

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Física  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos: contextualizando de  
uma forma significativa o estudo da eletricidade<sup>1</sup>

Mestrando: Rodrigo Lapuente de Almeida

Orientação: Prof. Dr. Sílvio Luiz Souza Cunha

---

<sup>1</sup> Dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Física financiada pela CAPES

## **Resumo**

O presente trabalho traz uma proposta de ensino de eletricidade na modalidade da EJA no Colégio Luterano da Paz localizado no bairro Sarandi, na Cidade de Porto Alegre. O objetivo principal deste trabalho era de criar uma metodologia diferenciada de ensino da parte de eletricidade, utilizando os referenciais de Ausubel e Vigotsky, focando principalmente nos conceitos de carga elétrica, corrente elétrica, diferença de potencial e potência elétrica. Foi elaborado um material onde os estudantes podiam compreender estes conceitos utilizando os seus dispositivos de telefone móvel, computadores, chuveiros elétricos, disjuntores e outros materiais de fácil manuseio. Houve uma significativa melhora na dedicação dos estudantes em aula e também da qualidade de suas respostas.

**Palavras-chave:** EJA, eletricidade e ensino.

## **Abstract**

This paper presents a proposal to teach electricity in the form of EJA (Young and Adult Education) at Colégio Luterano da Paz located in Sarandi, Porto Alegre. The main objective of this work was to create a different methodology of teach electricity, using the references of Ausubel and Vygotsky, focusing primarily on the concepts of electric charge, electric current, potential difference and electric power. It was made a material where students could understand these concepts using their mobile phone devices, computers, electric showers, circuit breakers and other materials for easy handling. There was a significant improvement in the dedication of the students in class and also the quality of their answers.

**Keywords:** EJA, electricity and education.

## **Agradecimentos**

Primeiramente gostaria de agradecer minha querida esposa Ana Paula Krieger Riquelme pelo incentivo a realização do mestrado desde a minha inscrição até o tempo abdicado da minha companhia para que eu pudesse escrever este trabalho.

Aos meus colegas de Mestrado profissional pela parceria nas dificuldades e nos trabalhos realizados durante os três semestres de aula que tivemos.

Aos meus pais pelo dom da vida e por tudo que abdicaram para que pudessem me dar a melhor educação que podiam me dar.

Ao meu orientador por todas as suas contribuições e críticas construtivas ao material elaborado.

A minha filha Gabriela por ser minha grande motivação para tudo que eu faço.

## Sumário

Agradecimentos.....	4
1. Introdução .....	7
2. Trabalhos Relacionados .....	12
3. Referencial Teórico .....	15
a. Interação e mediação social de Lev Vygotsky .....	15
b. Aprendizagem significativa de David Ausubel .....	16
4. Metodologia .....	18
4.1 Local de aplicação.....	18
4.2 Atividades do projeto .....	19
4.2.1 Atividade 1: Estimando o consumo de energia .....	20
4.2.2 Atividade 2: Compreendendo a corrente elétrica .....	21
4.2.3 Atividade 3: Compreendendo o conceito de Resistência Elétrica.....	22
4.2.4 Atividade 4: Comparando 110 V com 220 V através da resistência elétrica dos dispositivos elétricos. ....	23
4.3 Instrumentos de avaliação: prova e questionário. ....	24
5. Aplicação da proposta e análise dos resultados.....	25
5.1. Primeira atividade: Estimando o consumo de energia elétrica de uma residência.....	25
5.1.1. Primeira aula .....	25
5.1.2. Segunda aula .....	26
5.1.3. Terceira aula.....	26
5.1.4. Quarta aula.....	26
5.1.5. Análise das respostas dos estudantes desta atividade.....	27
5.2. Segunda Atividade: Compreendendo o conceito de corrente elétrica e diferença de potencial, analisando baterias e disjuntores. ....	30
5.2.1. Primeira Aula .....	31
5.2.2. Segunda Aula .....	31
5.2.3. Terceira aula.....	32
5.2.4. Quarta Aula .....	32
5.2.5 Análise das respostas dos estudantes no roteiro desta atividade .....	33
5.3 Compreendendo o conceito de resistência elétrica.....	38
5.3.1. Primeira Aula .....	38
5.3.2. Segunda aula .....	39
5.3.3. Terceira Aula.....	39

5.3.4. Quarta Aula .....	40
5.3.5. Análise das respostas do roteiro dos alunos .....	41
5.4. Comparando 110 volts com 220 volts através da resistência elétrica dos dispositivos elétricos. .....	44
5.4.1. Primeira Aula .....	45
5.4.2. Segunda Aula .....	45
5.4.3. Análise das respostas dos roteiros da atividade.....	46
5.5. Prova Avaliativa.....	48
5.6. Questionário de avaliação do projeto .....	52
6. Considerações Finais.....	58
7. Referências.....	63
Apêndice 1 – Consumo de Energia – Slides .....	66
Apêndice 2 – Consumo de Energia – Texto de Apoio.....	68
Apêndice 3 – Consumo de Energia - Conta de Energia Elétrica Anexada ao Texto .....	70
Apêndice 4 – Consumo de Energia – Roteiro do Estudante – Grupo 1 .....	71
Apêndice 5 – Consumo de Energia – Roteiro do Estudante – Grupo 2 .....	73
Apêndice 6 – Consumo de Energia – Roteiro dos Estudantes – Grupo 3 .....	75
Apêndice 7 – Corrente Elétrica – Slides .....	77
Apêndice 8 – Corrente Elétrica – Texto de Apoio .....	81
Apêndice 9 – Corrente Elétrica – Roteiro dos Estudantes .....	86
Apêndice 10 – Resistência Elétrica – Slides .....	88
Apêndice 11 – Resistência Elétrica – Texto de Apoio.....	91
Apêndice 12 – Resistência Elétrica – Roteiro dos Estudantes .....	96
Apêndice 13 – Diferença entre 110 V e 220 V – Roteiro dos Estudantes.....	98
Apêndice 14 - Questionário de Avaliação dos Estudantes sobre o Projeto.....	99
Apêndice 15 – Termo de consentimento do uso de imagem nas apresentações do projeto .....	102
Apêndice 16 – Prova Avaliativa da Primeira Aplicação .....	103

## 1. Introdução

A modalidade de ensino Educação de Jovens e Adultos (EJA) surgiu no Brasil, desde a época do Brasil Império onde já existiam trabalhadores sendo alfabetizados em aulas noturnas e durante praticamente um século a necessidade de diminuir o analfabetismo no País levou vários governos, democráticos ou não, a lançarem diversos programas de educação para jovens e adultos analfabetos da nossa nação.

Porém, nos dias de hoje, a EJA existe na necessidade de jovens e adultos concluírem seus estudos que foram interrompidos em idade apropriada nas escolas de educação básica oportunizadas pelo estado ou pela iniciativa privada. No caso do ensino fundamental, jovens a partir dos 15 anos podem cursar a EJA e no ensino médio, a partir dos 18 anos. A EJA está assegurada pelo artigo 37, parágrafo primeiro da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Brasil, 1996):

*“Artigo 37”. A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria.*

*Parágrafo 1º Os sistemas de ensino assegurarão gratuitamente aos jovens e aos adultos, que:*

*Não puderam efetuar os estudos na idade regular, oportunidades educacionais apropriadas;*

*Consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho;*

*Mediante cursos e exames.*

*Parágrafo 2º O Poder Público viabilizará e estimulará o acesso e a permanência do trabalhador na escola, mediante ações integradas e complementares entre si.*

*Artigo 38. Os sistemas de ensino manterão cursos e exames supletivos, que compreenderão a*

*Base nacional comum do currículo, habilitando ao prosseguimento de estudos em caráter regular.*

*Parágrafo 1º Os exames a que se refere este artigo realizar-se-ão:*

*I - no nível de conclusão do ensino fundamental, para os maiores de quinze anos:*

*II - no nível de conclusão do ensino médio, para os maiores de dezoito anos.*

*Parágrafo 2º Os conhecimentos e habilidades adquiridos pelos educandos por meios “Informais serão aferidos e reconhecidos mediante exames.”*

Os exames supletivos contidos neste trecho da legislação são exames organizados pelo estado ou união de tal forma que a aprovação do estudante nesta prova proporciona a certificação no nível de ensino desejado, fundamental para os maiores de quinze anos e o ensino médio para maiores de dezoito anos. No caso do nosso estado, o exame nacional do ensino médio (ENEM) é utilizado para a conclusão do ensino médio e para o ensino fundamental é utilizado o ENCEJA.

O nosso estado, o município e a união possuem poucas unidades escolares com esta modalidade de ensino, ficando o oferecimento das vagas praticamente a cargo da iniciativa privada. Nestas, os estudantes têm a possibilidade de concluir o ensino fundamental em apenas cinco semestres e o ensino médio em três semestres, da mesma forma que as instituições públicas que oferecem esta modalidade de ensino. Portanto o tempo de estudo no EJA corresponde à metade do tempo dispendido no ensino regular.

Alguns estados da federação demonstram um maior interesse nesta modalidade de ensino, são os casos dos estados de Rondônia que elaborou diretrizes para a EJA por área do conhecimento (ciências humanas, da natureza, códigos e linguagens e matemática) e também por componente curricular assim como o governo do estado de Pernambuco que elaborou os parâmetros curriculares para a educação de jovens e adultos. Em ambos os casos, há a preocupação em apresentar a Física de forma mais experimental e que a relacione com o cotidiano do adulto que está inserido nos cursos da EJA. Porém, aqui no Rio Grande do Sul, não há uma preocupação mais específica além das previstas na Legislação Federal.

Para o ensino de Física nesta modalidade, é oferecida, em média, uma carga horária semanal de duas horas-aula. Em algumas instituições é oferecida uma carga horária de três horas-aula semanais para esta componente curricular, totalizando para o primeiro caso, um mínimo de 36 horas-aula por semestre e, no segundo, um total de 54 horas-aula. No caso da instituição onde foi aplicada esta proposta de mestrado, a componente curricular de Física possui duas horas-aula, ou dois períodos de aula por semana, totalizando uma média de 36 horas-aula por semestre letivo.

Devido a este curto espaço de tempo, o professor de Física escolhe alguns tópicos que ele considera importantes para trabalhar com os jovens e adultos. Porém, com frequência, o

método de ensino é o mesmo utilizado nas escolas de educação básica do ensino médio, apenas com um menor número de conteúdos.

Na maioria das escolas não há uma proposta para a EJA que contextualize o conhecimento das componentes curriculares com a realidade encontrada pelo estudante no seu dia-a-dia. Em Física, é usual se ensinar os conceitos de velocidade, aceleração, força e energia, porém pouco se fala, por exemplo, das leis de trânsito e como essas leis estão associadas às leis da Física, em especial as leis da mecânica. Em Física Térmica, se enuncia os conceitos de calor e temperatura, as leis da termodinâmica, mas dificilmente mostra-se a relação entre esses conceitos e leis com o cotidiano do estudante da EJA.

Na maioria das aulas da EJA, há pouca relação entre a teoria e a prática, sendo esta uma das finalidades do Ensino Médio conforme o artigo 35, inciso IV da Lei de Diretrizes e Bases da Educação: “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”.

Apesar disso, na maioria das escolas, esta possibilidade de relacionar a teoria com a prática fica inviável pela falta de recursos que as instituições (tanto públicas como privadas) disponibilizam para as atividades didáticas. Muitas instituições exigem que seus professores utilizem materiais apostilados, na maioria dos casos, feitos por instituições que desconhecem a realidade dos estudantes da EJA.

Dentro deste contexto, os estudantes da EJA acabam encontrando as mesmas dificuldades dos estudantes que cursam o Ensino Fundamental e Médio na idade adequada, devido ao método de ensino inadequado aplicado em sala de aula e ao curto espaço de tempo com que os conteúdos são abordados.

Partindo das dificuldades enfrentadas na educação de jovens e adultos vem a motivação deste projeto de Mestrado Profissional. Esta proposta tem o intuito de contextualizar os conceitos de Física abordados na parte de eletricidade, na última etapa do ensino médio da EJA, através do entendimento do funcionamento de alguns dispositivos elétricos comuns como o chuveiro elétrico, o disjuntor, o controle remoto, assim como de um circuito elétrico e a função de cada um dos seus componentes.

O objetivo deste projeto é de que o estudante pudesse construir suas ideias sobre os conceitos de eletricidade como corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica e

suas relações e a estimativa do consumo de energia elétrica dos dispositivos elétricos, através do entendimento do funcionamento de dispositivos elétricos.

Nesta proposta, os estudantes da EJA irão interagir diretamente com os dispositivos, tendo o auxílio de roteiros e textos que se espera facilitarão a compreensão dos conceitos de eletricidade, sendo o professor apenas um mediador neste processo.

A proposta foi aplicada na segunda metade do primeiro semestre de 2013 da única turma da última etapa do ensino médio, equivalente ao terceiro ano do ensino médio normal do Colégio Luterano da Paz, localizado no bairro Sarandi em Porto Alegre. Na primeira metade do semestre, os estudantes estudaram os conceitos de carga elétrica, eletrização, força elétrica e campo elétrico, de uma forma tradicional, com aulas expositivas e resoluções de exercícios.

Na segunda metade foram realizadas quatro atividades diferentes, uma com o objetivo de uma aprendizagem significativa dos conceitos de corrente elétrica e diferença de potencial através da análise de baterias de celulares e *notebooks* e analisando disjuntores, uma com o objetivo que o estudante da EJA compreenda o conceito de resistência elétrica através da análise e da medida da resistência de um resistor de um chuveiro elétrico e da medida da resistência elétrica de um risco feito a lápis em uma folha. Outra atividade tinha por objetivo que os estudantes comparassem chuveiros de mesma potência, assim como lâmpadas incandescentes de mesma potência, uma de 110 volts e outra de 220 volts, de modo que eles pudessem analisar as diferenças entre eles e principalmente mostrar que a principal diferença entre eles é a resistência elétrica dos seus resistores. A primeira atividade que foi realizada com os alunos desta turma foi de como eles poderiam estimar o consumo de energia elétrica dos dispositivos elétricos de uma residência, com o objetivo de mostrar o que realmente importa saber sobre o consumo de energia, nesta atividade, os conceitos principais potência elétrica e trabalho.

Para termos de melhoria e aprimoramento do produto educacional que será disponibilizado e aplicado aos estudantes da EJA, o projeto está sendo aplicado por uma segunda vez neste ano com o objetivo de melhorar o material de apoio assim como colocar outros tópicos de eletricidade para esta modalidade.

Está disponibilizado como produto educacional um roteiro de aplicação do projeto aos professores de Física assim como textos explicativos dos conceitos e roteiros de aula para os

estudantes realizarem as atividades propostas em um dos anexos desta dissertação de mestrado profissional em ensino de Física. Estes roteiros e atividades podem parecer muito sintetizados e pequenos, porém eles são adequados para o tempo disponível na EJA para o ensino de Física e, nos demais capítulos se verá também que eles são de fácil aplicação e adequados para o público em questão.

## 2. Trabalhos Relacionados

Como a Educação de Jovens e Adultos é pouco difundida e discutida em nosso país, apesar de ser grande o número de jovens com mais de quinze anos sem o ensino fundamental completo e de maiores de dezoito anos sem o Ensino Médio completo, existem poucos trabalhos relacionados ao ensino de Ciências, especificamente de Física nesta modalidade de ensino.

No Programa de Pós-graduação em Ensino de Física já foram concluídos alguns trabalhos de mestrado profissional relacionado à educação de jovens e adultos. Citam-se, a seguir, alguns destes trabalhos:

Espíndola (2004), trabalhando com turmas de primeira e segunda etapa da EJA (equivalentes aos primeiro e segundo ano do ensino regular), utilizou a pedagogia de projetos com os estudantes, usando apenas conteúdos de interesse dos alunos, através da escolha de temas geradores, tendo obtido resultados bastante positivos.

Krummenauer (2009), seguindo uma linha semelhante, através de um tema gerador de cinemática e dinâmica do movimento circular, escolhido através dos conhecimentos prévios dos estudantes, também obteve resultados significativos, pois os jovens e adultos associaram esses conhecimentos a sua prática profissional na indústria coureiro calçadista da cidade onde moravam.

Rekovvsky (2012) trabalhou temas de termodinâmica e eletromagnetismo com atividades na cozinha em uma turma da Educação de Jovens e Adultos do Instituto Federal de Sapucaia do Sul, obtendo resultados bem positivos, onde foi observada uma melhora na qualidade das respostas dos estudantes e também na motivação para as aulas de Física.

No programa de pós-graduação em ensino de ciências e matemática do CEFET – RJ foi encontrado um trabalho relacionado ao Ensino de Física na EJA:

Povoas (2012), em sua dissertação de mestrado intitulada “Ensino de Física na EJA: Uma abordagem Histórica do Eletromagnetismo”, apresentada no ano de 2012, aplicou, em duas turmas de terceiro ano da EJA, uma proposta com aulas expositivas, com recursos multi-meios e com atividades experimentais, fazendo um histórico do eletromagnetismo de Tales de Mileto até Michael Faraday, obtendo uma maior motivação dos estudantes, um aumento na assiduidade dos estudantes e uma elevação no índice de aprovação.

Na literatura, foram analisados alguns textos e identificou-se, no Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), um texto de Física Elétrica que aborda conceitos e

definições citando dispositivos elétricos e seus funcionamentos, inserindo os conceitos de Física no dia-a-dia do estudante.

O ENCCEJA - Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (BRASIL, 2010), realizado até o ano de 2010, elaborou um material de estudo para as ciências da natureza, abordando temas de Física relacionados ao cotidiano do estudante. Na parte de Física Elétrica, há exemplos de funcionamento de circuitos elétricos e dispositivos elétricos como o televisor, além de uma abordagem interdisciplinar com a Biologia e a Química.

Também foi feita uma pesquisa bibliográfica em atas de encontros e congressos em Ensino de Física.

Foi encontrado nas Atas do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física um trabalho de Costa e Hosoume (2008) que aborda uma pesquisa realizada com uma turma de 33 alunos da EJA sobre temas de Física Elétrica, como economia de energia, instalações elétricas e choque elétrico e funcionamento do chuveiro elétrico, na qual foram obtidos resultados positivos nas avaliações e no relato dos próprios estudantes.

No IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação, Sila, Lourenço, Nunes e Costa (2009) elaboraram uma nova metodologia de ensino para os estudantes da Educação de Jovens e Adultos utilizando experimentos com fenômenos ópticos, porém, não haviam aplicado esta proposta em sala de aula.

No VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Avelar, Soares Jr., Langhi e Gehlen (2011) apresentaram uma proposta para trabalhar conceitos de Matemática e Astronomia utilizando a temática “Mudanças Climáticas” através de tópicos como problematização, organização e aplicação do conhecimento. Porém, o trabalho está em processo de elaboração e até a data do congresso, não havia sido aplicado.

No IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, Lopes e Santos (2004) relataram a pesquisa realizada com estudantes de Ensino Médio, onde os conceitos de Física foram abordados considerando os conhecimentos prévios dos estudantes. Foram utilizados como organizadores prévios dispositivos elétricos e uma tábua de circuito elétrico. Segundo os autores foram obtidas respostas significativas dos estudantes.

No XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, realizado no ano de 2011, Mello et al (2011), após um grande levantamento sobre poucas práticas experimentais na EJA,

elaboraram um material com experimentos e roteiros que visam um melhor aprendizado de Física na Educação de Jovens e Adultos.

Na Revista Científica do Instituto Federal do Alagoas, volume um, ano 2012, Silva, Ramos, Praxedes e Silva realizaram um questionário com alunos e entrevistas com professores de Física da EJA, além de observações diretas do ambiente escolar de três escolas públicas de Maceió. Eles constataram uma insatisfação no modelo atual proposto para a EJA e problemas tanto na forma como a Física era abordada como na falta de profissionais com formação nesta área do conhecimento. O estudo demonstrou que deve haver uma mudança tanto no ensino, propriamente dito, quanto na política educacional do estado do Alagoas.

### **3. Referencial Teórico**

Este projeto será embasado nas teorias da interação e mediação social de Lev Vygotsky e da aprendizagem significativa de David Ausubel.

#### **a. Interação e mediação social de Lev Vygotsky**

Para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo do indivíduo dependerá fundamentalmente do contexto sócio-histórico-cultural em que ele ocorre (Moreira, 2001, p 107). Ou seja, a aprendizagem ocorre se considerarmos o meio onde o estudante se encontra. Para que o estudante alcance processos mentais superiores é necessário primeiramente a sua socialização.

Outra premissa importante na teoria de Vygotsky é que o indivíduo só alcança processos mentais superiores quando há a internalização de instrumentos e signos, compartilhados e aceitos pelo contexto sociocultural onde ele está inserido. Estes instrumentos e signos também são construções sociais, históricas e culturais. Como exemplo, podem-se citar as leis, conceitos e experimentos definidos e realizados em Física.

Nesta teoria, a mediação é determinante para que uma criança ou adolescente possa internalizar estes signos e instrumentos. É necessário que outros indivíduos com estes signos já inseridos em seu processo mental, troquem informações com os que ainda não os têm. Para que uma criança internalize um signo, é necessário que outro indivíduo mostre a ela o seu significado (Moreira, 2001).

A fala e a linguagem são consideradas fatores importantes para que o indivíduo (criança, adolescente e adulto) possa alcançar os processos mentais superiores através da internalização. Com a fala e a linguagem, o estudante, por exemplo, poderá informar ao seu professor, colega ou tutor o que ele entendeu de um determinado conceito. A linguagem, junto com a mediação, são fatores determinantes para o desenvolvimento cognitivo.

