão (3.380 °C). Assim, o fusível é projetado para suportar corrente elétrica máxima que pode se estabelecer em um circuito elétrico. Nesse sentido, um fusível pode apresentar diversas indicações de corrente elétrica, tais como, 1 A, 2 A, 20 A, 30 A, etc. Essas indicações apontam valores máximos de corrente elétrica que não o danifica e nem o circuito que esteja sob sua proteção.

**• Qual a indicação de um fusível de proteção de um chuveiro de 4.400 W conectado a uma rede de 220 V?**

**• Em um comércio há oito salas, cada uma deve ser iluminada por uma lâmpada de 100 W, e dois corredores, cada um contendo uma lâmpada de 100 W.**

**• Qual a potência total consumida, se as lâmpadas forem acesas simultaneamente?**

**• Sendo a tensão de entrada do comércio igual a 110 V determine a corrente necessária para alimentar todas elas ligadas simultaneamente?**

**• Considerando a questão anterior pode-se dizer que um fusível de 10 A pode proteger esse circuito?**

No caso de circuitos mais robustos, isto é, que suportam correntes intensas utiliza-se os disjuntores. No do sistema elétrico, em questão, deve-se instalar disjuntores termomagnéticos unipolares, bipolares e ou tripolares em função do fornecimento monofásico, bifásico e trifásico, respectivamente. Sua instalação deve ser feita no padrão de entrada de forma que fique antes do medidor de energia elétrica. Na rede da CEB os disjuntores suportam no máximo 4,5 KA em rede aérea e 10 KA em caso de rede subterrânea.

CABOS E FUSÍVEIS NH	
SECÇÃO (mm²)	NH (A)
50	125
70	160
95	200
120	224
150	250
185	300
240	355
300	400
400	425

Tabela 4.4 Norma técnica de distribuição (NTD - 605)- CEB agosto de 2013

Obs: Os fusíveis NH são aplicados na proteção de sobrecorrentes de curto-circuito em instalações elétricas. ( NH são as iniciais de 'Niederspannungs Hochleistung', que em língua alemã significa "Baixa Tensão e Alta Capacidade de Interrupção").

# CONSUMO

## Levantamento de Conhecimentos Prévios:

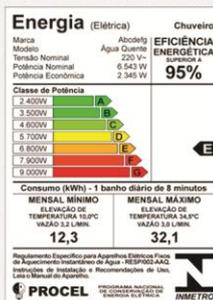
- 1 Todos os aparelhos elétricos de nossas casas apresentam a mesma potência?
- 2 É possível calcular o gasto mensal com cada aparelho elétrico de nossas residências?
- 3 Você já pensou como devemos proceder para calcular o custo de um bom banho?
- 4 Cite algumas medidas simples que possam contribuir para a economia de energia em nossas residências?

Agora que já sabemos como a energia armazenada nas águas das barragens é convertida em energia elétrica, bem como a energia elétrica é transmitida das usinas até as nossas casas, estudaremos a forma com que nos é cobrado pelo uso dessa energia. Para esse fim, no primeiro momento veremos como podemos estimar o valor da nossa conta de energia elétrica, e por fim, analisaremos como a companhia operadora da energia elétrica nos cobra por esse consumo.

## Fazendo uma estimativa da conta de energia

Em todos os aparelhos elétricos que utilizamos em nossa residência, há uma pequena placa, geralmente localizada na parte de trás do aparelho, informando o valor eficaz da tensão elétrica que deve alimentá-lo, bem como da potência por ele dissipada.

Tendo em vista que essa informação pode ser encontrada em todos os aparelhos elétricos de nossa residência, podemos realizar um inventário dentre todos os aparelhos que utilizamos e estimar o nosso consumo de energia elétrica.



No inventário deve conter a potência do aparelho, bem como o tempo que permanece em funcionamento. Para ilustrar um inventário, a tabela 5.1 apresenta os aparelhos elétricos presentes numa suposta residência, com os respectivos valores de potência elétrica dispostos na pequena placa, o tempo que cada um permanece ligado durante o dia, bem como a quantidade de dias de uso por mês.

Consumo

APARELHO	POTÊNCIA MÉDIA	TEMPO DE USO DIÁRIO	QUANTIDADE DE DIAS DE USO POR MÊS
Chuveiro Elétrico	450 W	30 min	30
Computador	150 W	4h	30
Ferro Elétrico	200 W	45 min	8
Forno Microondas	1000 W	15 min	30
Geladeira	130 W	24h	24h
Lâmpada Fluorescente	15 W	6h	30
Lâmpada Incandescente	100 W	6h	30
Televisão	60 W	5h	30
DVD	10 W	3h	4
Ventilador	120 W	4h	30

Tabela 5.1: Inventário dos aparelhos elétricos de uma residência.