Outro ponto importante da teoria de Vygotsky é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definida por ele como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo (capacidade para resolver problemas de forma independente) e o seu nível de desenvolvimento cognitivo potencial (capacidade de resolver problemas com o auxílio de um adulto ou de colegas mais capazes). Neste ponto da teoria está o papel do professor-educador,

este deve saber exatamente onde está cada um destes níveis e se colocar e mediar para que o estudante-aprendiz possa migrar de um nível de desenvolvimento cognitivo para o outro.

Então, pode-se concluir que o ensino ocorre quando há a interação social, com compartilhamento de significados entre professor e estudante dentro da zona de desenvolvimento proximal do mesmo.

Esta teoria de mediação será de fundamental importância neste projeto, pois os estudantes trabalharão em duplas, ou trios, com a mediação do professor, com o objetivo que todos compartilhem os mesmos significados.

## **b. Aprendizagem significativa de David Ausubel**

Esta teoria tem como principal objetivo que o aprendiz tenha uma aprendizagem significativa relacionando informações novas por ele recebidas com as proposições relevantes já existentes na sua estrutura cognitiva.

Para Ausubel, a nova informação dada ao indivíduo deve se ancorar em uma ideia ou conceito já existente na sua estrutura cognitiva a qual ele denomina de *subsunçor*. Portanto, é necessária a interação entre um *subsunçor* com a nova informação, para que possa ocorrer uma aprendizagem significativa. Caso a nova informação tenha pouca ou nenhuma associação com os *subsunçores* pré-existentes ocorrerá uma aprendizagem mecânica.

Outro ponto importante da teoria de Ausubel são os organizadores prévios, necessários quando o estudante (criança, adolescente ou adulto) não possui os *subsunçores* necessários para a aprendizagem significativa de um determinado assunto. Organizadores prévios podem ser textos introdutórios, que sejam potencialmente significativos ao estudante. Em muitos casos, eles servem para manipular a estrutura cognitiva do aprendiz para que ocorra a aprendizagem significativa.

É importante também para a ocorrência de uma aprendizagem significativa que o material didático apresentado ao aprendiz esteja relacionado com sua estrutura cognitiva, ou seja, o estudante deverá ter os *subsunçores* adequados. Quando o material possui uma estrutura lógica e psicológica adequada, ele poderá ser considerado como potencialmente significativo. Porém, se o aprendiz não manifestar disposição e interesse para relacionar este material potencialmente significativo com seus *subsunçores*, a aprendizagem significativa estará comprometida.

Para Ausubel, a aprendizagem significativa pode ocorrer por assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. A aprendizagem por assimilação ocorre quando uma nova informação, associada a um *subsunçor* já existente, produz um *subsunçor* modificado. Geralmente, quando isto ocorrer, diz-se que houve uma aprendizagem subordinada. Também pode ocorrer a aprendizagem superordenada e a combinatória. Quando um novo conceito apresentado ao estudante é mais geral e abrange mais de um dos *subsunçores*, sendo eles incorporados ao novo conceito, ocorre neste caso uma aprendizagem superordenada. Agora, quando a nova informação abrange a estrutura cognitiva como um todo, sem ter relação com conceitos específicos ou proposições específicas, ocorre a aprendizagem combinatória (Moreira, 2001).

A diferenciação progressiva ocorre quando a aprendizagem subordinada ocorre uma ou mais vezes com um mesmo *subsunçor*. Quando *subsunçores* mais gerais são apresentados anteriormente aos mais específicos, a diferenciação progressiva ocorre com mais facilidade. Para Ausubel, o ser humano compreende melhor as partes através da compreensão do todo, do que chegar ao todo através da assimilação de cada parte. Quando as informações novas são organizadas e adquirem novos significados ocorre a reconciliação integradora que geralmente acontece na aprendizagem superordenada e combinatória.

Contudo, todos estes fatores partem da premissa dita pelo próprio Ausubel (1968), citada por Moreira (2001, p. 171): “... o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem significativa é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo”. A teoria de Ausubel será de importante valia neste projeto, uma vez que, no início de cada atividade, os estudantes receberão materiais que sirvam de organizadores prévios e também será feita uma triagem para identificar quais os *subsunçores* que eles já possuem.

## 4. Metodologia

### 4.1 Local de aplicação

O projeto foi aplicado no Colégio Luterano da Paz, localizado no bairro Sarandi, na cidade de Porto Alegre. Esta instituição, que tem 46 anos de história nesta região, possui todos os níveis de ensino da educação básica, da educação infantil ao ensino médio regular e também a modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA), com ensino fundamental e médio para esta modalidade.

Este colégio é privado e possui uma turma de cada série; no caso da modalidade EJA cada série ou ano é denominada etapa. No ensino médio, a etapa um equivale ao primeiro ano do ensino médio, segunda e a terceira equivalem ao segundo e terceiro anos, respectivamente. Este projeto foi aplicado em uma turma de terceira etapa desta modalidade.

A instituição possui um laboratório de ciências, que por ocasião da aplicação deste projeto estava desativado, e um de informática, que além de desatualizado não possui uma quantidade suficiente de computadores para os estudantes. Entretanto, a escola tem sinal de *internet* sem fio disponível para a comunidade escolar, que permite a utilização de computadores pessoais e celular com *internet* em sala de aula.

O público que procura esta instituição reside nos bairros Sarandi, Ruben Berta, Parque dos Maias ou vem das cidades de Alvorada e Cachoeirinha. A maioria dos estudantes que frequentam a escola tem idade entre 20 e 30 anos, o que indica que muitos não se adaptaram ao modelo de ensino das escolas de ensino regular e encontraram na EJA uma forma mais rápida de concluir o seu ensino médio.

A turma onde foi aplicado este projeto possuía quinze estudantes na componente curricular de Física, dos quais três faziam apenas esta disciplina. Os estudantes tinham dois períodos semanais de quarenta e cinco minutos cada, que ocorriam nas noites de terça-feira e sexta-feira entre os meses de março e julho, mas esta proposta de trabalho foi aplicada nos meses de maio e junho. Na primeira parte do semestre, foram trabalhados os conceitos principais da eletrostática como carga elétrica, formas de eletrização, força eletrostática e campo elétrico.

A abordagem da primeira parte do semestre foi com aulas expositivas, resolução de exercícios e questões e, como instrumentos de avaliação, tínhamos provas e trabalhos em duplas. Havia também como instrumento de avaliação uma prova de recuperação, com o intuito de auxiliar aqueles estudantes que não acompanharam ou tiveram dificuldade de aprendizado durante este período.

## **4.2 Atividades do projeto**

Neste projeto foi elaborado um material para a introdução dos conceitos de eletrodinâmica como corrente elétrica, diferença de potencial elétrico, resistência elétrica, potência dissipada por resistores e trabalho realizado por um dispositivo elétrico. O material instrucional é composto de roteiros para professor e estudante e textos introdutórios para os alunos.

Durante os dois meses de aula, foram realizadas quatro atividades diferentes totalizando 16 períodos de aula com atividades para os estudantes da EJA. Cada atividade trabalhou um ou dois conceitos citados no primeiro parágrafo desta seção e estavam intitulados e aplicados de acordo com a ordem abaixo:

- a. Estimando o consumo de energia
- b. Compreendendo a corrente elétrica
- c. Compreendendo o conceito de resistência elétrica
- d. Comparando 110 V com 220 V através da resistência elétrica dos dispositivos elétricos.

Cada atividade foi aplicada da seguinte maneira: primeiramente era realizada uma introdução expositiva do conteúdo e dos conceitos importantes para a realização da atividade; em seguida, os estudantes realizavam a leitura dos textos elaborados para o entendimento do conteúdo. Foi necessária a elaboração de um material específico para os alunos da EJA, devido ao fato deste público possuir mais dificuldade em trabalhar com os materiais didáticos já consagrados e também por se tratar de uma aplicação bem específica de cada conceito com uma aplicação maior com o dia a dia de cada estudante da EJA. Após a leitura do texto, cada estudante recebia um roteiro com uma atividade para que pudesse compreender melhor os conceitos trabalhados nos textos introdutórios. Ao final da realização da tarefa do roteiro, em

um período, os estudantes, reunidos em um grande grupo, discutiam suas dúvidas sobre as atividades com os colegas e também com o professor.

#### **4.2.1 Atividade 1: Estimando o consumo de energia**

O objetivo desta atividade é que ao seu final o estudante compreenda o conceito de potência, energia elétrica consumida pelos dispositivos elétricos e as unidades que os descrevem e, descubra, ou troque com os colegas formas de economizar no consumo de energia.

Nesta atividade foram apresentados os conceitos trabalho, energia potencial elétrica e potência de um dispositivo através de uma breve exposição utilizando slides no formato ppt (Apêndice 1). Também foi mostrado aos estudantes o link da CEEE (Companhia Estadual de Energia Elétrica) onde há um simulador de consumo de energia de cada dispositivo elétrico.

Foi entregue o texto **Você sabe estimar o consumo de energia dos dispositivos elétricos da sua casa?** (Apêndice 2) que mostra como calcular o consumo de energia de dispositivos elétricos e estimar seu preço em reais. Os estudantes realizarem a leitura com o acompanhamento do professor.

Após a leitura do texto, foi entregue o roteiro de atividade intitulado ***Estimando o consumo de energia*** (Apêndice 4), que consta de três roteiros com situações problemas diferentes, onde os alunos deveriam estimar o consumo de energia dos dispositivos listados, assim como o custo em reais de cada um.

Quando todos os grupos encerraram as atividades do roteiro, inclusive com as respostas das questões contidas no mesmo, a turma foi reunida em um grande círculo onde todos puderam esclarecer suas dúvidas e expor o que tinham entendido com esta atividade.

Como avaliação desta atividade foi considerada as respostas dos estudantes nos roteiros preenchidos e entregues ao professor, a participação e envolvimento durante as aulas e as falas feitas pelos estudantes a fim de identificar o que eles realmente entenderam dos conceitos trabalhados.

Estes procedimentos tiveram a duração de quatro horas-aula nos dias 3, 10, 14 e 17 de maio de 2013.

#### **4.2.2 Atividade 2: Compreendendo a corrente elétrica**

Nesta atividade é que o estudante deveria compreender o conceito de corrente elétrica, e relacioná-la ao conceito de diferença de potencial e a potência dos dispositivos elétricos, assim como entender uso e funcionamento das baterias, disjuntores e fusíveis nos aparelhos elétricos.

Em um primeiro momento, foi apresentado os conceitos de diferença de potencial e corrente elétrica em uma apresentação de *slides* no formato PPT (Apêndice 5), de maneira a inteirar os alunos do assunto e dos conceitos que seriam trabalhados nas aulas seguintes. Em seguida, foi mostrado aos estudantes o simulador do PhET intitulado *Montagem de um circuito elétrico de corrente contínua*, onde foi mostrado, através da conexão de uma bateria a um circuito, a importância da existência de uma diferença de potencial para o surgimento de uma corrente elétrica.

Após estas demonstrações, foi entregue o texto intitulado *O que faz os dispositivos eletroeletrônicos funcionarem?* (Apêndice 6) sendo sugerida a sua leitura em sala de aula com o supervisionamento do professor. Foi disponibilizado aproximadamente trinta minutos para a leitura deste texto e também para as dúvidas e perguntas que surgiram durante a leitura.

Em seguida a este momento, na aula seguinte, foi entregue aos alunos o roteiro intitulado **Compreendendo o conceito de corrente elétrica** (Apêndice 7), onde os estudantes deveriam trabalhar em duplas ou trios e identificar na bateria dos seus telefones móveis, a carga total da bateria assim como a diferença de potencial da mesma. Logo após isto, eles deviam informar o tempo total de funcionamento do celular com esta bateria assim como estimar a intensidade da corrente elétrica média que percorreu os circuitos do dispositivo móvel analisado.

Após a realização do roteiro, os estudantes reuniram-se em um grande grupo onde se discutiu as atividades do roteiro, assim como o professor explicou novamente o conceito de diferença de potencial e corrente elétrica.

Foi avaliado, assim como na primeira atividade, o envolvimento dos estudantes, as suas falas durante as aulas assim como as suas respostas nos roteiros entregues ao professor.

Estas atividades tiveram duração de quatro horas-aula e foram realizadas nos dias 21, 24, 28 e 31 de maio.

### 4.2.3 Atividade 3: Compreendendo o conceito de Resistência Elétrica

O objetivo desta atividade era que o aluno compreendesse o conceito de resistência elétrica, quais os fatores que influenciam na resistência elétrica de um condutor, sua relação com a corrente elétrica, com a diferença de potencial e com o efeito joule, a partir da análise de resistência de chuveiros elétricos e da resistência de traços de grafite sobre uma folha de papel.

Primeiramente, fizemos uma apresentação de *slides* introduzindo o conceito de resistência elétrica, a lei de ohm, assim como os fatores que determinam a resistência elétrica em um condutor de eletricidade. Após a apresentação dos *slides* (Apêndice 8), foi mostrado aos estudantes os simuladores PhET *Circuito bateria-resistor*<sup>2</sup>, *Lei de Ohm*<sup>3</sup> e *Resistência elétrica de um fio*<sup>4</sup> para demonstrar as relações entre resistência elétrica, corrente elétrica e diferença de potencial. Os simuladores também exploram a dependência da resistência elétrica com o material de que é feito o condutor, com a espessura e com o comprimento do mesmo.

Em um segundo momento, foi entregue aos alunos o texto intitulado *Por que os dispositivos elétricos elevam a sua temperatura?* (Apêndice 9) o qual foi lido com a nossa supervisão e esclarecimento das dúvidas que apareciam. Após a leitura orientada entregamos o roteiro intitulado *Compreendendo o conceito de Resistência Elétrica* (Apêndice 10), onde havia duas atividades: na primeira pedia-se que os estudantes medissem a resistência elétrica de riscos feitos com grafite no papel com diferentes espessuras e comprimentos e, na segunda atividade, os alunos mediram a resistência de um resistor de chuveiro de 110 V e de um chuveiro de 220 V.

---

<sup>2</sup> Simulador encontrado no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/battery-resistor-circuit](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/battery-resistor-circuit)

<sup>3</sup> Simulador encontrado no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/ohms-law](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ohms-law)

<sup>4</sup> Simulador encontrado no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/resistance-in-a-wire](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/resistance-in-a-wire)

Na última aula desta atividade os estudantes, organizados em círculos, puderam esclarecer as suas dúvidas e, através de suas falas, demonstrar o que realmente entenderam da atividade.

Também nesta atividade a avaliação foi qualitativa, analisando a participação dos estudantes em aula e suas respostas nas perguntas contidas no roteiro de atividades.

Estas atividades foram realizadas nas aulas dos dias 4, 7, 11 e 14 de junho.

#### **4.2.4 Atividade 4: Comparando 110 V com 220 V através da resistência elétrica dos dispositivos elétricos.**

Esta atividade durou duas aulas, pois o objetivo desta tarefa foi apenas que os estudantes identificassem as diferenças básicas entre um aparelho de 110 V com o seu equivalente de 220 V. Para esta atividade não havia um texto específico, apenas o roteiro para os estudantes realizarem a atividade.

Na primeira parte da aula, foi feita uma breve exposição teórica das diferenças entre os dispositivos de 110 V e dos de 220 V, em seguida, foi entregue um roteiro intitulado *Comparando 110 V e 220 V* onde os estudantes deveriam analisar os filamentos de duas lâmpadas de 40 W, porém com diferentes voltagens, assim como os resistores de dois chuveiros elétricos com os mesmos padrões das lâmpadas. Também, neste roteiro, havia exercícios onde os estudantes deveriam tentar realiza durante a aula.

Foram analisadas, para avaliação desta atividade, a participação dos estudantes, as perguntas e intervenções deles em aula, assim como as respostas dos roteiros entregues ao professor.

Na segunda aula os estudantes, organizados da mesma maneira que nas outras atividades, puderam sanar suas dúvidas assim como expressar o que entenderam das atividades.

Estas duas aulas ocorreram nos dias 18 e 21 de junho.

### **4.3 Instrumentos de avaliação: prova e questionário.**

No dia 25 de junho, os alunos realizaram uma prova com cinco questões com o objetivo de identificar o que foi aprendido e compreendido pelos estudantes sobre os conceitos trabalhados nas quatro atividades e também por ser uma determinação da instituição de ensino que um dos instrumentos de avaliação do estudante seja uma prova nos moldes tradicionais.

No dia 28 de junho, foi dado aos estudantes um questionário com o objetivo que eles analisassem as atividades e o projeto como um todo. Também nesta aula, eles puderam expressar verbalmente a sua análise das tarefas, das aulas, da avaliação e também comparar, pois na primeira parte do semestre, eles tiveram aula na forma tradicional com aulas expositivas e prova.

## 5. Aplicação da proposta e análise dos resultados

### 5.1. Primeira atividade: Estimando o consumo de energia elétrica de uma residência

O objetivo desta atividade foi, a partir da discussão sobre como economizar energia em suas residências, trabalhar com os alunos os conceitos de trabalho, energia e potência elétrica, relacionando estes conceitos com o cotidiano do aluno e a identificação de cada uma delas pelas suas unidades de medida. Esta atividade obteve um grande retorno na motivação e na dedicação dos estudantes, pois além da curiosidade de estimarem o consumo de energia dos dispositivos das suas residências, eles não tinham ideia de como os conceitos de Física estavam relacionados a isso. A grande maioria dos estudantes se motivou muito na realização desta atividade.

#### 5.1.1. Primeira aula

Na primeira aula, foi entregue o texto elaborado para o estudante intitulado: *Você sabe estimar o consumo de energia elétrica de sua casa?* Foi dado um tempo de 20 minutos para a leitura do texto, seguido de uma discussão de 15 minutos sobre os conceitos de trabalho realizado e potência dissipada, supervisionada pelo professor. Nos 10 minutos finais desta aula foi mostrado no projetor da sala de aula, o simulador do consumo de energia do site da Companhia Estadual de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul<sup>5</sup>, com o objetivo que os estudantes trabalhassem nas suas residências com o mesmo simulador, pois na escola não seria possível, uma vez que a escola não dispunha de um laboratório de informática com computadores suficientes para o número de estudantes da turma.

O objetivo desta primeira aula foi uma organização dos conceitos já conhecidos com os novos conceitos que foram trabalhados nesta aplicação do projeto.

---

<sup>5</sup> O simulador é encontrado no site: <http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/ListSimulacaoConsumo.aspx>.

### **5.1.2. Segunda aula**

Esta aula teve por objetivo a aplicação dos conhecimentos e conceitos trabalhados na primeira aula. Inicialmente, foi feita uma retomada da aula anterior, os estudantes foram organizados em duplas ou trios e, em seguida, foi entregue o roteiro do aluno intitulado: *Estimando o consumo de energia*. Havia três versões diferentes deste roteiro. As três versões se diferenciavam pela situação problema, em que cada roteiro descrevia uma residência diferente com quantidades diferentes de dispositivos elétricos e eletrônicos. Como o número de estudantes era reduzido, havia dois roteiros do grupo 1, dois roteiros do grupo 2 e dois do grupo 3. Após o recebimento do roteiro, os estudantes estimaram o consumo de energia de cada dispositivo da tabela indicada no seu roteiro. Esta atividade durou toda segunda aula e parte da terceira aula.

### **5.1.3. Terceira aula**

Inicialmente, os estudantes continuaram a tarefa sobre a estimativa de consumo de energia de cada dispositivo, iniciada na aula anterior. Isto teve duração de quinze minutos da aula. Em seguida, os estudantes se organizaram em círculo onde foram discutidas algumas dúvidas sobre os cálculos realizados. A dúvida mais frequente dos alunos foi sobre que tipo de ajustes eles poderiam fazer para diminuir o consumo de energia elétrica nas suas residências e também como realizar este cálculo. Com esta pergunta, percebeu-se que os conceitos de energia e potência deveriam ser reexplicados, pois muitos não perceberam a relação entre potência, tempo de funcionamento e consumo de energia elétrica.

Devido a este fato e as dúvidas dos estudantes, foram explicados novamente os conceitos de potência e trabalho realizado pelos dispositivos nos dez minutos finais da atividade.

### **5.1.4. Quarta aula**

Nesta aula, os alunos responderam as perguntas do roteiro da aula, já com as dúvidas esclarecidas na aula anterior. Com auxílio do professor pode ser verificado, dentre o que já

havia sido feito, o que estava correto e o que deveria ser ajustado durante os quarenta e cinco minutos deste período de aula.

### **5.1.5. Análise das respostas dos estudantes desta atividade**

Nesta atividade, os estudantes foram divididos em três grupos diferentes; cada grupo representava uma residência com número diferente de pessoas e de dispositivos elétricos.

O grupo 1 era uma residência de 1 dormitório onde residia um casal. O consumo médio de energia elétrica da residência era de R\$ 196,33. Os alunos, seguindo as orientações do texto e do professor, calcularam o consumo de energia diário de cada dispositivo, o consumo de energia mensal de cada um, assim como o custo em reais tomando como referência a tarifa calculada na conta em anexo entregue aos estudantes. Terminadas estas três etapas, os estudantes calcularam o custo total da residência, e, a seguir, responderam duas perguntas:

- Quais medidas podiam ser tomadas para se diminuir o consumo de energia elétrica desta residência?
- Qual seria a economia em reais com esta medida?

Houve a necessidade de uma aula para discutir com os estudantes sobre o que e como eles estavam realizando as tarefas e também para explicar as duas perguntas finais do roteiro, pois não houve uma compreensão por parte dos alunos do que realmente eles deveriam fazer nesta parte da atividade.

Na primeira pergunta, obtivemos as seguintes respostas do grupo 1:

**Alunos A, B e C:** *“Diminuir o tempo de funcionamento da geladeira de 24 h para 14 h; diminuir o tempo de funcionamento do televisor de 29 polegadas de 6 h para 4 h, diminuir o uso do computador de 3 h para 2 h e diminuir em 5 minutos o tempo de banho no chuveiro de cada morador.”.*

**Alunos D e E:** *“Reduzir o tempo de banho pela metade de 40 minutos para 20 minutos e diminuir pela metade o tempo de funcionamento do televisor de 29 polegadas de 6 h para 3 h.”*

**Aluno F:** *“Diminuição do uso da geladeira de 24 h para 18 h. Diminuir o uso do televisor de 29 polegadas de 6 h para 3 h. Ligar a lâmpada da sala por apenas 3 h. Diminuir o uso da lâmpada da cozinha de 4 horas para 2 horas, utilizar o computador por apenas 1 h e o tempo de funcionamento do chuveiro reduzir de 40 min para 20 min.”*

**Aluno G:** *“Diminuir o tempo de funcionamento do chuveiro em 20 minutos.”*

Na segunda pergunta, os estudantes que ganharam o roteiro do grupo 1 obtiveram os seguintes resultados:

**Alunos A, B e C:** *“R\$ 56,44.”*

**Alunos D e E:** *“A economia seria de R\$ 24,97.”*

**Aluno F:** *“Tomando essas medidas, a residência teria uma economia de R\$ 68,33.”*

**Aluno G:** *“A economia seria de R\$ 24,30.”*

No grupo 2, a situação descrita é uma residência onde moram um casal e seu filho, porém, apesar de ter apenas uma pessoa a mais em relação a residência do grupo 1, esta residência possuía bem mais dispositivos elétricos, inclusive o ar-condicionado. O custo mensal de energia elétrica consumida nesta residência era de R\$ 716,79. Os estudantes preencheram todas as colunas da tabela em aberto: consumo diário de energia, consumo mensal de energia, custo mensal de cada dispositivo e o custo total da residência em questão. Os quatro estudantes encontraram o mesmo valor de custo total já citado neste parágrafo, porém um dos quatro estudantes do grupo não respondeu as duas perguntas citadas nessa seção.

Na primeira pergunta do roteiro, os estudantes responderam o seguinte:

**Aluno H:** *“Não usar a secadora de roupas, apenas em casos extremos e reduzir a utilização do ar-condicionado, uma redução de 3 horas por dia.”*

**Aluno I:** *“Não utilizar o secador e um televisor de 20 polegadas e diminuir as lâmpadas dos quartos.”*

**Aluno J:** Não respondeu

**Aluno K:** *“Não utilizar a máquina secadora de roupas e apenas utilizar um televisor de 20 polegadas.”*

Na segunda pergunta do roteiro, os alunos obtiveram as seguintes respostas:

**Aluno H:** *“A economia total seria de R\$ 342,95.”*

**Aluno I:** *“A economia seria de 553,55.”*

**Aluno J:** Não respondeu.

**Aluno K:** *“A economia seria de R\$ 158,90 por mês.”*

A situação dada ao grupo 3 era uma casa onde residiam cinco pessoas. Esta residência possuía dois banheiros e três quartos, além das outras peças como cozinha e sala. Neste caso, os dispositivos elétricos da residência eram diferentes dos dispositivos das residências anteriores e o custo mensal total da energia elétrica consumida era de R\$ 662,03. Dentre os quatro estudantes que realizaram o roteiro do grupo 3, dois o realizaram de forma correta, L e M, e dois cometeram equívocos nos cálculos, N e O, o que comprometeu suas respostas.

Na primeira pergunta após o preenchimento de toda a tabela, as respostas foram as seguintes:

**Aluno L:** *“Podemos evitar gastos de diversos aparelhos, forno elétrico, secadora de roupas, lâmpadas do quarto, banheiro e diversos televisores deixando apenas o da sala,”*

**Aluno M:** *“As pessoas da residência poderiam diminuir o consumo de energia economizando.”*

**Aluno N:** *“Poderíamos trocar o chuveiro, lâmpadas mais econômicas e uma geladeira mais econômica.”*

**Aluno O:** *“Reduzindo o consumo de alguns eletrônicos e cortando outros usando somente em casos de necessidade.”*

Na segunda pergunta, as respostas foram as seguintes:

**Aluno L:** *“A economia foi de R\$ 154,26.”*

**Aluno M:** Não respondeu.

**Aluno N:** Não respondeu corretamente.

**Aluno O:** *“Realizando os cortes e diminuições de alguns dispositivos minha economia foi de R\$ 341,79.”*

Analisando as respostas dos estudantes em relação ao consumo de energia e também os cálculos realizados nas tabelas do roteiro, pode-se verificar que para alguns estudantes há um aprendizado significativo com relação ao que é o consumo de energia e os conceitos físicos relacionados e o que deve ser feito para uma eventual de economia de energia e dinheiro para eles. Nesta atividade, além da importância da aprendizagem dos conceitos de Física, havia também a necessidade de conscientização sobre o a economia de energia e o seu uso mais eficiente, pois a maioria dos estudantes ou não tinham esta consciência ou possuem instalações elétricas ilegais em suas residências.

Analisando qualitativamente, observamos que a maioria dos estudantes compreenderam os conceitos de trabalho, energia e potência, assim como obtiveram uma maior conscientização sobre economizar energia elétrica.

## **5.2. Segunda Atividade: Compreendendo o conceito de corrente elétrica e diferença de potencial, analisando baterias e disjuntores.**

O objetivo desta atividade foi a compreensão dos conceitos de corrente elétrica e diferença de potencial, assim como a relação entre estas duas grandezas físicas. Ao final da atividade esperava-se que o estudante soubesse identificar nos dispositivos elétricos e eletrônicos cada uma destas grandezas e também que soubessem estimar a corrente elétrica média que percorre os dispositivos, qual era o motivo de uma sobrecarga na residência e a importância de dispositivos de segurança como disjuntores e fusíveis. Assim como a atividade da energia elétrica, os estudantes ficaram muito curiosos e dedicados ao explorarem os valores das grandezas físicas indicadas nas baterias de seus aparelhos de telefone móvel e ao discutirem sobre a intensidade de corrente elétrica. Também ficaram entusiasmados por entenderem as funções de fusíveis e disjuntores além compreenderem o motivo do desarme da chave geral de suas casas quando ligavam vários dispositivos elétricos simultaneamente.

### 5.2.1. Primeira Aula

Primeiramente foi feita uma breve introdução expositiva do funcionamento de um circuito simples utilizando o simulador educacional PhET intitulado: *Montagem de um circuito elétrico de corrente contínua*<sup>6</sup>, onde mostrou-se como se comporta um circuito simples com uma lâmpada e fios conectados a uma bateria. Primeiramente foi demonstrado com o simulador o que ocorria com o circuito quando um dos fios estava desconectado da bateria e, em um segundo momento, quando todos os fios estavam conectados.

Nos vinte minutos finais desta aula, foi entregue o texto intitulado: **Você sabe o que faz os dispositivos elétricos funcionarem?** O tempo restante desta aula foi destinado à leitura do texto e para algumas perguntas dos estudantes sobre este assunto.

Evidenciou-se aos estudantes o que é a diferença de potencial elétrico e como o movimento das cargas elétricas, definido como “corrente elétrica” propicia o funcionamento da lâmpada. Esta parte da atividade, assim como a exposição dos conceitos, teve uma duração de vinte e cinco minutos.

### 5.2.2. Segunda Aula

Nos primeiros dez minutos, os estudantes terminaram a leitura e realizaram algumas perguntas sobre partes do texto que não ficaram muito claras para eles. Este atendimento foi realizado de maneira individual.

Na segunda parte da aula, os estudantes dividiram-se em duplas ou trios e receberam o roteiro do aluno intitulado: *Compreendendo a corrente elétrica*. Nesta atividade, os estudantes deveriam analisar as baterias de seus telefones móveis assim como identificar cada grandeza física nele indicada, como a diferença de potencial a que ela pode submeter o telefone, a carga total da bateria, a corrente elétrica média e o consumo de energia durante uma recarga. Os alunos deviam anotar em uma tabela, a ddp da bateria, a sua carga total e o tempo de duração da bateria. Após as anotações, cada estudante deveria estimar a intensidade de corrente elétrica média de cada telefone móvel dos integrantes do grupo.

---

<sup>6</sup> Simulador encontrado no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc).

Os alunos também receberam do professor disjuntores para analisar as suas características e compreender qual o significado das informações sobre os mesmos.

Na segunda parte do roteiro, os estudantes deveriam indicar qual disjuntor seria mais adequado para que os dispositivos indicados na tabela funcionassem simultaneamente.

A execução desta tarefa ocupou os trinta e cinco minutos desta aula e mais uma boa parte da aula seguinte.

### **5.2.3. Terceira aula**

Nesta aula, nos primeiros trinta minutos, os estudantes continuaram a resolução de um roteiro sobre a corrente elétrica com a supervisão do professor. Nos últimos quinze minutos da aula, os alunos foram reunidos em um círculo onde eles expuseram suas impressões e dúvidas sobre a atividade.

Alguns perguntaram sobre se eles poderiam estimar duas correntes elétricas médias: uma para quando navegavam na *Internet* com o celular e outra quando não navegavam na *Internet* com o mesmo. Concluíram que boa parte do consumo de energia de um telefone móvel é a sua tela e que, geralmente, quando eles acessam a *Internet* a partir do dispositivo móvel, eles utilizam a tela deste aparelho durante um tempo maior do que quando ele fica em modo de espera ou em eventuais acessos para ligações ou envio de mensagens.

A finalização das tarefas de casa, indicada no roteiro, ficaram para a aula seguinte.

### **5.2.4. Quarta Aula**

Nesta aula, os estudantes trouxeram os resultados da tarefa de casa, que consistia em identificar os disjuntores de suas residências, qual seria o geral, qual era específico do chuveiro elétrico e se a rede da residência comportava todos os dispositivos da casa funcionando simultaneamente. Porém, nem todos os estudantes concluíram esta tarefa; alguns não identificaram os disjuntores da maneira adequada e outros realmente não realizaram a

tarefa. Entretanto, alguns dos alunos que a fizeram compartilharam suas anotações com os demais colegas, relatando como as haviam realizado.

Alguns alunos relataram que, devido a esta atividade, entenderam o motivo da chave geral da casa desarmar toda vez que o chuveiro elétrico e o ferro de passar roupas funcionavam ao mesmo tempo.

### 5.2.5 Análise das respostas dos estudantes no roteiro desta atividade

Nesta atividade, todos receberam o mesmo tipo de roteiro, porém todos tinham liberdade de realizarem a atividade em duplas ou em trios, de modo que pudessem interagir entre eles e tutorar o outro para uma melhor compreensão do que se estava pedindo.

Na primeira parte do roteiro, os estudantes deveriam identificar, na bateria do seu telefone móvel ou do seu computador (notebook, netbook ou ultrabook), a carga total da bateria e a diferença de potencial elétrico que ela submete no circuito do telefone ou computador. Em seguida, os estudantes anotaram numa tabela do roteiro, para o seu dispositivo, o tempo de funcionamento e o valor médio da corrente elétrica calculado. Foi sugerido pelo professor que os estudantes realizassem duas medidas de corrente elétrica, uma para um uso moderado do dispositivo e outra para um uso mais efetivo de todas as funções do aparelho. Ao final do preenchimento da tabela, os estudantes deveriam responder duas perguntas:

- Analisando os dados da tabela 1, o que você pode concluir da relação entre diferença de potencial, corrente elétrica, quantidade de carga e tempo de funcionamento?
- Dialogue com seus colegas de grupo. Qual a relação entre como é utilizado o dispositivo e a intensidade de corrente elétrica média percorrida nele?

Todos os estudantes completaram a tabela de acordo com o solicitado no roteiro e sugerido pelo professor, porém, nem todos os alunos responderam as perguntas citadas acima.

O **aluno A** identificou os dados da bateria do seu dispositivo móvel, calculou a intensidade da corrente elétrica média para um uso moderado e para um uso contínuo, encontrou valores de 50 mA para uso contínuo e 18,75 mA para uso moderado, porém este estudante não respondeu as duas perguntas.

O **aluno B** analisou a bateria de dois celulares e de um notebook. No primeiro celular a intensidade de corrente elétrica média foi de 70,83 mA, no segundo celular a intensidade de corrente elétrica média foi de 81,25 mA e para o notebook a intensidade média de corrente elétrica foi de 1035 mA. No caso das duas perguntas, este estudante respondeu:

Pergunta 1:

*“Quanto mais se exige energia para o dispositivo funcionar, é necessário uma boa quantidade de mAh na bateria”*

Pergunta 2:

*“Quanto maior a corrente elétrica mais rápido gasta a bateria”*

O **aluno C** apenas fez a análise de um dispositivo, encontrando uma intensidade de corrente elétrica de 41,6 mA. Este estudante também não respondeu as duas perguntas desta atividade.

O **Aluno D** realizou a análise de dois dispositivos de telefones móveis, um com longo tempo de duração de bateria e outro com um tempo razoável de duração de bateria. A intensidade de corrente elétrica média do primeiro telefone foi de 5,20 mA e do segundo telefone foi de 21,38 mA. Este estudante respondeu as duas perguntas da seguinte maneira:

Pergunta 1:

*“Sem a diferença de potencial, não existe corrente elétrica e quanto maior a quantidade de carga mais tempo de funcionamento tem.”*

Pergunta 2:

*“Quanto mais utilizarmos o aparelho além de deixá-lo ligado para escutar música e fazer ligações utilizamos mais corrente elétrica.”*

O **aluno D** realizou a observação de duas baterias de telefones móveis, porém em um deles houve dois tempos de uso, um tempo não utilizando Internet e outro utilizando Internet, logo este estudante obteve três medidas de intensidade de corrente elétrica média. Na primeira, considerando o dispositivo sem uso de Internet encontrou o valor de 21,38 mA; na segunda, considerando o uso de Internet no mesmo dispositivo a medida encontrada foi de 64,16 mA e, para o segundo dispositivo móvel, com um uso moderado foi encontrado um

valor de 13,89 mA, porém este estudante se equivocou no cálculo. Nas duas perguntas desta atividade, as respostas foram as seguintes:

Pergunta 1:

*“Sem diferença de potencial não há corrente elétrica e quanto maior a quantidade de carga mais tempo terá de funcionamento.”*

Pergunta 2:

*“Quando utilizamos mais o aparelho além de fazer ligações, como escutar música e mexer na internet, utilizou mais a corrente elétrica.”*

O **aluno E** não entregou a atividade ao professor, pois desta atividade compareceu em apenas uma das aulas.

O **aluno F** também não compareceu em todas as aulas desta atividade, porém, nas aulas em que compareceu realizou as atividades com os **alunos C e D**. Este estudante analisou a bateria de um celular apenas, no entanto, ele considerou um tempo sem uso de *Internet* e outro tempo de duração de bateria com o uso de *Internet*. Na primeira medida a intensidade da corrente elétrica média foi de 15,63 mA e, na segunda medida, a intensidade encontrada foi de 35,71 mA. Nas respostas das duas questões este aluno apenas copiou as respostas do **aluno D**.

O **aluno G** analisou a bateria de dois telefones móveis e de um notebook. No primeiro telefone móvel a intensidade de corrente elétrica média foi de 81,25 mA, no segundo dispositivo móvel a intensidade encontrada foi de 70,83 mA e para o notebook a medida encontrada foi de 1035 mA. A primeira pergunta não foi respondida pelo estudante, apenas a segunda questão com a seguinte resposta:

*“Quanto mais aplicativos o celular tiver maior a corrente elétrica e menor a duração da bateria.”*

O **aluno H** realizou a análise de dois telefones móveis e dois notebooks, encontrando intensidades de corrente elétrica média para o primeiro telefone 12,5 mA; para o segundo telefone 21,25 mA; para o primeiro computador 1050 mA e para o segundo computador 1035 mA; porém, infelizmente este estudante não respondeu as duas questões.

Os **alunos I, J e K** apresentaram as mesmas medidas do **aluno H**, e ambos não responderam as duas perguntas desta atividade.

O **aluno L** analisou a bateria de dois celulares diferentes, ambos com mesma carga, porém com tempos de duração de carga diferentes, encontrando para o primeiro o valor da intensidade de corrente média de 50 mA e para o segundo, o valor de 25 mA. No entanto este aluno não respondeu as perguntas da atividade.

Os **alunos M e N** realizaram as mesmas medidas, em dois dispositivos móveis e um computador e encontraram intensidades de corrente elétricas médias para o primeiro dispositivo 10 mA, para o segundo 11,1 mA e para o notebook 1050 mA. No entanto ambos também não responderam as perguntas.

O **aluno O** realizou quatro medidas de intensidade de corrente elétrica de dispositivos diferentes com tempo de duração de baterias diferentes encontrando os seguintes valores: 11,1 mA, 10 mA, 21,25 mA e 50 mA. Porém, este estudante não respondeu as perguntas desta atividade.

A segunda parte da atividade teve como objetivo que os estudantes identificassem e compreendessem como determinar a corrente elétrica máxima que poderá percorrer um dispositivo elétrico e conferissem em suas casas se os disjuntores e tomadas das suas residências estão de acordo com os dispositivos conectados a ele. Os estudantes deveriam anotar na tabela do roteiro os dados com a corrente elétrica máxima de cada dispositivo e responder a pergunta: “Qual seria o disjuntor mais adequado para esta peça para que todos os dispositivos funcionem ao mesmo tempo sem o risco de uma sobre carga danificá-los?”.

Também neste roteiro havia uma tarefa para casa, onde os alunos deveriam identificar quantos disjuntores possuíam sua residência, qual era o disjuntor geral, se havia um disjuntor específico para o chuveiro elétrico e que eles estimassem qual seria a corrente elétrica total da casa se todos os dispositivos estivessem em funcionamento.

Com relação à primeira parte da atividade dois, todos os estudantes calcularam de forma correta as intensidades de corrente elétrica e identificaram o disjuntor mais adequado para conectar aos dispositivos indicados no segundo roteiro. Apenas os **alunos J, K e L** não identificaram o disjuntor mais adequado para conectar aos aparelhos elétricos citados na atividade, porém todos calcularam de maneira correta a intensidade de corrente elétrica de cada aparelho.

Na segunda parte da atividade dois, em que os estudantes deveriam realizar em casa a identificação dos disjuntores em suas residências, dois terços dos alunos realizaram de maneira correta, identificando o disjuntor geral da residência, os secundários e também estimando a corrente elétrica máxima que a residência teria com todos os seus dispositivos funcionando simultaneamente. Um terço dos estudantes entregou parte da tarefa em branco, sob o argumento que não conseguiram identificar a potência dos dispositivos que possuíam nas suas residências. Alguns deles também tiveram dificuldades para identificar os disjuntores das suas casas o que impossibilitou a realização desta tarefa. Ademais é importante ressaltar que alguns destes estudantes faltaram às aulas nos dias desta atividade. Os estudantes **I, J, K, M e N** não realizaram esta tarefa.

Com relação a esta atividade os estudantes não tiveram problemas em identificar as grandezas físicas como quantidade de carga, diferença de potencial, potência e intensidade de corrente elétrica, porém foi notória a dificuldade de identificarem as relações entre elas, mesmo com o auxílio dos textos, das aulas introdutórias e da troca de informações entre eles e com o professor durante a realização das tarefas. Acreditamos que isto se deve ao fato do estudante da EJA ter uma dificuldade de interpretação de texto pois, no que se refere à parte prática, a maioria soube identificar as medidas e também calcular da maneira correta.

Uma dificuldade encontrada para a realização desta atividade foi a rotatividade dos estudantes na aula. Metade dos estudantes assistiu a todas as aulas, os demais compareceram apenas em uma parcela das aulas; um quinto deles assistiu apenas uma das aulas desta atividade. Este fator interferiu muito, pois quando o estudante chegava à aula, tinha que retomar o que não tinha visto nas aulas anteriores ou com os colegas ou com o próprio professor. Como a turma era reduzida, apenas quinze estudantes, houve uma facilidade de auxiliar estes estudantes, porém, numa turma mais numerosa, esta atividade ficaria muito comprometida.

Nesta atividade, analisando as respostas dos estudantes, notamos que com relação a calcular a intensidade de corrente elétrica de um dispositivo, não houve dificuldade por parte dos estudantes, porém a compreensão do conceito de diferença de potencial e sua relação com a corrente elétrica foi compreendida apenas por alguns estudantes, mas no geral eles mostraram ter adquirido uma boa compreensão dos conceitos.

### 5.3 Compreendendo o conceito de resistência elétrica.

Esta atividade teve por objetivo a compreensão do conceito de resistência elétrica, sua relação com a diferença de potencial elétrico e com a intensidade de corrente elétrica, o entendimento de Efeito Joule, da Lei de Ohm e a relação de todos estes conceitos com o cotidiano do estudante. Para a apresentação destes conceitos nesta atividade foram utilizados, em aula a demonstração de três simuladores do PhET<sup>7</sup>. Também foram utilizados multímetros para efetuar as medidas das resistências dos riscos feitos com lápis em uma folha de papel e dos resistores dos chuveiros elétricos, disponibilizados para esta atividade, que será explicada mais detalhadamente nas seções seguintes. Nestas atividades pudemos notar que os estudantes executaram todas as tarefas com grande entusiasmo, especialmente pelo fato de estarem realizando experimentação com os multímetros e também por terem compreendido o conceito de resistência elétrica associado com o funcionamento de dispositivos elétricos como chuveiro, secador de cabelo, ferro elétrico etc. O retorno dado pelos estudantes nesta atividade foi muito positivo.