Tendo feito o inventário, o próximo passo é determinar a energia elétrica consumida em sua casa em um mês. Para isso, lembremos que a energia consumida por um aparelho elétrico é a potência por ele utilizada ao longo do tempo. Se nos recordarmos da equação da potência elétrica ( $P = \frac{E}{\Delta t}$ ), onde ( $P = \frac{E}{\Delta t}$ ) representa a energia consumida pelo aparelho e  $\Delta t$  representa o tempo que o aparelho permaneceu em funcionamento, podemos encontrar a energia consumida por um determinado aparelho multiplicando sua potência média pelo tempo de uso, ou seja, utilizamos a seguinte equação

Faremos isso para cada aparelho da tabela 1. Antes disso, nos lembremos de que a unidade de energia utilizada pelas companhias elétricas é o quilowatt-hora (kWh), a qual representa 1000 watt-hora (Wh). Em nossos cálculos, a potência deve ser dada em watt e o tempo em horas. Faremos o cálculo detalhado do consumo mensal do chuveiro elétrico, o consumo dos demais aparelhos estão dispostos na tabela 5.2 e o cálculo será deixado como exercício.

O tempo de utilização diário do chuveiro é 30 min. Temos que converter esse tempo para hora; como  $1h = 60 \text{ min}$ , basta dividirmos por 60. Assim, obtemos que o tempo diário de utilização é igual a 0,5h. Como a potência do chuveiro elétrico é igual a 450W, o seu consumo diário de energia elétrica é dado por  $450 \cdot 0,5 \text{ W.h} = 2250 \text{ Wh}$ . No mês, o chuveiro é utilizado por 30 dias, logo a energia consumida pelo chuveiro em um mês é dada por  $2250 \cdot 30 = 67500 \text{ Wh}$ . Para escrever

APARELHO	ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA EM 1 MÊS (30 DIAS)
Chuveiro Elétrico	67,5 kWh
Computador	18 kWh
Ferro Elétrico	1,2 kWh
Forno Microondas	7,5 kWh
Geladeira	93,6 kWh
Lâmpada Fluorescente	2,7 kWh
Lâmpada Incandescente	18 kWh
Televisão	9 kWh
DVD	0,12 kWh
Ventilador	14,4 kWh
<b>TOTAL</b>	<b>232,02 kWh</b>

Tabela 5.2: Inventário de energia elétrica mensal.

Percebemos que na residência fictícia apresentada há um consumo mensal de 232,02 kWh. Contudo, qual é o procedimento da companhia de energia elétrica para medir este valor? Esse é o assunto da próxima seção.

Antes de iniciarmos a discussão da próxima seção vamos comentar sobre circuitos residenciais. Sabemos que as companhias de distribuição de energia fornece tensão de 220 V ou 110 V. Essa distribuição é feita por cabos condutores presos a postes, geralmente distribuídos nas calçadas. De forma geral, a energia elétrica é conduzida para o interior das residências por três fios provenientes do poste para o relógio de luz. O mesmo mede a taxa de energia consumida na residência.

Dos três fios que são conectados ao relógio, dois são energizados, ou seja, conduzem energia elétrica, que por sua vez são denominados fase, e outro fio, que não conduz energia, é o denominado neutro. Desse modo, a rede é denominada bifásica com tensão de 220 V ou 110 V. No caso da rede conter apenas dois fios, um neutro e outro fase, a rede é denominada monofásica.

#### 01. Todos os fios que chegam ao relógio de luz devem ser ligados ao disjuntor?

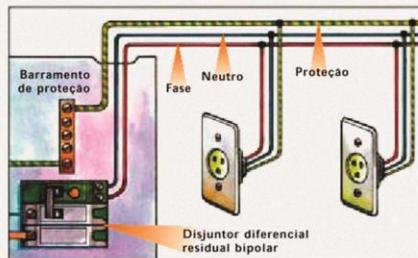
No sentido de se evitar uma sobre carga no interior da residência ligam-se os fios fase no disjuntor. Dessa forma, pode-se proteger o circuito residencial.

A maioria dos aparelhos elétricos no Brasil utiliza tensão de 110 V. No caso de uma alimentação com esse valor, bifásico, as tomadas possuem uma ligação de forma que utilizam apenas um fio fase e o neutro. Dessa maneira, um dos fios fase não é utilizado. Em caso de se utilizar 220 V usam-se dois fios fase. Esse tipo de ligação é destinado a aparelhos que consomem muita energia como é o caso dos chuveiros.



Como o próprio nome diz, o fio terra é ligado à terra no intuito de evitar que o usuário leve um choque ao manusear os aparelhos elétricos. A resistência desse fio, que é de cobre, é menor que a do corpo humano. Nesse sentido, a corrente elétrica excedente no aparelho escoar pelo fio terra até a terra, evitando que as pessoas tomem choque.