#### 5.3.1. Primeira Aula

Nesta aula, no primeiro momento, foi entregue o texto principal da atividade: ***Por que os dispositivos elétricos elevam sua temperatura?*** Em seguida, foi apresentado, de forma expositiva o conceito de resistência elétrica e, logo após, foi demonstrado aos estudantes o simulador do PhET: ***Circuito bateria-resistor***.

Num segundo momento da aula, foi explicado aos alunos e apresentado a eles a Lei de Ohm e como complemento foi explorado pelo professor, uma demonstração com o simulador do PhET: ***Lei de Ohm***<sup>8</sup>.

Em um terceiro momento da aula, foram discutidos os fatores que influenciam na resistência elétrica de um fio condutor sendo também apresentada a simulação do PhET: ***Resistência elétrica em um fio***<sup>9</sup>. Estes três momentos tiveram duração total de 30 minutos.

---

<sup>7</sup> Simuladores encontrados no link: [http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](http://phet.colorado.edu/pt_BR/)

<sup>8</sup> Simulador encontrado no link: [http://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law\\_pt\\_BR.html](http://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law_pt_BR.html)

<sup>9</sup> Simulador encontrado no link: [http://phet.colorado.edu/sims/resistance-in-a-wire/resistance-in-a-wire\\_pt\\_BR.html](http://phet.colorado.edu/sims/resistance-in-a-wire/resistance-in-a-wire_pt_BR.html)

Nos últimos 15 minutos finais da aula, os estudantes discutiram o texto entregue no início da aula, quando puderam esclarecer suas dúvidas com o professor.

### **5.3.2. Segunda aula**

Nos primeiros dez minutos de aula foram retomados as dúvidas referentes ao texto lido por eles na aula anterior e em suas casas. As dúvidas mais frequentes foram em relação às equações contidas no texto.

Os trinta e cinco minutos finais desta aula foram destinadas a realização das tarefas contidas no roteiro intitulado: *Compreendendo o conceito de resistência elétrica*.

Na primeira parte do roteiro era solicitado que fizessem vários riscos, com lápis em uma folha de caderno ou A4, com espessuras e comprimentos diferentes. Em seguida, solicitou-se que realizassem a medida da resistência elétrica do risco e anotassem na tabela do roteiro. Após as anotações, eles deveriam comparar suas medidas e responder as perguntas que estavam no seu roteiro. Alguns estudantes utilizaram o multímetro para medir a resistência do grafite do seu lápis, o que me sugeriu uma ideia para as atividades com outras turmas que era a de medir a resistência elétrica dos grafites de lapiseiras de diferentes espessuras e comprimentos, o que facilita mais sua medida.

Nesta tarefa a ideia era comparar os valores das resistências das linhas de grafite sobre papel para diferentes espessuras e comprimentos, confirmando experimentalmente o que havia sido mostrado no simulador. Os alunos realizaram esta atividade nos trinta e cinco minutos destinados à realização do roteiro.

### **5.3.3. Terceira Aula**

Nesta aula, os estudantes continuaram realizando a segunda parte do roteiro que era a de realizar a medida da resistência de resistores de chuveiros elétricos, na posição inverno, quando a água é mais quente e na posição em que a água é menos quente, usualmente chamada de água morna, também conhecidos respectivamente, como posição “inverno” e “verão” nos chuveiros. Esta atividade, como todas as demais, foi realizada em duplas e trios,

que receberam dois chuveiros cada, um que deveria ser conectado na rede de 110 volts e outro que poderia ser conectado na rede 220 volts.

O objetivo desta tarefa era que os estudantes fizessem um comparativo entre a resistência destes resistores, a potência dissipada por ele com esta resistência e a intensidade de corrente elétrica que percorre o resistor do chuveiro em cada situação. Também se teve como objetivo nesta tarefa que o estudante começasse a entender um pouco sobre as diferenças entre um chuveiro de 110 volts e de 220 volts, compreendendo a relação da Lei de Ohm entre resistência, diferença de potencial e intensidade de corrente elétrica.

Os estudantes realizaram as medidas solicitadas para ambos os chuveiros e em seguida, responderam as perguntas do roteiro. Calcularam através da equação  $P = \frac{U^2}{R}$ , a potência dissipada para cada resistência, e verificaram se a potência indicada na etiqueta do chuveiro conferia com a potência dissipada pelo chuveiro encontrada por eles.

Os estudantes, no final do roteiro, deveriam responder quais eram as conclusões que eles tinham desta atividade e qual era a relação entre resistência, diferença de potencial e corrente elétrica. Também foi solicitado que os estudantes realizassem, em casa, uma estimativa das resistências elétricas do ferro de passar roupas, do secador de cabelos, das lâmpadas incandescentes. Também se solicitou que realizassem um comparativo entre resistência e corrente elétrica. Também foi solicitado que eles identificassem outros dispositivos resistivos da sua casa.

#### **5.3.4. Quarta Aula**

Esta aula foi de esclarecimento de dúvidas sobre tudo o que ocorreu na atividade, porém alguns alunos não compareceram a esta aula, o que prejudicou o fechamento da atividade e as conclusões das tarefas pelos estudantes. Porém, os estudantes que compareceram puderam sanar suas dúvidas. Nesta atividade, os estudantes ainda tinham dúvidas sobre a relação entre comprimento, espessura e resistência de um condutor. Foi demonstrado e explicado novamente o simulador do PhET. Os que estavam nesta aula, conseguiram responder corretamente as questões do roteiro.

Ao final da aula, todos entregaram para o professor o roteiro respondido.

### 5.3.5. Análise das respostas do roteiro dos alunos

Na primeira parte desta atividade, os alunos deveriam fazer, com um lápis ou lapiseira, riscos de diferentes espessuras e comprimentos sobre um papel e, com um multímetro, deveriam realizar as medidas das resistências elétrica dos riscos. No roteiro há, em cada item, sugestões de riscos a se fazer; no primeiro item um risco simples, no segundo os alunos deveriam realizar um risco com maior comprimento que o anterior realizando a medida da resistência elétrica de ambos. No terceiro item, os estudantes deveriam fazer um risco com o mesmo comprimento do primeiro, porém mais espesso realizando com o multímetro a medida da sua resistência elétrica. No quarto item, o estudante possuía a liberdade para realizar riscos de diferentes tamanhos e espessuras e realizarem as medidas da resistência elétrica de cada um. No final das medidas, os alunos deveriam escrever as conclusões que tiveram com as medidas de resistência realizadas.

Na segunda parte da atividade, os alunos deveriam medir com o multímetro a resistência de um resistor de chuveiro na posição quente e na posição morna tanto para um chuveiro de 110 V como para um chuveiro de 220 V. Após a realização destas medidas, os alunos deveriam estimar a potência de cada chuveiro em cada situação. No fim do roteiro, os estudantes deveriam responder duas perguntas sobre as duas atividades: “Quais as conclusões que você obteve com os resultados obtidos nas medidas realizadas nas duas atividades?” e “Qual é a relação entre resistência elétrica e a intensidade de corrente elétrica?”. A ideia das duas perguntas era identificar se os estudantes compreenderam os fatores que determinavam a resistência elétrica e sua relação com a potência dissipada por ele e, na segunda pergunta, identificar os valores nas etiquetas dos chuveiros e através dos cálculos realizados por eles, a relação entre a resistência elétrica, a diferença de potencial e a intensidade de corrente elétrica que pode percorrer o dispositivo.

No roteiro também há uma tarefa para casa, na qual os estudantes deveriam estimar a resistência elétrica de dispositivos que encontrasse em suas residências, como ferro de passar roupas, aquecedor elétrico, secador de cabelo e lâmpadas incandescentes, bem como outros dispositivos resistivos que encontrassem em suas casas.

Na primeira atividade do roteiro, os alunos **I e K**, não realizaram esta atividade. Os demais alunos realizaram todas as medidas e responderam a questão que solicitava a sua

conclusão a partir da análise das medidas realizadas, porém os alunos **C, G, N e O** não responderam este item. As conclusões dos alunos foram as seguintes:

**Aluno A:** *“Quanto maior o risco mais resistência se tem.”*

**Aluno B:** *“Quanto mais grosso o risco, menor a resistência e quanto mais longo a resistência é maior.”*

**Aluno D:** *“Quanto maior o risco, maior é a resistência.”*

**Aluno E:** *“Quanto maior o risco e mais forte maior é a resistência.”*

**Aluno F:** *“Concluimos que quanto maior o risco e mais forte, maior a resistência.”*

**Aluno H:** *“Quanto maior o risco, maior a resistência.”*

**Aluno J:** *“Que a resistência varia conforme mudamos a espessura do risco no papel.”*

**Aluno L:** *“Isto provou que quanto mais fino e comprido, melhor é o aproveitamento da energia.”*

Nesta atividade, notamos que os estudantes não tiveram dificuldades para realizar as medidas da resistência, porém poucos alunos conseguiram associar o fato que tanto o comprimento do risco como sua espessura influenciava no valor da resistência. A maioria associou a resistência ao comprimento do risco. Porém, cabe ressaltar que a escolha do uso de riscos de grafite sobre papel para representar resistências não foi a mais adequada devido a dificuldade de reprodutibilidade da espessura em cada risco. Os próprios alunos encontraram uma solução alternativa mais adequada, quando a partir da curiosidade de alguns passaram a medir a resistência dos bastões de grafite de suas lapiseiras. Devido a isso foi modificado o roteiro; nas próximas aplicações serão utilizados grafites de lapiseira de diferentes comprimentos e espessuras, por ser de mais fácil manuseio e permitir uma melhor reprodutibilidade das medidas da resistência elétrica. O roteiro, em anexo, já possui esta modificação.

Na parte dois deste mesmo roteiro, os estudantes deveriam realizar as medidas das resistências elétricas dos resistores de um chuveiro elétrico de 110 V e de 220 V nas posições inverno e verão. Também era solicitado que os estudantes estimassem a resistência elétrica dos resistores do chuveiro utilizando as informações da etiqueta com as especificações técnicas do dispositivo e comparassem o valor encontrado com o valor medido da posição

inverno e verão. Os alunos **I** e **K**, não realizaram a atividade. Já os alunos **D**, **E**, **J** e **O**, realizaram apenas as medidas da resistência do chuveiro 110 V e 220 V nas posições inverno e verão. Os alunos **A**, **C**, **G**, **M** e **N**, realizaram todas as medidas, estimaram a resistência teórica com as especificações dos chuveiros, porém, não estimaram a potência dissipada na posição verão. Os estudantes **B**, **F**, **H** e **L**, realizaram todas as atividades de maneira correta.

Com relação às perguntas após estas atividades, nove estudantes, **A**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **I**, **N** e **O** não responderam nenhuma das perguntas. Os estudantes **B**, **H**, **K** e **L** responderam apenas a questão dois e apenas dois alunos (**J** e **M**) responderam as duas questões. As respostas dos estudantes foram as seguintes:

**Aluno B:** “2. A resistência elétrica vai determinar a corrente elétrica que vai passar no fio.”.

**Aluno H:** “2. A resistência determina a corrente elétrica que passará no fio.”.

**Aluno J:** “1. Que os valores das medidas pode estar estável ou indefinida e pode mudar também.”

“2. Tem uma resistência para diferentes tipos de corrente elétrica.”

**Aluno K:** “2. Quanto mais corrente elétrica, maior a resistência.”.

**Aluno L:** “2. A resistência determina a corrente elétrica que passará pelo fio.”

**Aluno M:** “1. Que o valor da voltagem não é o mesmo e a carga também.”.

“2. A resolução que os dois têm quanto mais à resistência que a energia.”

Apesar dos alunos **J** e **M**, responderem as duas questões, é notório que ambos não compreenderam tanto a relação entre corrente elétrica e resistência elétrica assim como as conclusões de ambos não possuem conexão alguma com o que foi feito na atividade. Porém, os estudantes que responderam apenas a questão dois, demonstraram um bom entendimento sobre a relação entre a intensidade de corrente elétrica que percorre um condutor e a resistência elétrica do mesmo.

Apenas o estudante **H**, realizou parcialmente a tarefa para casa desta unidade. Acreditamos que isso se deve ao fato de que alunos da EJA trabalham durante o dia e estudam durante a noite, não restando tempo para realizarem as atividades que são sugeridas para a realização em casa. Porém, cabe ressaltar que quando estão em sala de aula, são muito

participativos e interessados nas atividades propostas. Contudo, todos são muito dependentes da ajuda e auxílio do professor para o entendimento da realização da atividade e também para responder as perguntas contidas nas tarefas. Uma dificuldade adicional, característica dos alunos do EJA é o elevado número de faltas dos alunos, o que não permite à turma avançar de modo homogêneo nas tarefas previstas, exigindo do professor uma retomada constante das discussões de cada conceito, reduzindo ainda mais a disponibilidade de tempo para tratar todo o conteúdo previsto.

Outro fator que pode ter interferido na realização desta atividade é que há, nesta instituição de ensino, um projeto interdisciplinar cuja participação constituía trinta por cento da média final dos estudantes. Muitas vezes, ao se chegar à sala de aula, eles estavam envolvidos na realização deste projeto, o qual interrompiam para realizarem as atividades desta unidade, porém era notório que muitos estavam mais interessados na elaboração do projeto multidisciplinar.

#### **5.4. Comparando 110 volts com 220 volts através da resistência elétrica dos dispositivos elétricos.**

Esta atividade teve apenas duas aulas para a sua realização, pois a escola possui um projeto interdisciplinar onde cada grupo de estudante deveria apresentar seus resultados em uma semana inteira. Devido ao projeto ser institucional da escola, não foi possível aos estudantes desta turma ter aulas de Física neste período. Como há a necessidade na escola de uma prova e também precisávamos da avaliação dos estudantes relativamente ao projeto, esta atividade ficou com um número reduzido de aulas.

Devido a estes fatores, apenas foi entregue o roteiro desta atividade e solicitado a sua realização pelos estudantes com o meu auxílio. Os objetivos desta atividade também ficaram reduzidos, sendo solicitado apenas que eles verificassem a resistência dos dispositivos elétricos e a diferença de potencial a que eles poderiam ser submetidos e determinassem a corrente elétrica que circula no dispositivo e a potência dissipada em cada caso.

Cabe ressaltar que as discussões sobre as diferenças entre os aparelhos 110 V e 220 V e das duas redes foram feitas ao longo das atividades anteriores. Os estudantes também

participaram efetivamente destas duas aulas, perguntando e sanando suas dúvidas de Física e principalmente associando-a ao seu dia-a-dia.

#### **5.4.1. Primeira Aula**

Os estudantes dividiram-se em duplas ou trios, receberam o roteiro intitulado: *Comparando 110 V com 220 V*, segundo o qual primeiramente deveriam analisar visualmente os filamentos de duas lâmpadas, uma de 110 volts e outra de 220 volts, e também analisar visualmente os resistores de um chuveiro de 110 volts e outro de 220 volts, anotando no roteiro essas diferenças visuais. Em seguida os estudantes deviam estimar, através da equação  $R = \frac{U^2}{P}$ , a resistência elétrica do resistor de cada dispositivo em análise.

Ao final do roteiro havia alguns exercícios e questões com o objetivo que os alunos chegassem a conclusão sobre a principal pergunta feita por eles durante o semestre: “Por que, quando colocamos um dispositivo 110 V na rede 220 V, ele se danifica e quando se coloca um dispositivo 220 V em uma rede de 110 V, ele não funciona de forma adequada?”. Era importante salientar que na primeira parte da pergunta além da intensidade da corrente elétrica ser muito superior ao que o dispositivo suporta, salientou-se ao aluno que a resistência do resistor do dispositivo não se alterava, pois nenhum dos fatores que influenciam na medida da resistência era alterado devido à troca de rede. Esse era o principal objetivo desta pequena atividade de do roteiro foi elaborado para isso.

#### **5.4.2. Segunda Aula**

Esta aula foi reservada para que os alunos sanassem suas dúvidas sobre os exercícios do roteiro. Os estudantes tiveram dificuldade em chegar às conclusões a partir dos resultados obtidos nos exercícios e comparar as relações entre potência dissipada, resistência elétrica e diferença de potencial submetida.

Discutimos pelos quarenta e cinco minutos desta aula de maneira que os estudantes concluíssem o que era esperado para atividade. Acredito que, entre os estudantes que estavam em aula, as relações foram entendidas.

### **5.4.3. Análise das respostas dos roteiros da atividade**

O objetivo desta atividade era mostrar algumas situações que demonstrassem as diferenças entre dispositivos iguais, porém submetidos a uma diferença de potencial diferente. Esta atividade foi dividida em duas partes: na primeira, os alunos deviam analisar os aparelhos e identificar suas diferenças e, na segunda parte, havia cinco exercícios de fixação para responder.

Para esta atividade, foram disponibilizados aos estudantes duas lâmpadas de 60 watts, uma de 110 volts e a outra de 220 volts, e dois resistores de chuveiro de 5500 watts, também um de 110 volts e outro de 220 volts. Os alunos deveriam analisar cada um dos dispositivos e identificar as principais diferenças entre eles e as características em comum.

No roteiro, a primeira pergunta solicitava que todos analisassem os resistores dos chuveiros e identificassem as suas principais diferenças. Os alunos **G** e **J** não compareceram a esta atividade e também não entregaram os roteiros como os demais estudantes. O aluno **K**, apesar da entrega do roteiro, não realizou esta tarefa. Os demais alunos, com as suas palavras, responderam que a principal diferença entre os resistores é que o resistor do chuveiro de 110 V é mais espesso que o resistor do chuveiro de 220 V.

Na segunda pergunta da atividade, foi solicitado aos estudantes que realizassem a comparação entre duas lâmpadas, uma de 110 volts e outra de 220 volts. Com exceção do aluno **K** do aluno **D**, todos os demais identificaram as diferenças entre os filamentos das duas lâmpadas. A grande maioria observou que a lâmpada de 220 volts possuía dois filamentos enquanto a lâmpada de 110 volts possuía apenas um filamento.

A terceira pergunta solicitava o seguinte: “As potências dos dispositivos analisados acima são as mesmas? Se sim, o que será diferente entre elas além do que você verificou visualmente?”. O aluno **G** não respondeu a pergunta, como já havia citado, apenas entregou o roteiro. Os alunos **A**, **B**, **C** e **D**, não compreenderam o enunciado da pergunta e deram

exatamente as respostas que colocaram nas questões um e dois. Os alunos **H** e **L** responderam que a luminosidade da lâmpada de 220 volts seria mais intensa e que a sua durabilidade seria maior em relação à lâmpada de 110 volts. Os alunos **E**, **F**, **I**, **M**, **N** e **O**, responderam que o que diferenciava as duas lâmpadas era a intensidade de corrente elétrica que iria percorrer a lâmpada e também a resistência do resistor de cada era diferente. Nesta pergunta, a maioria mostra que observou algumas diferenças entre os dispositivos que foram analisados.

A quarta e a quinta pergunta tinham como objetivo apenas identificar se os estudantes tinham conhecimento do que ocorria quando se conecta uma lâmpada 110 volts em uma rede de 220 volts e o que ocorria quando se conecta uma lâmpada 220 volts em uma rede de 110 volts. Cem por cento deles respondeu de forma correta o que ocorria com as lâmpadas em ambos os casos.

Os exercícios foram resolvidos por todos com o auxílio do professor e corrigidos na aula onde os estudantes traziam suas dúvidas sobre a atividade realizada. As maiores dúvidas foram com relação à resolução dos exercícios. Em termos gerais, a maioria dos alunos se convenceu que para que um dispositivo gere, em uma rede de 220V, a mesma potência que gera na rede de 110V, a sua resistência deve ter  $\frac{1}{4}$  do valor e, em consequência, a corrente elétrica que percorrerá o dispositivo na rede de 220V será a metade da corrente que percorre na rede de 110V. Em ambos os casos estes dispositivos irão gerar a mesma potência. Os alunos também concluíram que se ligarem um dispositivo previsto para funcionar em uma rede de 220V em uma rede de 110V, provavelmente a única consequência será o funcionamento inadequado do equipamento, mas se conectarem um equipamento previsto para funcionar em 110V em uma rede de 220V irá dissipar 4 vezes mais energia, superaquecendo a resistência e, provavelmente, a danificando-a permanentemente.

O professor explicou que quando os equipamentos são conectados na rede correta para o qual foram projetados irão funcionar de forma igualmente correta, não apresentando nenhuma diferença observável pelo usuário. Mas, com os equipamentos que operam na rede de 220V, para operarem com a mesma potência de um dispositivo de 110 V, necessitam apenas da metade da corrente elétrica deste para funcionar. Isto acarreta em uma perda de energia por efeito Joule quatro vezes menor na rede de 220 V em relação à rede de 110 V o que, em longo prazo, leva a uma economia de energia elétrica consumida na residência.

## 5.5. Prova Avaliativa

Foi aplicada aos estudantes uma prova avaliativa com o intuito apenas de identificar como os estudantes entenderam os conceitos abordados durante as quatro atividades realizadas com todos. Como o processo de avaliação foi realizado durante todas as aulas, pela dedicação, interesse e comprometimento nas atividades, esta prova teve um caráter mais avaliativo do projeto em si do que dos alunos.

A primeira questão da avaliação tinha o seguinte enunciado: “Você comprou uma lanterna que funciona com pilhas, porém, esqueceu-se de comprá-las. Você poderá utilizar esta lanterna sem as pilhas? Justifique sua resposta.”. O objetivo desta questão era identificar se os estudantes realmente compreenderam qual é a função de uma bateria e pilha em um circuito.

Dois alunos, **D e H**, associaram às pilhas a passagem de corrente elétrica, respondendo que sem as pilhas não haveria corrente elétrica. Os alunos **A, C, I, M e O**, associaram as pilhas ao fornecimento de energia ao circuito da lanterna, respondendo que as pilhas são a fonte de energia do circuito, ou que elas fornecem energia ao circuito. Os alunos **B, E, F e J**, responderam que a lanterna não funcionaria por não está conectada a nenhuma rede elétrica. Os alunos **G, K, L e N**, associaram que sem a pilha não haveria carga elétrica para o funcionamento do circuito. Nota-se que apenas sete alunos responderam de uma maneira parcialmente correta esta pergunta, mostrando que atividade dois sobre corrente elétrica foi parcialmente efetiva na aprendizagem em menos de cinquenta por cento.

A segunda pergunta da prova era: “Uma residência possui uma tomada da sua residência que suporta uma corrente elétrica máxima de 20 A e diferença de potencial de 110 V. Nesta tomada é colocado um benjamin para conectar três dispositivos. Dois dispositivos estão plugados de maneira fixa: um televisor de especificações: 110 W – 110 V e uma luminária com uma lâmpada de especificações: 55 W – 110 V. É possível que uma pessoa conecte a este benjamin um ferro de passar roupas de especificações: 1540 W – 110 V e um secador de cabelo com especificações de 2200 W – 110 V? Justifique suas respostas.”. O objetivo desta questão é verificar se os alunos conseguiriam estimar a corrente elétrica que

percorre em cada aparelho e se é compatível com o que suporta a tomada com as especificações indicadas.

Os alunos **A, B, G, H, I, J, K, M e O** responderam de forma completamente correta esta questão, realizando a estimativa da corrente elétrica e indicando que se pode conectar o ferro elétrico no benjamim mas não sendo possível conectar o secador de cabelo, pois geraria um derretimento da tomada. Os alunos **C, D, F e L** responderam de maneira incorreta a pergunta e os alunos **E e N** não responderam esta questão. Nesta questão, mais de cinquenta por cento dos estudantes compreenderam a questão na íntegra e as suas respostas mostram que compreenderam como estimar a corrente elétrica nos dispositivos elétricos e também que o excesso de corrente elétrica pode danificar um circuito.

A terceira questão da avaliação tinha o seguinte enunciado: “Uma pessoa possui um computador portátil com uma bateria de carga total 6 Ah. Sabe-se que no alto desempenho do computador a bateria deste eletrônico descarrega completamente em 3 h e no modo economia de energia a bateria descarrega completamente em 5 horas. Qual é a intensidade da corrente elétrica média percorrida neste computador portátil em cada caso? Que conclusão você pode obter analisando os dois resultados?”. O objetivo desta questão é identificar se o estudante sabe estimar a corrente elétrica média que percorrerá o circuito do computador e se o estudante saberá associar a relação entre o tempo de duração da bateria e a intensidade da corrente elétrica média que percorre o circuito do computador portátil.

Os alunos **B, G, M e O**, responderam a questão de forma correta tanto com relação ao cálculo da intensidade de corrente elétrica média como na conclusão escrita por eles na prova, associando à medida da intensidade da corrente elétrica a duração da carga da bateria. Os alunos **D, E, F, H, J e K** responderam calculando de maneira correta a intensidade de corrente elétrica média, porém as conclusões sobre os resultados estavam incorretas, associando a intensidade de corrente elétrica com a energia consumida pelo computador portátil. Os alunos **A, C, I, L e N**, erraram a questão ou não responderam a questão da prova. Nesta questão, dois terços dos estudantes responderam de maneira correta, mostrando um bom entendimento do conceito de corrente elétrica.

A questão quatro tem por objetivo identificar se os estudantes conseguem analisar que o que diferencia uma lâmpada incandescente da outra é a resistência do resistor de cada lâmpada. O enunciado da questão é o seguinte: “Uma lâmpada incandescente com potência de

100 W é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade de 0,91 A, aproximadamente, enquanto uma lâmpada incandescente de 40 W é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade de 0,36 A. O que diferencia uma lâmpada da outra sabendo que ambas são submetidas a uma diferença de potencial de 110 V?”.

Os alunos **A, C, N e K**, responderam que o que diferenciavam as duas eram o resistor e a resistência do resistor de cada lâmpada. Os alunos **B, H, J, L, M e O**, responderam que as lâmpadas se diferenciavam pela potência, pela corrente elétrica, pelo consumo de energia e pelo filamento de cada um. Os alunos **D, E F** responderam de forma incorreta esta pergunta. Os alunos **I e G** deixaram esta questão em branco. A forma como a questão está formulada, permite ao estudante que tenha que colocar todos os fatores citados pelos alunos nas discussões, logo, esta questão permite várias respostas dos alunos e será reformulada para as próximas avaliações. Porém, cabe ressaltar que a maioria dos estudantes teve um bom entendimento e souberam estabelecer uma boa relação entre as grandezas físicas relevantes.

A questão cinco da avaliação tem por objetivo informar aos alunos o risco de uma descarga elétrica sofrida por uma pessoa e a relação entre corrente elétrica e resistência elétrica. O enunciado desta questão é o seguinte: “O chamado choque elétrico é uma das maiores preocupações de quem trabalha ou eventualmente manuseia uma instalação elétrica ou um circuito eletrônico”. Sabe-se que a resistência média do corpo humano é de 100000 ohms para o corpo com pele seca e 1000 ohms para o corpo com pele úmida ou molhada. A tabela abaixo indica os efeitos que a intensidade da corrente elétrica produz no corpo humano.

Tabela I: Efeitos que a intensidade da corrente elétrica produz no corpo humano.

<b>Número</b>	<b>Intensidade de Corrente Elétrica</b>	<b>Efeito produzido no corpo humano</b>
<b>I</b>	Até 10 mA(0,01 A)	Dor e contração muscular
<b>II</b>	De 10 mA a 20 mA(0,02 A)	Aumento da contração muscular
<b>III</b>	De 20 mA a 100 mA(0,1 A)	Parada respiratória
<b>IV</b>	De 100 mA a 3 A	Fibrilação Cardíaca
<b>V</b>	Acima de 3 A	Queimaduras graves e parada cardíaca.

Responda:

- a) Qual dos efeitos citados na tabela, que uma pessoa com a pele seca sentirá em uma eventual descarga elétrica em uma rede de 110 V? E em uma rede 220 V?
- b) Qual dos efeitos citados na tabela, que uma pessoa com a pele úmida sentirá em uma eventual descarga elétrica em uma rede de 110 V? E em uma rede 220 V?

Analisando suas respostas, “é seguro manusear a rede elétrica sem as devidas precauções?”.

Os alunos **A, C, H e L**, responderam de forma equivocada os itens da questão cinco, apenas indicando os danos sem que realizassem algum cálculo de intensidade de corrente elétrica. Os alunos **B, D, E, F, I, G, K, N, M e O** realizaram os cálculos de intensidade de corrente elétrica de maneira correta, porém, apenas o aluno **B** frisou na resposta do item (b) que o risco com pele úmida era maior do que com a pele seca. Os demais apenas responderam que não era seguro manusear a rede elétrica sem as devidas precauções. Acredito que deva ser acrescentada uma questão se o risco de uma descarga elétrica letal ou grave é maior com pele seca ou molhada e por que, pois isso induziria a uma associação entre resistência e corrente elétrica.

A questão número seis, possui o seguinte enunciado: “Uma pessoa comprou uma lâmpada incandescente com as especificações: 100 W – 220 V.”. Responda:

- a) Qual é a resistência do resistor desta lâmpada?
- b) Qual será a máxima corrente elétrica nesta lâmpada se ela for conectada em uma rede de 110 V?
- c) Qual será a potência dissipada pelo resistor da lâmpada quando ela está conectada em uma rede de 110 V?
- d) O que podemos concluir sobre o funcionamento desta lâmpada?

O objetivo desta questão é que o aluno identifique o motivo pelo qual uma lâmpada que deve ser submetida a uma diferença de potencial de 220 volts, quando conectada em uma rede de 110 volts, funciona de maneira inadequada.

Os alunos **A, B, C, D, E, F, H, I, J e K** responderam a questão de forma correta praticamente todos os itens da questão, com exceção dos alunos **E e F**, que calcularam mal a potência dissipada pela lâmpada do item (c) e dos alunos **H, I e J**, que não responderam, ou responderam de forma equivocada o item (d). Os alunos **G, M, N e O** responderam apenas os

itens (a) e (b) de forma correta, os demais itens ou não houve resposta ou foi respondido de forma equivocada. O aluno **L** não respondeu esta questão da avaliação.

## **5.6. Questionário de avaliação do projeto**

Na última aula, foi entregue um questionário com o objetivo dos estudantes avaliarem a aplicação do projeto de mestrado apresentado até agora. O questionário é composto de dez perguntas abertas onde não era necessária a identificação. Treze estudantes da turma responderam as questões.

A primeira questão perguntava se o aluno gostava de aprender Física podendo responder sim ou não, podendo justificar a opção escolhida. Doze alunos optaram pelo sim e apenas um optou pelo não. Abaixo algumas respostas das justificativas:

*“Sim, pois é muito interessante e com os materiais didáticos ficou melhor ainda.”*

*“Sim, as aulas são dinâmicas e bem explicadas.”*

*“Porque é importante para o nosso aprendizado.”*

*“Poder um dia botar em prática num emprego ou até mesmo em casa.”*

*“Gosto de saber como as coisas acontecem.”*

*“Aprendi qual disjuntor utilizar em minha casa e o consumo de cada aparelho.”*

*“Gosto de usar fórmulas.”*

*“Para compreender coisas como gravidade, eletricidade e ter a explicação matemática dos fatos físicos.”*

A estudante que respondeu que não gostava de aprender Física justificou com a seguinte resposta:

*“Eu não gostava da matéria, mas depois que estudei sobre economizar gostei.”*

Na segunda questão, foi perguntado se eles consideravam o estudo de Física importante para as vidas deles, também com as opções sim ou não com a possibilidade de justificativa da resposta. Nesta pergunta, todos responderam que sim, que o estudo de Física é

importante para a vida deles. Abaixo algumas das justificativas dadas pelos estudantes nesta questão:

*“Ensinou-me a economizar.”*

*“Pois é necessário ter uma pequena noção para o acontece no dia-a-dia.”*

*“Porque assim eu aprendo truques e evito acidentes domésticos também.”*

*“Em partes. Algum dos tópicos estudados levou e ainda levo para o dia a dia, porém, outro ainda não sabe para o que serve.”*

*“Para uma futura profissão.”*

*“Porque com ela descobrimos muitas coisas.”*

*“Pois, podemos entender algumas coisas.”*

*“Preciso compreender as coisas que me cercam e elas são repletas de leis da Física.”*

A terceira pergunta do questionário de avaliação por parte dos estudantes questionava se antes de estudar Física no semestre 2013/1 se ele gostava de aprender Física, com a opção sim ou não podendo ser justificada a opção escolhida. Sete dos treze estudantes responderam que sim, que gostavam de Física antes do semestre em que foi aplicado este produto educacional e seis responderam que não gostavam de Física antes do semestre em questão. Comparando com as respostas da questão um temos uma mudança de opinião cinco alunos com relação ao gostar das aulas de Física.

Abaixo, algumas justificativas de quem escolheu a opção sim desta questão:

*“Neste semestre ficou ainda melhor.”*

*“Por que é uma das matérias que eu mais identificava pelas curiosidades.”*

*“Sempre gostei.”*

*“Mas neste semestre aprendi melhor e gostei mais da matéria.”*

Nas próximas linhas, as justificativas de alguns alunos que optaram pela alternativa não desta terceira questão:

*“Por que os outros professores não tinham muito interesse se os alunos estavam aprendendo ou não.”*

*“Odiava, o professor do outro colégio parecia um robô, todo automático.”*

*“Por que na outra escola não entendia nada.”*

*“A Física deste semestre levou a uma compreensão da Física na prática diferente das chatas aulas convencionais.”*

A quarta pergunta questionava se o estudante havia gostado das atividades propostas nas aulas de Física, podendo optar por sim ou não e justificando sua resposta. Os treze estudantes responderam que sim, que gostaram das atividades aplicadas em sala de aula durante este projeto de mestrado. Abaixo, algumas justificativas colocadas pelos alunos para esta pergunta:

*“Sai da rotina e fica mais interessante.”*

*“Sim, super. dinâmicas, adoro!”*

*“Por que tirei dúvidas e curiosidades que eu tinha no meu dia a dia.”*

*“Sim, por causa dela troquei o chuveiro e coloquei rede 220 V em minha casa.”*

*“Descobri coisas muito interessantes sobre a eletricidade.”*

*“Muito boas, envolveu toda a turma.”*

*“Gostei de saber algumas coisas.”*

*“Foi um modo novo de aprendizagem.”*

*“Gostei, podíamos interagir com os colegas.”*

*“Por que não ficamos apenas nos textos e exercícios, mas também na prática.”*

*“Fez-me aprender mais sobre alguns dispositivos.”*

*“As atividades foram bem elaboradas e tornou fácil aprender.”*

Na quinta pergunta, questionava-se se o estudante preferia as aulas apenas com o professor expondo os conteúdos e propondo exercícios ou realizando as atividades executadas

em sala de aula. Três alunos não responderam esta pergunta deixando-a em branco, os demais expressaram sua opinião nesta questão. Abaixo, as respostas dos estudantes que responderam esta questão:

*“Atividades, pois leva a Física a pratica real.”*

*“Executando atividades com materiais e equipamentos.”*

*“Exercendo as atividades, as aulas ficam mais interessantes.”*

*“Utilizando as atividades em sala de aula.”*

*“Uma mescla entre elas.”*

*“Atividades, pois o aprendizado fica mais fácil.”*

*“Um pouco de cada.”*

*“Foi mais fácil de aprender.”*

*“Que o professor exponha e propondo exercícios.”*

*“Realizando as atividades que executei em aula.”*

É notório que nas respostas desta questão, um aluno prefere ainda aquele método tradicional de aula expositiva com exercícios, dois preferem uma mescla dos dois métodos de ensino. Porém, sete responderam de maneira positiva com as atividades propostas em sala de aula durante a aplicação deste projeto de mestrado.

A sexta pergunta, questionava qual era a atividade que o estudante mais havia gostado e que justificasse a sua preferência. Dois estudantes não responderam esta questão, deixando-a em branco. Um estudante respondeu que gostou de todas as atividades de sala de aula, um estudante respondeu que preferiu as atividades em grupo, seis estudantes preferiram a atividade da medida da resistência elétrica no grafite e principalmente no resistor do chuveiro e três estudantes gostaram mais da atividade da estimativa do consumo de energia.

Na sétima pergunta, era questionado o seguinte: “Você entendeu os conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, potência dissipada e consumo de energia elétrica com as atividades realizadas por você?” Os alunos poderiam responder que sim, não ou em parte, com a possibilidade de justificar suas respostas. Seis alunos responderam que aprenderam em

parte os conceitos abordados em aula e sete alunos afirmam ter entendido os conceitos abordados em sala de aula com as atividades trabalhadas no projeto.

Na oitava questão era perguntado se os estudantes haviam associado as atividades de Física realizadas em sala de aula com o seu cotidiano e, se no caso de resposta positiva, que citassem um exemplo. Um aluno não respondeu a pergunta deixando em branco a questão, um aluno respondeu apenas sim e os onze restantes responderam que sim, justificando-as. As respostas dos estudantes foram as seguintes:

*“Sim, compreendi como funciona em geral o funcionamento dos eletrodomésticos, tomadas em geral.”*

*“Sim, por exemplo, o quanto gastamos de energia elétrica em casa.”*

*“Sim, a do chuveiro.”*

*“Sim, agora olho todos os dispositivos eletrodomésticos para ver o consumo.”*

*“Sim, porque temos contato diário com a eletricidade.”*

*“Sim, o porquê os aparelhos queimam e super aquecem.”*

*“Sobre o consumo de energia da pra saber economizar em pouco mais ou saber quanto se gasta.”*

*“Sim, aprendi bastante sobre o chuveiro.”*

*“Sim, mostrou quanto que a gente gasta de energia elétrica com nossos aparelhos eletrônicos e chuveiro.”*

*“Sim, instalar uma rede elétrica.”*

*“Sim, gastos elétricos na minha casa.”*

Estas respostas mostram que pelo menos uma atividade foi significativa aos estudantes, porém nota-se que a maioria gostou mais da atividade sobre o consumo de energia elétrica.

A nona questão solicitava que os estudantes atribuíssem uma nota às atividades como um todo em uma escala de zero a dez. Sete estudantes atribuíram nota dez para o projeto como um todo, dois alunos atribuíram nota nove, dois atribuíram nota oito, um nota sete e meio e um atribuiu nota seis. O que mostra uma resposta muito positiva dos alunos a aplicação desta proposta de trabalho.

A última e décima questão solicitava que os estudantes colocassem alguma consideração adicional sobre as atividades. Sete estudantes se abstiveram de responder esta questão. Abaixo, as considerações de alguns estudantes referentes a esta questão:

*“Que as aulas de Física e outras ciências exatas terão mais aulas com atividades.”*

*“Essa forma de ensino deveria ser utilizada em outras matérias também.”*

*“Deveria ser cobrado mais empenho dos alunos.”*

*“Foi tudo bom para mim.”*

*“Foi bem explicado o conteúdo dado em aula.”*

*“É sempre divertido atividades práticas em aula e mais interessante também.”*

Com uma resposta negativa, mostra que os estudantes gostaram da proposta trabalhada neste projeto, mais do que ensinar Física, o objetivo deste projeto foi reelaborar na mente dos alunos a ideia do que é Física e retirar aquela ideia de que Física é uma coisa ruim.

## 6. Considerações Finais

A educação de jovens e adultos tem por característica um tempo curto para se trabalhar o conteúdo e um número reduzido de aulas para trabalhar os conceitos de Física de uma forma plena e completa. Porém, o interesse e entusiasmo destes estudantes por aprender coisas novas ou entender melhor o mundo que nos cerca é bem superior ao de estudantes da educação básica que cursam o seu nível de ensino no tempo considerado correto. Contudo, o ensino da Física fica prejudicado pelo pouco tempo para trabalhar tópicos desta disciplina e pela pouca disponibilidade de tempo dos alunos, tendo em vista que a maioria trabalha durante o dia. Geralmente, é escolhido um ou dois tópicos em cada semestre que é trabalhado para um melhor entendimento do estudante jovem e adulto.

A proposta deste projeto de mestrado tinha como objetivo entusiasmar o estudante no estudo da Física, aproximar os conhecimentos da Física com o cotidiano do aluno, melhorar a compreensão dos conceitos de eletricidade como corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial, potência dissipada, trabalho e energia, assim como a capacitá-los a estimar o consumo de energia de sua residência.

Cabe salientar que esta turma onde se aplicou esta proposta de trabalho foi submetida a duas propostas de ensino da disciplina de Física: uma forma tradicional, como eram as aulas deste professor antes do início da aplicação deste projeto e como é a maioria das aulas ministradas em outras escolas, com aula expositiva, resolução de exercícios e aplicação de uma prova avaliativa e outra, com mais independência do estudante, onde era sugerida e incentivada a leitura de um texto didático explicando os conceitos, a autonomia de realizar as atividades sem uma intervenção intensa do educador, a possibilidade da troca de conhecimentos e informações com os demais colegas e professor.

Na primeira proposta de ensino, os estudantes não tinham tanto entusiasmo nas aulas, não interagiam muito entre eles e muito pouco com o professor em sala de aula. Os conteúdos abordados nesta primeira abordagem foram os de carga elétrica, eletrização, força elétrica e campo elétrico. Todos os conceitos e definições foram abordados de maneira muito superficial, de acordo com o tempo disponível, com explicações e exercícios de fixação. Como tradicionalmente acontecia, o resultado desta metodologia não foi satisfatório; mais da metade da turma obteve desempenho abaixo da média que é de cinco pontos de dez, necessitando a realização de recuperação dos conteúdos abordados, assim como uma nova

prova avaliativa para os estudantes. Alguns conseguiram melhorar seu desempenho e entendimento desses conceitos, porém a maioria não.

Na segunda parte do semestre, onde se aplicou a proposta do projeto, os estudantes foram mais receptivos, demonstraram muito interesse na realização dos roteiros e das tarefas propostas, interagiram muito bem com os dispositivos como os multímetros, baterias de telefones móveis, chuveiros elétricos, disjuntores e lâmpadas, assim como trabalharam muito bem em duplas e trios. Em grande parte, os alunos conseguiram associar muitos conceitos de Física ao seu cotidiano, ouvi muitas frases como: “professor, agora eu entendi porque a chave geral da minha casa “cai” quando ligo o chuveiro com o ferro de passar roupas.”, “Entendi por que a bateria do meu celular dura menos quando acesso a Internet.”, “Professor, se eu utilizar menos o chuveiro elétrico, economizará mais energia.”.

Na atividade sobre a estimativa do consumo de energia elétrica, tínhamos como objetivo que os alunos associassem o consumo de energia à medida da potência do dispositivo e ao seu tempo de funcionamento. O entusiasmo e dedicação dos estudantes nesta atividade eram evidentes. Estudantes que pouco produziam em aula quando tínhamos aulas expositivas trabalharam de forma entusiasmante, perguntando, realizando o roteiro, interagindo com os colegas e professor. Nesta atividade, os estudantes discutiram sobre consumo de energia, sobre instalações elétricas irregulares, sobre o que fazer para minimizar o consumo e utilizar os dispositivos das suas residências de maneira mais eficiente. Acredito que além dos conhecimentos de Física agregou-se uma série de valores sociais e éticos na vida dos estudantes.