#### CIRCUITO DE TOMADAS DE USO GERAL (FN)



- VERMELHO: SÃO CONECTADOS OS FIOS FASE;
- AZUL: É CONECTADO O FIO NEUTRO, (PARA O CASO DE 110 V);
- VERDE: O FIO TERRA.

## MEDIÇÃO E COBRANÇA DA ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA POR UMA RESIDÊNCIA

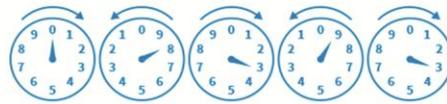
A companhia responsável pelo fornecimento da energia elétrica deve conhecer o valor energético mensal consumido por cada residência para realizar a cobrança devida. Para isso, em cada residência há um medidor, também conhecido como relógio de luz, o qual é lido por um funcionário da companhia duas vezes por mês, uma no início e outra no final do mês.

A diferença entre as duas leituras indicará o consumo da residência. Há medidores analógicos e digitais. O modelo mais comum do medidor é analógico. Tendo em vista que este é o modelo mais comum, explicaremos como efetuar a leitura neste modelo. Para esse fim, tomaremos como base a figura 5.3e as etapas descritas a seguir. Lembre-se que a leitura corresponde sempre ao último número ultrapassado pelo ponteiro no seu sentido de rotação.



## COMO LER O RELÓGIO DE LUZ

Medidor relógio



1. Note que da direita para esquerda o primeiro, o terceiro e o quinto relógios giram no sentido horário, enquanto os outros giram em sentido anti-horário. A leitura deve ser feita da direita para a esquerda

2. Devemos anotar o número do primeiro ponteiro, neste caso o número 7. Ao visualizar este primeiro ponteiro, temos que nos atentar que a volta ainda não foi completada, o que nos indica que no próximo ponteiro, o qual marca 5, devemos anotar o 4.

3. Ou seja, para efetuar a leitura de um ponteiro, devemos sempre observar o anterior. Caso o ponteiro da direita esteja caminhando para o zero, significa que o algarismo deste segundo relógio ainda não foi ultrapassado. Porém, caso o ponteiro da direita já tenha ultrapassado o zero, o algarismo a ser indicado neste segundo relógio será ele próprio.

4. Se o ponteiro estiver entre dois números, devemos anotar o menor dos dois algarismos.

Seguindo a metodologia apresentada, temos que: da direita para a esquerda o primeiro ponteiro marca 7, o segundo marca 4, o terceiro marca 9, o quarto marca 1 e o quinto marca 1. Sendo assim, o medidor está indicando nesta leitura 11947.

Supondo que a leitura do mês anterior tenha dado 10321, o consumo do mês foi de 11947 - 10321 = 1626 kWh.

E agora, o que fazer com este número? Na próxima seção analisaremos uma conta de energia elétrica e visualizaremos a forma com que a companhia energética se apropria dessa medição.

5. Duas leituras mensais são necessárias porque o valor indicado é cumulativo, ou seja, o relógio não é zerado a cada leitura. Na prática, o funcionário da companhia energética mede uma vez por mês, utilizando como referência (primeira leitura) a leitura do mês imediatamente.

## A CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Nesta seção, estudaremos a forma com que a companhia energética nos cobra a energia elétrica que consumimos por mês. No caso dos moradores de Brasília, a companhia é denominada CEB – Companhia Energética de Brasília. A nossa discussão tomara como referência a figura 5.4 colocada logo abaixo, a qual traz o modelo de conta da CEB.



Figura 5.4: Modelo de conta da CEB

1. Nessa área da conta está disposta os dados da companhia que administra o fornecimento de energia elétrica da sua cidade, que neste caso é a CEB.
2. Nesse ponto aparece o nome e o endereço do cliente.
3. Essa região é destinada às informações básicas da conta: o mês referência, o vencimento, o consumo e o total a pagar.
4. Nessa área estão dispostas as datas das últimas leituras realizadas, bem como da próxima.
5. Nesse ponto são mostrados os valores da leitura: a marcação do relógio no momento da leitura, a marcação do relógio no mês anterior, a diferença entre essas duas marcações, o número de dias e o fator multiplicador.
6. Nessa região, aparecem os dados mais específicos do cliente, tais como o CPF, a classificação do usuário, e o tipo de medidor (relógio).
7. Essa área traz um histórico do consumo do cliente.
8. Nesse ponto temos uma descrição da conta.