Na segunda atividade aplicada aos estudantes sobre corrente elétrica o objetivo era que os estudantes compreendessem os conceitos de corrente elétrica e diferença de potencial, a relação entre os dois conceitos, a importância da utilização dos disjuntores em uma rede de eletricidade, os fatores que levam a uma sobrecarga de corrente em uma residência e a suas consequências. Nesta atividade pudemos notar mais uma vez o envolvimento dos estudantes analisando as baterias dos telefones móveis discutindo sobre o funcionamento dos seus telefones e computadores (os que estavam utilizando na aula), analisando fusíveis e disjuntores e descobrindo as suas funções em uma instalação elétrica, pois muitos deles as desconheciam. Muitos estudantes compreenderam por que vários aparelhos elétricos funcionando simultaneamente como chuveiro elétrico, secador de cabelo e ferro de passar

roupas, desarmavam a chave do disjuntor geral das suas residências. Além da compreensão destes conceitos, os alunos conseguiram observar a relação dos conceitos com o seu cotidiano.

Na terceira atividade, o objetivo principal era a compreensão do conceito de resistência elétrica, sua relação com a corrente elétrica, diferença de potencial e o efeito Joule e os fatores que influenciam os valores de uma resistência elétrica. Esta atividade também foi realizada com muita dedicação e interação entre eles. Houve um pouco de dificuldade no manuseio do multímetro que foi utilizado para realizar as medidas da resistência dos riscos feitos com lápis no papel e também nas medidas das resistências dos resistores dos chuveiros, um de 110 volts e outro de 220 volts. Para utilizar os multímetros os alunos necessitaram entender os conceitos relacionados às grandezas que estavam sendo medidas, suas unidades e como o multímetro operava estas medições. Os estudantes entenderam bem os fatores que influenciam na medida da resistência elétrica, porém a relação entre corrente elétrica e resistência não ficou tão clara para alguns deles. A maioria dos alunos compreendeu os conceitos e as relações entre os conceitos de Física envolvidos nesta atividade.

Na quarta atividade, o objetivo era associar dispositivos de mesma potência, mas distintas diferenças de potencial elétrico (DDP) com a intenção que fosse identificada a diferença entre suas resistências elétricas e que os estudantes compreendessem o que realmente acontecia quando um aparelho produzido para um tipo de rede elétrica fosse conectado a outra rede de eletricidade. Os conceitos que eles deveriam entender nesta atividade estavam relacionados principalmente às relações entre corrente elétrica, diferença de potencial, resistência e dissipação de energia (efeito Joule). Os estudantes puderam visualizar as diferenças entre os filamentos das lâmpadas incandescentes projetadas para operar com diferentes diferenças de potencial elétrico, assim como compararam os resistores dos chuveiros, um de 110 volts e outro de 220 volts, anotando todas as semelhanças e diferenças. Também foram discutidas as relações entre potência, resistência elétrica e diferença de potencial, onde eles puderam compreender por que é mais conveniente utilizar instalações de 220 volts assim como por que não é adequado instalar um aparelho com indicação de uso na rede de 110 volts em uma rede de 220 volts. Contudo, a maioria dos estudantes compreendeu todas as relações que se tinha por objetivo, apesar do tempo reduzido da aplicação desta atividade.

O uso de simuladores educacionais foi de suma importância na compreensão dos conceitos que foram estudados neste projeto. Em cada uma das atividades foi mostrado aos

estudantes pelo menos um simulador do sítio eletrônico PhET Colorado. Infelizmente, a instituição não possui um laboratório de informática em perfeitas condições para que fosse possível a utilização e dos simuladores de forma interativa com pelo menos dois estudantes em cada microcomputador, podendo cada estudante interagir por si próprio com os simuladores. Porém, a escola disponibiliza um projetor com um computador com acesso a *Internet* o que possibilitou que demonstrássemos os simuladores aos estudantes. A escola também dispõe uma rede sem fio de *Internet* o que possibilitava o acesso à rede através dos telefones móveis e eventuais computadores trazidos para sala de aula. O simulador de consumo de energia elétrica de uma residência da companhia estadual de energia elétrica do rio grande do sul também foi mostrado aos estudantes e utilizado por eles. Boa parte deles desconheciam este aplicativo da CEEE e externalizaram que o utilizariam a partir de então.

Porém, houve algumas dificuldades na aplicação do projeto. A primeira delas foi que a duração de cada atividade foi superior em períodos do que havíamos previsto o que gerou algumas adaptações nas últimas atividades como a atividade da diferença entre 110 volts e 220 volts. Outra dificuldade foi a aplicação de um projeto interdisciplinar da escola em que as aulas regulares foram suspensas por uma semana para a apresentação dos trabalhos realizados pelos alunos de toda a escola, o que prejudicou em parte meu cronograma por ter sido agendada posterior ao meu planejamento de atividades. Estes fatores reduziram nosso tempo de aplicação das atividades, pois a escola possui um semestre muito reduzido tendo em vista que, ao final do semestre, houve uma semana de provas de recuperação assim como os conselhos de classe. Mesmo com essas dificuldades o objetivo de motivar mais os estudantes para as aulas de Física foram alcançados.

Contudo, apesar das dificuldades descritas no parágrafo anterior, os resultados da aplicação desta proposta foram satisfatórios, pois a motivação e, por consequência, o desempenho dos estudantes melhorou em relação ao desempenho observado nas edições anteriores da disciplina. Acredito que o objetivo principal na educação de jovens e adultos, como um meio para motivar os alunos e obter um melhor desempenho é associar os conteúdos estudados com sua vivência cotidiana e isto foi contemplado de forma plena neste projeto de mestrado.

Observamos que houve uma grande melhora no aprendizado dos estudantes, o qual pode ser notado através da atitude dos alunos em sala de aula e pela qualidade das respostas

dos estudantes, tanto na resposta dos questionários e testes como na interação com os colegas e com o professor.

Considero que os resultados obtidos neste projeto, que foram analisados de uma forma qualitativa, tanto durante a sua aplicação em sala de aula como na leitura das respostas dos estudantes foram extremamente positivos, indicando que houve uma aprendizagem significativa de grande maioria dos alunos. Também pode-se afirmar que os estudantes internalizaram os instrumentos e signos relacionados ao estudo da eletricidade e também ao seu contexto sócio histórico e cultural. Esta proposta de trabalho para EJA tem por objetivo que qualquer professor possa, com alguns recursos, aplicar e adaptar a sua realidade em qualquer lugar onde haja a educação de jovens e adultos.

Analisando os resultados desta aplicação, achamos necessária uma reaplicação do projeto já com o material didático um pouco modificado, com alterações nos textos e nos roteiros e com uma abordagem um pouco diferente, porém, não houve tempo hábil para apresentar os resultados neste trabalho por estar em processo de aplicação durante a apresentação deste. O objetivo desta reaplicação é mostrar que o material deve ser utilizado e também melhorado a cada aplicação.

## 7. Referências

AVELAR, C.M., SOARES JR., J.R., LANGHI, R., GEHLEN, S.T., *O Ensino de Matemática e Astronomia na EJA por meio da Abordagem Temática*. 2011. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011, Campinas. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/>. Último acesso em: 01 de agosto de 2014.

BRASIL. Lei N° 9.394 de 1996, lei de diretrizes e bases da educação. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19394.htm). Acesso em: 01 agosto de 2014.

BRASIL. Exame nacional para certificação de competências de jovens e adultos. 2010. Disponível em: <http://encceja.inep.gov.br/materiais-para-estudo>. Acesso em: 01 agosto de 2014.

COSTA, F. V.; HOUSOME, Y. *O ensino de eletricidade na eja: uma proposta*. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/atas/resumos/T0275-1.pdf>. Acesso em: 01 agosto de 2014.

ESPÍNDOLA, K. *A pedagogia de projetos como estratégia de ensino para alunos da educação de jovens e adultos: em busca de uma aprendizagem significativa em física*. 2005. 207 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)–Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GRAF: GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. *Leituras em Física: Eletromagnetismo*. Disponível em: <http://if.usp.br/graf/eletromagnetismo.html>. Acesso em: 01 agosto de 2014.

KRUMMENAUER, W. L. *O movimento circular uniforme para alunos da eja que trabalham no processo de produção do couro*. 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)–Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

LOPES, F. A.; SANTOS, W. M. S. *Concretizando os conceitos abstratos: aplicações dos circuitos elétricos no dia-a-dia do aluno*. In: *IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, Jaboticatubas, 2004. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/sys/resumos/T0107-2.pdf>. Acesso em: 01 de Agosto de 2014.

MELLO, A. C.; DOMACOSKI, B. G.; SILVA, M. T.; TAKAHASHI, Y. P.; FILHO, U. G.; MIQUELIN, A. F. *Reflexões Iniciais sobre Experimentação na Educação de Jovens e Adultos*. In: *XIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, Foz do Iguaçu, 2011. Disponível em: [http://www.dafis.ct.utfpr.edu.br/pibid/documentos/T3263-1\\_Experimentacao.pdf](http://www.dafis.ct.utfpr.edu.br/pibid/documentos/T3263-1_Experimentacao.pdf). Acesso em: 21 de Dezembro de 2014.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. 2 ed. Ampliada, São Paulo: EPU, 2001.

PhET COLORADO, *Interactive Simulations*. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics). Acesso em: 01 de Agosto de 2014.

PÓVOAS, R.C. *Ensino de Física da EJA: Uma abordagem Histórica do Eletromagnetismo*. 2012. 117 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Matemática) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

REKOVVSKY, L. *Física da Cozinha*. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)–Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SILVA, I.P.; RAMOS, W.T.S; PRAXEDES, A.P.P.; SILVA, F.S. *A questão da qualidade do ensino de física na educação de jovens e adultos*. In: Revista Científica do Instituto Federal do Alagoas. Disponível em: <http://www.kentron.ifal.edu.br/index.php/educte/index>. Último acesso em: 01 de agosto de 2014.

SILVA, A.S., LOURENÇO, A.K.S., NUNES, I.C., COSTA, L.C.F. *Ensino das propriedades da luz com experimentos ilustrativos elaborados com materiais de baixo custo*. In: IV CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, Belém, 2009. Disponível em: [http://ifpa.edu.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=164:congresso-norte-nordente-de-pesquisa-e-inovacao&catid=111:inovacao&Itemid=384&lang=pt](http://ifpa.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=164:congresso-norte-nordente-de-pesquisa-e-inovacao&catid=111:inovacao&Itemid=384&lang=pt). Último acesso em: 01 de agosto de 2014.



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Instituto de Física



UFRGS



COLÉGIO  
LUTERANO DA PAZ

# Consumo de Energia

Professor Rodrigo Lapuente de Almeida

# Consumo de Energia

Para estimar o consumo de energia dos dispositivos elétricos precisamos saber duas grandezas físicas:

- ✓ Potência do dispositivo;
- ✓ Tempo de funcionamento do dispositivo.

## Consumo de Energia

A potência informa o quanto de energia em joule que o dispositivo consome a cada um segundo. Ela é medida em watt (W).

Para estimar o consumo de energia utilizaremos a seguinte equação:

$$E = P \cdot t$$

## Consumo de Energia

Outra coisa que devemos calcular é o custo em reais de cada dispositivo. Basta utilizarmos a seguinte equação:

$$\text{Custo} = \text{tarifa de energia} \cdot E$$

Para o custo mensal basta multiplicarmos ou a energia diária por 30 ou multiplicarmos o custo diário pelo mesmo número.

## Apêndice 2 – Consumo de Energia – Texto de Apoio

### Você sabe estimar o consumo de energia de cada dispositivo elétrico da sua casa?

Quando recebemos nossa conta de energia elétrica, como a que está em anexo, temos diversas informações como o consumo mensal de energia nos últimos doze meses, o quanto de imposto é tarifado e a taxa de iluminação pública. Porém, não há indicado nesta conta o quanto cada dispositivo elétrico da sua casa consumiu realmente, e você sabe estimar isto? Se não souber, este texto vai auxiliá-lo a fazer esta estimativa.

Na fatura de consumo de energia em anexo, o preço do quilowatt-hora<sup>10</sup>, já acrescido dos impostos, é de R\$ 0,46, ou seja, cada kwh consumido nesta residência produzirá um custo final de 46 centavos de real. Mas, mesmo com esta informação, não conseguiremos estimar o consumo de energia de cada dispositivo elétrico. Então, como fazer?

Para estimar a energia elétrica<sup>11</sup> consumida por um dispositivo elétrico são necessárias duas informações: a potência<sup>12</sup> do dispositivo (que geralmente é dada em watt (W) ) e o tempo de funcionamento (preferencialmente em horas). Com estas duas informações podemos estimar o consumo de energia de um aparelho elétrico através da equação:

$$\text{Energia} = \text{Potência} \times \text{Tempo}$$

Ou, simbolicamente,

$$E = P \times t \quad (1)$$

---

<sup>10</sup> MEDIDA DA ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA PELAS RESIDÊNCIAS, CORRESPONDE A ENERGIA CONSUMIDA EM UMA HORA POR UM DISPOSITIVO CUJA POTÊNCIA É DE 1000 W. UNIDADE: KWH.  $1KWH = 1000W \times 3600S = 1000J/S \times 3600S = 3,6 \times 10^6 J = 3600KJ = 3,6 MJ$

<sup>11</sup> DEFINE-SE ENERGIA COMO A CAPACIDADE DE REALIZAR TRABALHO DE UMA FORÇA, NESTE CASO, A FORÇA EM QUESTÃO É A FORÇA ELÉTRICA QUE AO SER APLICADA EM UMA CARGA ELÉTRICA PRODUZ UM DESLOCAMENTO NELA, RECEBENDO ELA UM ACRESCIMO DE ENERGIA. PORÉM, NOS CASOS CITADOS TAMBÉM DEVEMOS CONSIDERAR A ENERGIA INTERNA DOS CONDUTORES QUE AUMENTAM TODA VEZ QUE A TEMPERATURA DO CONDUTOR TAMBÉM AUMENTA, OCORRENDO A TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA NA FORMA DE CALOR ENTRE O CONDUTOR E O AMBIENTE EM QUE ELE ESTÁ.

<sup>12</sup> DEFINE-SE POTÊNCIA COMO A TAXA DE TRABALHO REALIZADO POR UNIDADE DE TEMPO, OU SEJA, MEDE A TAXA DE ENERGIA RECEBIDA OU PERDIDA PELAS CARGAS ELÉTRICAS POR UNIDADE DE TEMPO. TAMBÉM PODEMOS CONSIDERAR COMO POTÊNCIA A TAXA DE CALOR TRANSFERIDO POR UNIDADE DE TEMPO ENTRE UM CONDUTOR E A ÁGUA PARA O CASO DE UM CHUVEIRO ELÉTRICO,

No sistema internacional de unidades, a unidade de medida de energia assim como de trabalho é o **joule (J)**. Porém, para as escalas de energia tipicamente utilizadas nas residências utiliza-se o kwh (quilowatt-hora). Um quilowatt-hora equivale a três milhões e seiscentos mil joules.

Se a potência do dispositivo estiver em watts, deveremos convertê-la para quilowatts. Como exemplo: um ferro de passar roupas possui uma potência de 1200 W(watts), para estimar seu consumo de energia, devemos converter esta potência para quilowatts, dividindo o 1200 W por 1000, resultando na medida 1,2 kW.

Se o tempo de funcionamento do dispositivo é dado em minutos é necessário convertê-lo para horas. Suponha que o ferro de passar do item anterior, durante seu uso, funcione por 15 min (minutos). Para realizar a conversão para hora basta dividirmos o tempo dado em minuto por 60, logo, 15 dividido por 60 que resulta em 0,25 h.

Logo, para o caso deste ferro de passar a energia consumida nestes 15 minutos será calculada da seguinte maneira:

$$E = 1,2 \text{ kW} \times 0,25 \text{ h} = 0,3 \text{ kWh}$$

Podemos estimar o custo em reais deste dispositivo multiplicando a energia consumida pela tarifa em R\$, ou seja:

$$\text{Custo} = \text{Tarifa} \left( \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}} \right) \times \text{Energia(kWh)}$$

Logo, o custo em reais considerando a tarifa de R\$ 0,46/kwh será de:

$$\text{Custo} = \text{R\$} \frac{0,46}{\text{kWh}} \times 0,3\text{kWh} \approx \text{R\$} 0,14$$

## Apêndice 3 – Consumo de Energia - Conta de Energia Elétrica Anexada ao Texto

		<b>CÓDIGO DO CLIENTE</b>	
		<b>VENCIMENTO</b>	
		<b>20/02/2013</b>	
		<b>TOTAL A PAGAR (R\$)</b>	
		<b>165,29</b>	

  

<b>DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA</b>			
Classe: Residencial		Limites Adequados: 116 a 133 Volts	
Nº de Fases: MONOFASICO		Inscrição Estadual:	
		Tarifa: BT Resid Normal	
		Tensão Nominal: 127 Volts	

  

<b>DADOS DE LEITURA E FATURAMENTO</b>			
<b>FATURAMENTO</b>	<b>EMISSÃO</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	
01/2013	23/01/2013	25/01/2013	
<b>ANTERIOR</b>	<b>ATUAL</b>	<b>PRÓXIMA</b>	
22/12/2012	23/01/2013	22/02/2013	
<b>FATOR MULTIPLICADOR:</b> 1,0	<b>FATOR POTÊNCIA:</b>		
<b>MEDIDOR</b>	<b>ANTERIOR</b>	<b>ATUAL</b>	<b>CONSUMO</b>
4606226	4514	4844	330 kWh

**Declaração de Quitação Anual de Débitos:** Para os fins da Lei 12.007/2009, declaramos quitados os débitos vencidos nos anos de 2012, 2011, 2010 e 2009. Esta declaração substitui as quitações dos débitos vencidos nos anos indicados.

  

<b>HISTÓRICO DE CONSUMO</b>			
<b>MÊS/ANO</b>	<b>kWh</b>	<b>MÊS/ANO</b>	<b>kWh</b>
JANEIRO/2013	330	AGOSTO/2012	222
DEZEMBRO/2012	314	JULHO/2012	242
NOVEMBRO/2012	273	JUNHO/2012	225
OUTUBRO/2012	229	MAIO/2012	219
SETEMBRO/2012	230	ABRIL/2012	252

  

<b>INDICADORES DE CONTINUIDADE</b>			
CONJUNTO: Cidade Industrial		<b>EUSD(R\$):</b> 52,40	
MÊS DE APURAÇÃO: NOVEMBRO /2012			
<b>INDICADOR</b>	<b>MÊS</b>	<b>METAS</b>	<b>REALIZADO</b>
DIC: Horas que o cliente ficou sem energia	5,19	10,38	20,77
FIC: Vezes que o cliente ficou sem energia	3,42	6,85	13,70
DMIC: Max. de horas contínuas que o cliente ficou sem energia	2,94		0,00
DICRI: Duração interrupção individual ocorrido em dia crítico.			Meta: 12,22
Realizado DICRI (diária): 00-00,00			

É direito do consumidor: receber compensação, de forma automática na fatura, quando a meta do indicador for ultrapassada e solicitar a apuração dos indicadores a qualquer tempo.

  

<b>COMPONENTES DA TARIFA (Resolução ANEEL 166/2005)</b>					
<b>ENERGIA</b>	<b>DISTRIBUIÇÃO</b>	<b>TRANSMISSÃO</b>	<b>ENCARGOS</b>	<b>TRIBUTOS</b>	<b>TOTAL (R\$)</b>
53,45	34,20	9,98	11,72	3,94	113,29

  

<b>REAVISO DE VENCIMENTO - AVISO DE CORTE</b>			
Caro Cliente,			
Evite a suspensão do fornecimento e o provável registro no SPC/§ERASA, pagando o(s) débito(s) abaixo relacionado(s):			
<b>VENCIMENTO</b>	<b>VALOR (R\$)</b>	<b>VENCIMENTO</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
20/01/2013	162,26		

Se o pagamento do débito acima já foi efetuado, desconsidere este reaviso. Conforme o art. 6º, § 3º, II da Lei Federal Nº 8.987/95 e o art. 172 da Resolução nº 414/10 da ANEEL, o inadimplemento do cliente poderá levar a suspensão do fornecimento da energia transcorridos 15 dias da data de apresentação deste aviso.  
O pagamento após a data de vencimento acarretará na incidência de atualização monetária, juros de mora e multa.  
Ocorrendo a suspensão do fornecimento de energia, será cobrado, no mínimo, o custo de disponibilidade no ciclo de faturamento em que ocorreu a suspensão. Não ocorrendo a solicitação de religação pelo cliente, o contrato será rescindido decorridos dois ciclos completos de faturamento.

  

<b>DESCRIÇÃO DE FATURAMENTO</b>			
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>TARIFA (sem ICMS)</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
Consumo	330	0,343305	113,29
Total dos conceitos de energia			113,29
Multa Atraso de Pagamento	1		2,60
Juros de Mora	1		0,65
Atualização Monetária	1		0,43
ICMS			37,76
Ilum. Públ. - Prefeitura Municipal			10,56
<b>TOTAL</b>			<b>165,29</b>

  

<b>MÊS / ANO</b>	
<b>JAN/2013</b>	
<b>VENCIMENTO</b>	<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>
<b>20/02/2013</b>	<b>165,29</b>

**AUTENTICAÇÃO NO VERSO.**

**ATENÇÃO:** Agendamento bancário não é considerado comprovante de pagamento. Pagamento com cheque, quitação válida após a compensação.

## Apêndice 4 – Consumo de Energia – Roteiro do Estudante – Grupo 1

### Objetivo geral:

Estimar o consumo de energia de uma residência.

### Objetivos Específicos:

Saber calcular a energia de cada dispositivo e conscientizar-se da necessidade de economizar no seu consumo.

### Grupo 1

Você mora com seu parceiro (a) em uma residência de um dormitório com uma cozinha, uma sala, um banheiro e uma área de serviço. Nesta residência há os seguintes dispositivos elétricos:

- uma geladeira com potência nominal de 250 W;
- uma televisão de 29 polegadas com potência nominal de 120 W;
- uma televisão de 20 polegadas com potência nominal de 70 W;
- cinco lâmpadas incandescentes com potência nominal de 60 W cada uma;
- um computador com monitor com potência nominal de 500 W(cpu+monitor);
- um secador de cabelo com potência nominal de 1200 W;
- um chuveiro com potência de 5500 W;
- uma máquina de lavar roupas de 1000 W.

Na tabela abaixo, estes aparelhos estão separados por potência e tempo de funcionamento.

Aparelho	Potência	Tempo de Funcionamento diário	Consumo diário de energia(kWh)	Consumo mensal de energia (kWh)	Custo Mensal(R\$)
Geladeira	250 W	24 h			
Televisor 29"	120 W	6 h			
Televisor 20"	70 W	2 h			
Lâmpada da Sala	60 W	6 h			
Lâmpada do Quarto	60 W	2 h			
Lâmpada do Banheiro	60 W	1 h			
Lâmpada da Cozinha	60 W	4 h			
Lâmpada da área de serviço	60 W	2 h			
Computador	500 W	3 h			

Secador	1200 W	15 min			
Chuveiro Elétrico	5500 W	40 min			
Máquina de lavar roupas	1000 W	1 h			
Total em R\$					

Responda:

- Escolha quatro aparelhos com potência considerável e reduza o tempo de funcionamento de cada um deles. Estime qual seria o consumo de energia após estas alterações.
- Qual seria a economia de energia considerando as alterações que realizaste no item anterior. Qual seria a economia mensal, em reais, com esta medida?
- Faça o mesmo procedimento que você realizou no item a) para quatro aparelhos de baixa potência.
- Realize o mesmo procedimento do item b) para os dispositivos escolhidos no item c).
- O que você pode concluir sobre a relação entre as potências dos dispositivos, o seu tempo de funcionamento e o consumo de energia?

## Apêndice 5 – Consumo de Energia – Roteiro do Estudante – Grupo 2

**Objetivo geral:** Estimar o consumo de energia de uma residência.

**Objetivos Específicos:** saber calcular a energia de cada dispositivo e conscientizar-se da necessidade de economizar no seu consumo.

### Grupo 2

Você é casado e tem um filho, todos moram em uma casa de dois dormitórios com um banheiro, uma sala de estar, uma cozinha e uma área de lavanderia. Na sua residência existem os seguintes aparelhos elétricos:

um chuveiro elétrico de 5500 W; uma geladeira duplex de 500 W; 6 lâmpadas incandescentes de 60 W cada uma; dois televisores de tubo de 20 polegadas com potências de 90 W; um televisor led de 42 polegadas com potência de 165 W; uma torradeira elétrica com potência de 800 W; um liquidificador com potência de 200 W; um computador de 300 W de potência; um forno elétrico com potência de 1500 W; um secador de cabelo de potência de 1000 W; uma lavadora de roupas de potência de 1000 W; uma secadora de roupas com potência de 3500 W; um dvd player com potência de 30 W; dois condicionadores de ar com potência de 1400 W.

Na tabela abaixo, estes aparelhos estão separados por potência e tempo de funcionamento.

Aparelho	Potência	Tempo de Funcionamento	Consumo de energia (kWh)	Consumo mensal de energia (kWh)	Custo Mensal (R\$)
Geladeira	500 W	24 h p/ dia			
Televisor 20´	2 x 90 W	6 h p/ dia			
Televisor Led 42´	165 W	6 h p/ dia			
Lâmpada da Sala	60 W	6 h p/ dia			
Lâmpada dos Quartos	2 x 60 W	6 h p/ dia			
Lâmpada do Banheiro	60 W	2 h p/ dia			
Lâmpada da Cozinha	60 W	6 h p/ dia			
Lâmpada da área de serviço	60 W	2 h p/ dia			
Computador	300 W	3 h p/ dia			
Secador de Cabelo	1000 W	15 min p/ dia			
Chuveiro Elétrico	5500 W	1 h p/ dia			
Máquina de lavar roupas	1000 W	1,5 h p/ dia			
Torradeira	800 W	15 min p/ dia			
Forno Elétrico	1500 W	2 h p/ semana			

Liquidificador	200 W	30 min p/ dia			
Secadora de Roupas	3500 W	3 h p/ dia			
DVD Player	30 W	3 h p/ semana			
Ar-Condicionado	2 x 1400 W	6 h p/ dia			
Total em R\$					

Responda:

- Escolha quatro aparelhos com potência considerável e reduza o tempo de funcionamento de cada um deles. Estime qual seria o consumo de energia após estas alterações.
- Qual seria a economia de energia considerando as alterações que realizaste no item anterior. Qual seria a economia mensal, em reais, com esta medida?
- Faça o mesmo procedimento que você realizou no item 1 para quatro aparelhos de baixa potência.
- Realize o mesmo procedimento do item 2 para os dispositivos escolhidos no item 3.
- O que você pode concluir sobre a relação entre as potências dos dispositivos, o seu tempo de funcionamento e o consumo de energia?

## Apêndice 6 – Consumo de Energia – Roteiro dos Estudantes – Grupo 3

**Objetivo Geral:** Estimar o consumo de energia de uma residência.

**Objetivos Específicos:** saber calcular a energia de cada dispositivo e conscientizar-se da necessidade de economizar no seu consumo.

### Grupo 3

Você reside em uma casa onde moram 5 pessoas. Neste lar há uma cozinha, dois banheiros, três dormitórios, uma lavanderia e uma sala de estar. Nesta casa são utilizados os seguintes aparelhos elétricos:

dois chuveiros elétricos com potência de 5500 W cada um; oito lâmpadas incandescentes com potência de 60 W cada uma; uma geladeira duplex de 500 W; três televisores de tubo de 20 polegadas com potências de 90 W; um televisor led de 42 polegadas com potência de 165 W; uma torradeira elétrica com potência de 800 W; um liquidificador com potência de 200 W; dois computadores de 300 W de potência cada um; um forno elétrico com potência de 1500 W; um secador de cabelo de potência de 1000 W; uma lavadora de roupas de potência de 1000 W; uma secadora de roupas com potência de 3500 W; três dvd player com potência de 30 W cada um; quatro ventiladores de teto com potência de 120 W cada um.

Na tabela abaixo, estes aparelhos estão separados por potência e tempo de funcionamento.

Aparelho	Potência	Tempo de Funcionamento	Consumo de energia (kWh)	Consumo mensal de energia (kWh)	Custo Mensal (R\$)
Geladeira	500 W	24 h p/ dia			
Televisor 20"	3 x 90 W	6 h p/ dia			
Televisor Led 42"	165 W	6 h p/ dia			
Lâmpada da Sala	60 W	6 h p/ dia			
Lâmpada dos Quartos	3 x 60 W	6 h p/ dia			
Lâmpada do Banheiro	2 x 60 W	2 h p/ dia			
Lâmpada da Cozinha	60 W	6 h p/ dia			
Lâmpada da área de serviço	60 W	2 h p/ dia			
Computador	2 x 300 W	4 h p/ dia			
Secador de Cabelo	1000 W	45 min p/ dia			

Chuveiro Elétrico	2 x 5500 W	1 h p/ dia			
Máquina de lavar roupas	1000 W	2 h p/ dia			
Torradeira	800 W	30 min p/ dia			
Forno Elétrico	1500 W	3 h p/ semana			
Liquidificador	200 W	1 min p/ dia			
Secadora de Roupas	3500 W	2 h p/ dia			
DVD Player	3 x 30 W	3 h p/ semana			
Ventilador de teto	4 x 120 W	6 h p/ dia			
Total em R\$					

Responda:

- Escolha quatro aparelhos com potência considerável e reduza o tempo de funcionamento de cada um deles. Estime qual seria o consumo de energia após estas alterações.
- Qual seria a economia de energia considerando as alterações que realizaste no item anterior. Qual seria a economia mensal, em reais, com esta medida?
- Faça o mesmo procedimento que você realizou no item 1 para quatro aparelhos de baixa potência.
- Realize o mesmo procedimento do item 2 para os dispositivos escolhidos no item 3.
- O que você pode concluir sobre a relação entre as potências dos dispositivos, o seu tempo de funcionamento e o consumo de energia?



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Instituto de Física



COLÉGIO  
LUTERANO DA PAZ

# Corrente Elétrica

Professor Rodrigo Lapuente de Almeida

## Corrente Elétrica

Define-se a corrente elétrica como o movimento ordenado dos portadores de carga elétrica. Os portadores de carga elétrica são:

- ✓ nos sólidos (fios) : elétrons;
- ✓ nos líquidos e gases: íons.

# Corrente Elétrica

Existem dois tipos de corrente elétrica:

- ✓ alternada (AC ou CA) – proveniente da oscilação dos elétrons nos condutores. A rede elétrica em nossas residências funciona por corrente alternada;
- ✓ contínua (DC ou CC) – proveniente do movimento em apenas um sentido dos portadores de carga. Dispositivos que funcionam com pilhas e baterias possuem este tipo de corrente elétrica.

# Corrente Elétrica

Podemos calcular o valor da intensidade da corrente elétrica que percorre um condutor através da equação abaixo:

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

## Diferença de Potencial Elétrico

Para que haja o movimento ordenado de cargas elétricas é necessário que o condutor seja submetido a uma diferença de potencial elétrico que é medido em volts (V).

Uma bateria de celular, com carga completa, fornece ao circuito uma diferença de potencial de 3,8 V a 4,0 V.

•

•

# Dispositivos de Proteção

São dispositivos que evitam que os aparelhos elétricos se danifiquem, por evitarem que uma intensidade de corrente elétrica superior ao que ele suporta percorra os mesmos. Os dispositivos mais comuns são:

- ✓ fusíveis;
- ✓ disjuntores.

## Apêndice 8 – Corrente Elétrica – Texto de Apoio

### Você sabe o que faz os dispositivos eletroeletrônicos funcionarem?

Se você tentar ligar um celular sem estar conectado a uma bateria, ou um televisor sem conectá-lo à rede elétrica, provavelmente não obterá sucesso, pois não percorrerá, nestes dispositivos, o que denominamos de corrente elétrica. Define-se como corrente elétrica o movimento dos portadores de carga elétrica de um corpo. No caso dos condutores elétricos nos dispositivos eletrônicos que utilizamos, estes portadores de carga são denominados elétrons. O elétron é uma das partículas fundamentais constituintes dos átomos de qualquer elemento. Qualquer elétron tem carga negativa igual a menor carga possível. Portanto a carga de um elétron é a carga fundamental. Nos condutores, alguns elétrons estão livres para se deslocarem ao longo dele, portanto uma corrente elétrica corresponde ao movimento de elétrons ao longo de um condutor. Mas o que produz este movimento de cargas elétricas em um condutor? Como resposta temos a **diferença de potencial (ddp)**, popularmente conhecida como **voltagem** ou **tensão elétrica**; sem esta diferença de potencial não existe corrente elétrica. Pilhas, baterias de automóvel e celular, e nossa rede elétrica, produzem de alguma forma esta diferença de potencial ou voltagem nos dispositivos eletroeletrônicos. A diferença de potencial que uma pilha ou bateria fornece a um circuito, assim como a fornecida pela rede de energia elétrica, é medida em **volt (V)**. Como exemplo, em uma pilha é informada a diferença de potencial elétrico (ddp) entre os terminais positivo e negativo da mesma sendo de 1,5 volts. Em uma bateria de telefone móvel geralmente a bateria possui uma diferença de potencial de 3,7 volts e em uma bateria de automóvel a ddp entre os terminais positivo e negativo é de 12 volts. Nas tomadas da rede elétrica de sua casa provavelmente a ddp será de 127 volts.

Para entendermos esta voltagem elétrica, podemos fazer a seguinte analogia: para que a água se desloque de uma caixa d'água para a torneira de sua casa é necessário uma diferença de altura entre a caixa. O que faz a água se deslocar da caixa d'água para a torneira é a diferença de potencial gravitacional entre a caixa d'água e a torneira, que fará a água descer para a torneira, devido a força gravitacional agindo sobre ela. O análogo elétrico é a diferença de potencial elétrico que existe entre os polos de uma pilha ou bateria ou de uma tomada da rede elétrica, que permitirá que os elétrons se desloquem no sentido do polo negativo para o positivo da pilha ou bateria. Ainda no análogo hidráulico de sua casa, caso a torneira esteja

em uma altura maior que a caixa d'água, será necessário o auxílio de uma bomba d'água para que se possa deslocar a água do seu reservatório até a torneira. A bomba d'água é o análogo aos geradores de eletricidade, ou aos carregadores de bateria que levam as cargas no sentido contrário, carregando a bateria ou gerando a ddp necessária para o funcionamento dos dispositivos elétricos a eles conectados.

Assim, para que haja o deslocamento de elétrons livres em um condutor sólido (fios e componentes de um circuito) é necessária uma diferença de potencial entre os dois pontos do circuito.

Se você fizer a análise de uma pilha ou uma bateria, você vai observar em todas elas há um sinal de + e outro de -, que indicam o polo positivo ou negativo das mesmas. Convenciona-se que a corrente elétrica é o deslocamento de cargas positivas no sentido do maior potencial (polo positivo) para o menor potencial (polo negativo), assim como a água que se movimenta da região de maior altura para a de menor altura em relação ao solo. Na verdade num circuito elétrico quem está se movimentando são as cargas negativas (os elétrons) no sentido do potencial negativo para o positivo, mas este movimento das cargas negativas tem o mesmo efeito como se fossem cargas positivas movendo-se no sentido contrário.

Já na rede elétrica o que determina os potenciais são os fios, neutro e fase, para uma rede onde a tensão nominal seja de 110 V e, dois fios neutros, um para cada polaridade, em uma instalação de tensão nominal de 220 V. Neste tipo de rede, temos corrente elétrica alternada, oriunda da oscilação dos elétrons contidos nos fios condutores das instalações elétricas das residências, assim como nos fios elétricos nas linhas de transmissão de energia.

### **Definição de Corrente elétrica**

A corrente elétrica é por definição o movimento ordenado dos portadores de carga elétrica e para que este movimento ocorra, é necessário que exista uma diferença de potencial entre os terminais da rede. Os portadores de carga elétrica são os elétrons livres no caso de um condutor sólido e os íons no caso de uma solução líquida e um gás. Existem dois tipos de corrente elétrica: a alternada (CA) e a contínua (CC). Na corrente elétrica contínua (CC), o fluxo de carga elétrica se dá em apenas um sentido, geralmente é produzida por pilhas, baterias, fontes de tensão de computador. Na corrente elétrica alternada (CA) o sentido do fluxo de carga inverte-se rapidamente, na mesma razão da variação da diferença de potencial,

fazendo as cargas elétricas vibrar em torno de uma posição relativa fixa, normalmente (no Brasil e em muitos Países) a taxa de 60 inversões de sentido a cada um segundo.

### **Relação matemática para estimar a corrente elétrica média**

Para estimar a corrente elétrica média que percorre um dispositivo elétrico é necessário saber a quantidade de carga que atravessa uma seção transversal do fio e o intervalo de tempo necessário para esta quantidade de carga atravessar esta seção, isto pode ser representado pela equação abaixo:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (1)$$

Onde,

$i$  = intensidade da corrente elétrica (medida em ampere [A])

$\Delta Q$  = quantidade de carga que atravessa a seção transversal do fio

(medida em coulombs [C])

$\Delta t$  = intervalo de tempo (medido em segundos [s])

Podemos utilizar esta relação matemática para medir a corrente elétrica média que percorreu um telefone móvel durante sua utilização. Por exemplo, um celular que possui uma bateria com carga total de 1000 mAh<sup>13</sup> (miliampères-hora) funciona sem ser desligado em média, por três dias (72 horas). Para saber a sua corrente elétrica média, basta realizar o seguinte cálculo:

$$i = \frac{1000 \text{ mAh}}{72 \text{ h}} \approx 13,9 \text{ mA} \approx 0,0139 \text{ A}$$

O símbolo  $\approx$  significa aproximadamente, logo, estamos aproximando o resultado obtido, pois o valor encontrado tem mais casas decimais do que as apresentadas no cálculo acima.

Portanto, nesta situação a corrente elétrica percorrida em média neste dispositivo eletrônico foi de 0,014 A.

---

<sup>13</sup> 1000 mAh seria a carga elétrica que possui uma bateria pois mA é a unidade de medida de corrente elétrica e h é a unidade de medida de tempo. Reorganizando a equação (1) temos que  $q = i \cdot t$ , que é a quantidade de carga da bateria em questão. Logo 1000 mAh corresponde a carga de 3600 coulomb, pois  $1000 \text{ mA} \times 1 \text{ h} = 1 \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ C}$

Através das grandezas diferença de potencial e corrente elétrica, podemos também saber a potência de um dispositivo elétrico ou eletrônico. A potência sempre nos informa a relação de energia consumida ou utilizada por ele durante o funcionamento por unidade de tempo. Ela sempre é medida em **watt (W)** que, na verdade, significa uma energia de um joule utilizada ou transferida a cada um segundo. A relação matemática necessária para medir a potência do circuito é dada abaixo:

Potência = diferença de potencial × corrente elétrica

$$\mathbf{P = U \cdot i} \quad (2)$$

A fórmula (2) nos dará a potência elétrica (energia/tempo) consumida por qualquer dispositivo elétrico no qual seja aplicada uma tensão (ddp) igual a **U** e por ele circular uma corrente elétrica **i**. Este dispositivo poderá ser um chuveiro elétrico que gera aquecimento, uma lâmpada que gera luz ou um motor que realiza algum tipo de trabalho.

Como exemplo, podemos calcular a potência média de um telefone móvel utilizando a intensidade da corrente elétrica média do dispositivo e utilizando a ddp da bateria do celular que é de 3,7 volts teremos:

$$\mathbf{P = 3,7 \text{ volts} \times 0,0139 \text{ ampere} = 0,0514 \text{ watt}}$$

Esta seria a potência média de consumo do dispositivo em questão.

A partir desta equação também podemos determinar a corrente elétrica média que irá percorrer um dispositivo, quando conhecemos a sua potência média e a tensão de operação:

$$\mathbf{i = \frac{P}{U}} \quad (3)$$

### **Dispositivos de Proteção**

Em nossas residências, como em qualquer rede elétrica, existem dispositivos de proteção denominados fusíveis e disjuntores, que servem para evitar danos dos dispositivos eletroeletrônicos, quando ocorre uma variação de tensão na rede, com correntes elétricas mais elevadas que os dispositivos suportariam. A principal causa dos danos causados aos dispositivos elétricos é devido ao superaquecimento de algum componente do dispositivo devido ao fenômeno chamado “Efeito Joule”, como veremos mais adiante.

Os dispositivos de proteção chamados de “fusíveis” são encontrados geralmente no interior dos equipamentos eletrônicos, tais como televisores, rádio, reprodutores de DVD etc, para que quando a corrente elétrica percorrida neste dispositivo for superior à máxima suportada por ele, haja o seu rompimento e conseqüentemente a interrupção da passagem de corrente por ele, evitando o dano em outros componentes do circuito.

O disjuntor é conectado na rede elétrica da residência e não se danifica com a passagem de uma corrente elétrica superior a especificada nele, apenas se desarma (desconecta), impedindo a passagem da corrente elétrica nos componentes que estão conectados a ele. Estes dispositivos de proteção são caracterizados pela corrente elétrica máxima que poderá percorrer os condutores dos dispositivos elétricos e da rede a que eles estão conectados.

Como exemplo, analisaremos a seguinte situação: em um chuveiro elétrico com potência elétrica de 5500 W submetida a uma voltagem de 127 V, circulará uma corrente elétrica média de:

$$i = \frac{P}{U} = \frac{5500 \text{ W}}{127 \text{ V}} = 43,31 \text{ A}$$

Logo, o disjuntor mais adequado para conectar ao chuveiro, que permitirá o seu funcionamento seguro será um de 45 A.

Em uma sala com um televisor de 100 W e três lâmpadas de 60 W, todos eles podendo ser submetidos a uma voltagem de 127 V, a corrente elétrica média será calculada abaixo:

$$i_{\text{televisor}} = \frac{P}{U} = \frac{100 \text{ W}}{127 \text{ V}} = 0,8 \text{ A}$$

$$i_{\text{lampada}} = \frac{P}{U} = \frac{60 \text{ W}}{127 \text{ V}} = 0,47 \text{ A}$$

Logo, somando as correntes elétricas dos três, chegamos ao valor de 2,21 A, então um disjuntor de 3 A seria o mais adequado para o circuito desta sala.

## Apêndice 9 – Corrente Elétrica – Roteiro dos Estudantes

**Objetivo Geral :** compreender o conceito de corrente elétrica e como ela é originada.

**Objetivos Específicos:** compreender a relação física entre diferença de potencial e corrente elétrica e relacionar estes conceitos com o seu cotidiano.

### Atividade 1

- Pegue seu aparelho de telefone móvel, desligue e retire sua bateria. Tente religá-lo sem a bateria, por que você não consegue ligá-lo com êxito? O que a bateria possui que permite o funcionamento do celular?
- Identifique na bateria do seu celular a sua carga total e a diferença de potencial que ela submete o circuito do telefone móvel e anote na tabela abaixo.
- Na mesma tabela, coloque na coluna indicada o tempo de duração (em horas) médio da carga total da bateria.
- Complete a última coluna da tabela calculando a intensidade de corrente elétrica média utilizando a equação (1) do texto recebido por você.
- Utilizando o resultado que você encontrou no item d) e a diferença de potencial da bateria do celular, calcule a potência média utilizada por este dispositivo celular.