Façamos um breve detalhamento dos pontos relacionados anteriormente. Conforme percebemos, a região 3 da conta disposta na figura 5.3 mostra o consumo do mês da leitura, bem como do mês anterior. Na seção 5.2 vimos que o medidor registra o consumo continuamente; dessa forma, para descobrirmos o consumo devemos subtrair esses dois valores. No exemplo dado, o consumo é igual a 2002 kWh (81600 – 79598). Ainda na região 3, temos o número de dias que o medidor registrou entre as duas medições, bem como o fator multiplicador, o qual é igual a 1,0 para o medidor do tipo mais comum. Caso o fator de multiplicação seja diferente de 1,0, ele deve ser multiplicado pela diferença entre as duas leituras para nos fornecer o consumo.

Na região 8 da conta há o detalhamento da cobrança. Nela aparece o valor cobrado por quilowatt-hora consumido. É importante comentar que o valor do quilowatt-hora não é fixo, variando para diferentes faixas de consumo, bem como para diferentes consumidores. No caso da conta de energia apresentada na figura 5.4, a classificação do consumidor é comercial e o valor de cada quilowatt-hora por ele consumido custava R\$ 0,4065617. Nesse sentido, para obtermos o valor que deverá ser pago pelo consumo, multiplicamos o consumo pelo valor unitário do quilowatt-hora, isso nos fornece R\$ 813,93. Em Brasília, além do consumo, a cliente também paga uma tarifa de iluminação pública, pela qual era cobrado R\$ 121,96. Portanto, o valor que deverá ser pago pelo cliente nesta conta de energia será a soma do valor do consumo com a referida tarifa, o que nos dá R\$ 935,89.

## ECONOMIA

Apesar o acesso a energia elétrica nos parecer tão fácil, disponibilizar a energia nessa forma não é tão simples assim. Um bom exemplo disso são as constantes ameaças de racionamento no fornecimento de energia elétrica que são noticiadas pelo Brasil a fora. Conforme estudamos nos capítulos anteriores, a energia é uma constante da natureza que constantemente se transforma de uma forma para outra. Ou seja, sempre haverá energia. Porém, a pergunta que deve ser feita é a seguinte: sempre haverá energia na forma que precisamos? A resposta pode ser negativa caso continuemos com maus hábitos de consumo. Assim, para evitarmos que nos falte essa forma energética tão fundamental no nosso cotidiano, devemos nos conscientizar e tomar uma nova postura em relação ao seu consumo. Enumeramos a seguir algumas medidas simples, que adequadas ao nosso dia a dia, nos ajudarão a economizar energia elétrica, quais sejam:

- **Não colocar** alimentos quentes na geladeira, pois eles exigem maior gasto de energia para a refrigeração;
- **Evite abrir** a porta da geladeira muitas vezes seguidas, ou seja, pegue de uma única vez tudo aquilo que for utilizar;
- **Descongele** a sua geladeira periodicamente, pois uma camada grossa de gelo também aumenta o consumo (o gelo é isolante térmico);
- **Lembre-se** que o chuveiro representa cerca de 25% do consumo de energia elétrica de uma residência. Logo, não demore no banho e limpe regularmente os orifícios de saída de água;
- **Ainda em relação ao chuveiro**, dê preferência ao uso da posição verão;
- **Evite acender** as lâmpadas durante o dia;
- **Dê preferência** às lâmpadas fluorescentes, pois elas duram em média 8000 horas, enquanto as incandescentes duram 1000 horas;
- **Nunca deixe** a televisão ligada quando não tiver ninguém assistindo;
- **Só utilize** a máquina de lavar após ter juntado uma quantidade de roupa correspondente à sua capacidade máxima;
- **Limpe o filtro** da máquina de lavar com frequência;
- **Em relação ao ferro de passar**, lembre-se que toda vez que você o liga, ele demora cerca de 5 minutos para esquentar toda a superfície e gasta muita energia. Sendo assim, acumule a maior quantidade de roupas possível para passá-las de uma só vez;
- **Ao passar** a roupa, obedeça a temperatura indicada a cada tipo de tecido.

Além dos cuidados citados acima é importante manter as instalações elétricas de forma adequada, utilizando fios de espessura específica para cada intensidade de corrente elétrica que os percorrerá, evitando assim, perdas de energia e aquecimento excessivo, que podem ser causa de incêndios. Lembre-se que economizando energia elétrica você estará colaborando com o bem-estar não só da sua geração, como também com o de gerações futuras. Além disso, economizar um bom dinheiro.

## ATIVIDADES PROPOSTAS

1. Faça um inventário dos aparelhos elétricos da sua casa e estime o valor da conta de energia elétrica.
2. Enumere atitudes diferentes das apresentadas no texto que nos ajudariam a economizar energia elétrica.
3. Pesquise algumas razões pelas quais as lâmpadas fluorescentes serem mais econômicas que as incandescentes. Para a sua resposta ficar bem fundamentada, embase sua resposta numa pesquisa sobre os seguintes termos: intensidade luminosa, eficiência luminosa, nível de iluminação, fluxo luminoso.