### Tabela 1

Aparelho	Carga Total	Diferença de Potencial	Tempo de duração da carga da bateria	Corrente elétrica média do celular

Responda

- Analisando os dados da tabela 1, o que você pode concluir da relação entre diferença de potencial, corrente elétrica, quantidade de carga e tempo de funcionamento?
- Discuta com seus colegas de grupo, qual a relação entre o modo de utilização do dispositivo e a intensidade da corrente elétrica percorrida em média nele?

Atividade 2:

Na tabela 2 há uma relação de aparelhos que estão em uma peça de uma determinada residência.

**Tabela 2**

<b>Aparelho</b>	<b>Potência</b>	<b>Diferença de Potencial</b>	<b>Corrente elétrica Média</b>
Televisor	150 W	127 V	
Lâmpada	60 W	127 V	
Lâmpada	100 W	127 V	
Computador	500 W	127 V	
Ferro de Passar	1200 W	127 V	

- Complete a última coluna com as correspondentes intensidades máximas de corrente elétrica que poderiam percorrer os dispositivos elétricos da primeira coluna da tabela 2.
- Qual seria o disjuntor mais adequado para esta peça para que todos os dispositivos funcionem ao mesmo tempo sem o risco de uma intensidade de corrente elétrica superior ao que eles suportam danificá-los?

Para fazer em casa

Procure verificar na sua casa onde fica a caixa de disjuntores e observe e anote o pedido:

1. Quantos disjuntores possuem?
2. Qual é o valor da intensidade de corrente elétrica que disjuntor da chave geral pode suportar?
3. Qual é o valor da intensidade da corrente elétrica que o disjuntor do chuveiro elétrico pode suportar?
4. Faça uma estimativa de qual seria a corrente elétrica máxima se todos os dispositivos estiverem conectados ao mesmo tempo e compare com o valor da intensidade de corrente elétrica do disjuntor da chave geral.



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Instituto de Física



COLÉGIO  
LUTERANO DA PAZ

# Resistência Elétrica

Professor Rodrigo Lapuente de Almeida

## Resistência Elétrica

Define-se como a dificuldade imposta a passagem de corrente elétrica.

Na maioria das vezes os dispositivos que possuem esta características transformam energia elétrica em energia térmica.

# Resistência Elétrica

Segundo Ohm em sua lei para uma resistor com temperatura constante, a razão entre a diferença de potencial aplicada e a intensidade da corrente elétrica que percorre o mesmo é sempre uma constante.

$$\frac{U_1}{i_1} = \frac{U_2}{i_2} = \frac{U_3}{i_3} = \textit{constante} = R$$

# Resistência Elétrica

A resistência elétrica de um condutor quando sua temperatura é constante depende de três fatores:

- ✓ Material que é feito o condutor;
- ✓ Comprimento do condutor;
- ✓ Área da seção transversal do condutor (espessura);

# Resistência Elétrica

Abaixo a equação para determinar a resistência de um condutor:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

## Apêndice 11 – Resistência Elétrica – Texto de Apoio

### Por que dispositivos elétricos elevam sua temperatura?

Quando utilizamos dispositivos elétricos percebemos uma elevação de temperatura em todos eles. Muitos deles utilizam este fenômeno para o seu funcionamento, como chuveiro elétrico, ferro de passar roupas, secador de cabelo, forno elétrico, aquecedor de ambientes etc., cuja única função é transformar energia elétrica em calor. Este fenômeno ocorre devido à transformação da energia elétrica em energia na forma de calor, efeito estudado por James P. Joule em 1840, e hoje é conhecido pelo seu nome, Efeito Joule.

Associamos esta perda de energia elétrica em energia na forma de calor a uma propriedade que os condutores possuem denominada **resistência elétrica**. Podemos entender essa **resistência elétrica** como uma dificuldade a passagem de corrente elétrica. Logo, devido a esta definição, podemos dizer que, quando submetido a uma mesma diferença de potencial, quanto maior a resistência elétrica de um dispositivo, menor será a corrente elétrica que o percorre.

Os dispositivos que utilizam esta propriedade para o seu funcionamento são denominados **resistores**. Ferro de passar roupas, chuveiro elétrico e forno elétrico possuem, no seu interior, um resistor. A passagem de corrente elétrica por um resistor resulta no seu aquecimento, ou seja, transformação de energia elétrica em energia interna do resistor, resultando em um aumento de sua temperatura. O fenômeno que leva a transformação de energia elétrica em energia interna (energia térmica) nos resistores é conhecido como **Efeito Joule**, por ter sido estudado e enunciado pela primeira vez pelo físico inglês James Prescott Joule (1840).

### Lei de ohm

O físico alemão Georg Simon Ohm, analisando vários materiais e submetendo-os a várias diferenças de potencial e medindo diferentes correntes elétricas, formulou a seguinte lei:

*Em um condutor ,mantido à temperatura constante, a razão entre a **diferença de potencial** aplicada e a **intensidade da corrente elétrica** percorrida é constante. Denomina-se essa constante de **resistência elétrica**.*

Também podemos representar esta lei matematicamente:

$$R = \frac{U}{i} \quad (1)$$

Onde **R** é a resistência elétrica, medida em **ohm ( $\Omega$ )**, **U** é a diferença de potencial elétrico, medida em **volt (V)** e **i** é a intensidade da corrente elétrica, medida em **ampère (A)**.

*Exemplo: Um chuveiro elétrico possui nas suas especificações as seguintes informações:*

- Potência 5500 W
- Tensão 110 V
- Corrente elétrica 50 A

*Considerando esses dados, encontre a resistência elétrica deste resistor.*

Resolução:

Utilizando a equação (4), podemos medir o valor da resistência efetuando o cálculo abaixo:

$$R = \frac{110 \text{ V}}{50 \text{ A}} = 2,2 \Omega$$

### Outros fatores que influenciam na resistência

A resistência elétrica em um condutor depende de alguns fatores como o seu **comprimento**, que aumenta a resistência à medida que o mesmo aumenta, da sua **área transversal** (que depende da sua espessura), que diminui a resistência com o seu aumento e da resistividade que é uma propriedade do material associado à resistência elétrica. A resistividade depende do material e normalmente varia com a temperatura. Estes fatores podem ser expressos e relacionados na equação abaixo:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \quad (2)$$

onde **R** é a resistência do condutor medida em **ohm ( $\Omega$ )**, **l** é o comprimento do condutor, em **metro (m)**, **A** é a área da secção transversal, medida em **metro quadrado ( $m^2$ )**, e  $\rho$  é a resistividade do material de que é constituído o condutor, medida em **ohm-metro ( $\Omega \cdot m$ )**, que também pode variar com a temperatura.

Quando se vai escolher um resistor, é necessário analisar todos esses fatores tanto quando se quer uma pequena resistência como quando se deseja uma grande resistência,

lembrando que, como em nossas residências, a diferença de potencial elétrico é sempre a mesma, é necessário que os dispositivos possuam diferentes resistências para que funcionem adequadamente.

Existem dispositivos que variam o comprimento do resistor para que se varie a resistência do dispositivo, aumentando ou diminuindo a intensidade da corrente elétrica que o percorre, variando assim a quantidade de energia elétrica transformada em calor por Efeito Joule e, conseqüentemente, a quantidade de calor gerado. São os casos do chuveiro elétrico, secadores de cabelo, ferro de passar roupas, etc.

### **Potência dissipada pelos resistores**

Todo resistor, quando percorrido por uma corrente elétrica, transforma energia elétrica em energia térmica através do efeito joule, resultando no seu aquecimento, ou seja, aumento de temperatura. Devido à diferença de temperatura, o resistor irá dissipar este excesso de energia térmica para o ambiente exterior por meio de condução de calor por irradiação.

A radiação emitida por qualquer corpo devido à sua temperatura é conhecida por Radiação de Corpo Negro. A quantidade total de energia térmica irradiada por um corpo, bem como a distribuição desta energia irradiada ao longo do espectro eletromagnético, depende apenas de sua temperatura. Para temperaturas não muito altas (abaixo de  $\sim 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), quase toda energia irradiada pelo corpo será na região espectral correspondente ao infravermelho, ou seja calor. Neste caso este resistor irá funcionar como um aquecedor. Este é o caso dos aquecedores de ambiente, ferro de passar roupa, chuveiros elétricos, secadores de cabelo, etc.

Quando a temperatura do resistor é muito alta (acima de  $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), uma grande parte da energia térmica dissipada pelo resistor será na forma de radiação na faixa espectral visível. Neste caso este resistor irá funcionar como uma lâmpada, como as lâmpadas incandescentes, ainda hoje utilizadas na iluminação das residências.

A potência dissipada por um resistor (energia elétrica convertida por segundo em energia térmica) depende do valor da resistência do dispositivo e da corrente elétrica que passa por ele, conforme a relação abaixo

$$P = R \cdot i^2 \quad (3)$$

onde **P**, é a potência dissipada pelo resistor, medida em **watt (W)**, **R** é a resistência elétrica do dispositivo, medida em **ohm ( $\Omega$ )**, e **i**, a intensidade da corrente elétrica que percorre o aparelho, medido em **ampère (A)**.

Outra maneira de medir esta potência dissipada, é substituímos a intensidade da corrente elétrica na equação (1) pela intensidade da corrente elétrica da equação (3) e obteremos a equação (4) indicada abaixo:

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (4)$$

onde **P**, é a potência dissipada pelo resistor, **R** é a resistência do resistor e **U** é a diferença de potencial elétrico, em **volt (V)**.

Se considerarmos o chuveiro do exemplo deste texto, podemos estimar a potência dissipada por ele através da equação  $P = R \cdot i^2$ :

*Dados:*

$$R = 2,2 \Omega$$

$$i = 50 A$$

$$P = 2,2 \Omega \cdot (50 A)^2 = 5500 W$$

### **110 V ou 220 V?**

Um dos questionamentos mais comuns das pessoas é qual seria a diferença entre uma rede 110 volts e de uma de 220 volts? Um dispositivo na rede 220 volts é mais econômico que um de 110 volts? (Atualmente, a maioria das grandes cidades do Brasil a tensão das redes elétricas residenciais é de 127 V.) Para o primeiro questionamento, podemos dizer a principal diferença entre as duas redes é que um mesmo aparelho elétrico, com mesma potência, será percorrido com uma corrente elétrica menor na rede de 220 volts do que um na rede de 110 volts; neste caso seria exatamente a metade. Como exemplo, podemos utilizar dois chuveiros de 5500 watts de potência, porém, um deles produzido para uma rede 220 V e outro para uma rede de 110 V. O chuveiro de 110 volts será percorrido por uma corrente elétrica média de 50 A, enquanto o chuveiro de 220 volts será percorrido, em média, por uma corrente elétrica de 25 A. Estimando-se as resistências de cada um teremos que o resistor do chuveiro de 110 V possui uma resistência de 2,2 ohms e o resistor de 220 V possui uma resistência de 8,8 ohms,

ou seja, uma resistência quatro vezes maior, mas será percorrido pela metade da corrente elétrica. Na questão economia de energia, um chuveiro de 5500 W, tanto 110 V como 220 V dissipará a mesma energia, logo o consumo de energia será o mesmo. Porém, como a intensidade da corrente elétrica do chuveiro de 110 volts é o dobro da intensidade da do chuveiro de 220 volts, a potência dissipada na rede de 220 V será um quarto da potência dissipada nos fios da rede elétrica de 110 V e, portanto, a longo prazo, tem-se uma perda menor de energia e também uma conservação maior dos componentes e dos aparelhos elétricos na rede de 220 volts, portanto, mais economia.

## Apêndice 12 – Resistência Elétrica – Roteiro dos Estudantes

**Objetivo da Atividade:** ao final destas atividades você deverá ter compreendido o conceito de resistência e suas relações que determinam sua medida.

**Para esta atividade o seu grupo utilizará:**

- dois chuveiros elétricos: um de 127 V e outro de 220 V
- um multímetro;
- bastões de grafite.

### Atividade 1

Você recebeu pequenos bastões de grafite com diferentes comprimentos e espessuras. Com a ajuda de um multímetro, meça a resistência elétrica de cada um deles e anote na tabela abaixo.

Espessura	Comprimento	Resistência
0,5 mm	2 cm	
0,5 mm	5 cm	
0,7 mm	2 cm	
0,7 mm	5 cm	

- Para bastões de mesma espessura, quando o comprimento do bastão é maior, o que acontece com o valor da resistência medida?
- Para bastões de mesmo comprimento, quando a espessura do grafite é maior, o que acontece com o valor da resistência medida?
- Que conclusões você tem com as medidas realizadas?

### Atividade dois

- Coloque os dois chuveiros na posição inverno meça com o multímetro a sua resistência elétrica. Não esqueça de desconectar da rede elétrica. Anote as medidas.
- Coloque os dois chuveiros na posição verão e meça com o multímetro as suas resistências elétricas e anote os valores medidos.
- Sabendo a voltagem da rede e a potência do chuveiro na posição inverno, determine a resistência do resistor do chuveiro. Que expressão você utilizou para este cálculo? Este valor confere com os dados obtidos pelo multímetro?

- d) Utilizando o valor da resistência medida anteriormente determine novamente a potência deste chuveiro quando for submetido à diferença de potencial indicada no próprio dispositivo.
- e) Determine a intensidade de corrente elétrica em cada caso.

### **Perguntas**

- a) Quais as conclusões que você obteve com os resultados obtidos nas medidas realizadas nas duas atividades?
- b) Qual é a relação entre resistência e corrente elétrica?

### **Para fazer em casa**

- a) A partir da potência elétrica declarada pelos fabricantes e da tensão na rede de sua casa, analise e estime a resistência elétrica dos resistores dos aparelhos de sua residência como o ferro de passar roupas, aquecedor elétrico, secador de cabelo e lâmpadas incandescentes. Determine também a corrente elétrica média que percorre estes dispositivos.
- b) Além dos dispositivos citados no item um, tente identificar outros dispositivos resistivos em sua casa e realize o mesmo procedimento do item anterior.

## Apêndice 13 – Diferença entre 110 V e 220 V – Roteiro dos Estudantes

**Objetivo da Atividade:** Mostrar a relação entre intensidade de corrente, diferença de potencial elétrico, potência dissipada e resistência elétrica nas diferentes redes existentes nas residências.

### Atividade

1. Analise os resistores dos chuveiros 110 V e 220 V. Existe diferença entre eles? Quais?
2. Analise as lâmpadas 110 V e 220 V. Existe diferença entre elas? Quais?
3. As potências dos dispositivos analisados acima são as mesmas? Se sim, o que será diferente entre eles além do que você verificou visualmente?
4. Se você conectar a lâmpada especificada para 110 V em uma rede de 220 V, o que acontecerá?
5. Se você conectar a lâmpada especificada para 110 V em uma rede de 220 V, o que acontecerá?

### Exercícios

1. A resistência dos dispositivos se altera, quando conectado em uma rede diferente da especificada na sua etiqueta?
2. Na tabela abaixo complete as colunas com as intensidades de corrente elétrica máxima e com a resistência de cada dispositivo:

Aparelho	Potência	Tensão	Corrente elétrica Máxima	Resistência
Chuveiro	5500 W	110 V		
Secador de Cabelo	1500 W	220 V		
Lâmpada Incandescente	40 W	110 V		
Ferro de Passar Roupas	1100 W	110 V		

3. Considerando o secador de cabelo da tabela acima, qual seria a intensidade de corrente elétrica percorrida e a potência dissipada pelo resistor do secador se o mesmo fosse conectado em uma rede de 110 V? Como seria seu funcionamento?
4. Considerando o ferro de passar roupas da tabela acima, qual seria a intensidade de corrente elétrica percorrida e a potência dissipada pelo ferro se o mesmo fosse conectado em uma rede de 220 V? Como seria o seu funcionamento?
5. Qual é a principal diferença entre uma lâmpada de 100 W/110 V e uma lâmpada de 100 W/220 V? Qual delas consome mais energia por segundo?

## Apêndice 14 - Questionário de Avaliação dos Estudantes sobre o Projeto

Gostaríamos de ter sua opinião honesta sobre as atividades desenvolvidas em nossas aulas em que estudamos os conceitos de eletricidade, analisando dispositivos elétricos com o auxílio dos textos fornecidos em sala de aula. Por favor, responda o questionário abaixo optando pela alternativa que melhor explica sua opinião e aproveita para registrar o que você realmente pensa.

1. Você gosta de aprender Física?

- a. Sim.
- b. Não.

Justifique sua resposta.

---

---

---

2. Você considera o estudo de Física importante para a sua vida?

- a. Sim.
- b. Não.

Justifique sua resposta

---

---

---

3. Antes de estudar Física neste semestre, você gostava de aprender Física?

- a. Sim.
- b. Não.

Justifique sua resposta.

---

---

---

4. Você gostou das atividades propostas nas aulas de Física?

- a. Sim.
- b. Não.

Justifique sua resposta.

---

---

---

5. Você prefere que as aulas de Física sejam com o professor expondo os conteúdos e propondo exercícios ou realizando as atividades que você executou em sala de aula?

---

---

---

---

6. Das quatro atividades que você realizou qual você gostou mais? Por quê?

---

---

---

7. Você entendeu os conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, potência dissipada e consumo de energia elétrica com as atividades realizadas por você?

- a. Sim.
- b. Não.
- c. Em parte.

Justifique sua resposta.

---

---

---

8. Você acha que as atividades de eletricidade realizada por você associou a Física com o seu cotidiano? Em caso positivo, cite exemplos.

---

---

---

---

---

9. Gostaríamos, agora, que você expressasse sua opinião sobre o trabalho desenvolvido. Que nota de zero a dez você daria às atividades realizadas no estudo da eletricidade?

---

10. Se você quiser fazer alguma consideração adicional sobre as atividades desenvolvidas no projeto, será de muita importância tal manifestação. Nesse caso escreva no espaço abaixo:

---

---

---

---

## Apêndice 15 – Termo de consentimento do uso de imagem nas apresentações do projeto

### Termo de Autorização do uso de Imagem

Eu,

---

\_\_\_\_\_, portador da célula de identidade número \_\_\_\_\_, residente da cidade de \_\_\_\_\_ **AUTORIZO** o uso da minha imagem com fotos para ser utilizada na dissertação de mestrado profissional em ensino de física intitulada **Ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos: contextualizando de uma forma significativa o estudo da eletricidade**, e em apresentações do projeto para o público acadêmico.

Por esta ser a expressão da minha vontade, declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro.

---

Assinatura

## Apêndice 16 – Prova Avaliativa da Primeira Aplicação

Nome:

Turma: 231

Data: 25/junho/2013

Prova Avaliativa

Questão 01

Você comprou uma lanterna que funciona com pilhas, porém, esqueceu-se de comprá-las. Você poderá utilizar esta lanterna sem as pilhas? Justifique sua resposta.

Questão 02

Uma residência possui uma tomada da sua residência que suporta uma corrente elétrica máxima de 20 A e diferença de potencial de 110 V. Nesta tomada é colocado um Benjamin, podendo conectar a tomada três dispositivos. Dois dispositivos estão plugados de maneira fixa: um televisor de especificações: 110 W – 110 V e uma luminária com uma lâmpada de especificações: 55 W – 110 V. É possível que uma pessoa conecte a este Benjamin um ferro de passar roupas de especificações: 1540 W – 100 V? E um secador de cabelo com especificações de 2200 W – 110 V? Justifique suas respostas.

Questão 03

Uma pessoa possui um computador portátil com uma bateria de carga total 6 Ah. Sabe-se que no alto desempenho do computador a bateria deste eletrônico descarrega completamente em 3 h e no modo economia de energia a bateria descarrega completamente em 5 horas. Qual é a intensidade da corrente elétrica média percorrida neste computador portátil em cada caso? Que conclusão você pode obter analisando os dois resultados?

Questão 04

Uma lâmpada incandescente com potência de 100 W é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade de, aproximadamente, 0,91 A enquanto uma lâmpada incandescente de 40 W é

percorrida por uma corrente elétrica de intensidade de 0,36 A. O que diferencia uma lâmpada da outra, sabendo que ambas são submetidas a uma diferença de potencial de 110 V?

#### Questão 05

O chamado choque elétrico é uma das maiores preocupações de quem trabalha ou eventualmente manuseia uma instalação elétrica ou um circuito eletrônico. Sabe-se que a resistência média do corpo humano é de 100.000 ohms para o corpo com pele seca e 1000 ohms para o corpo com pele úmida ou molhada. A tabela abaixo indica os efeitos que a intensidade da corrente elétrica produz no nosso humano.

Tabela I: Efeitos que a intensidade da corrente elétrica produz no corpo humano.

Número	Intensidade de Corrente Elétrica	Efeito produzido no corpo humano
I	Até 10 mA(0,01 A)	Dor e contração muscular
II	De 10 mA a 20 mA(0,02 A)	Aumento da contração muscular
III	De 20 mA a 100 mA(0,1 A)	Parada respiratória
IV	De 100 mA a 3 A	Fibrilação Cardíaca
V	Acima de 3 A	Queimaduras graves e parada cardíaca.

#### Responda:

- Qual dos efeitos citados na tabela, que uma pessoa de pele seca sentirá em uma eventual descarga elétrica em uma rede de 110 V? E em uma rede 220 V?
- Qual dos efeitos citados na tabela, que uma pessoa com a pele úmida sentirá em uma eventual descarga elétrica em uma rede de 110 V? E em uma rede 220 V?
- Analisando suas respostas, é seguro manusear a rede elétrica sem as devidas precauções?

Questão 06: Uma pessoa comprou uma lâmpada incandescente com as especificações: 100 W – 220 V. Responda:

- Qual é a resistência do resistor desta lâmpada?
- Qual será a máxima corrente elétrica nesta lâmpada se ela for conectada em uma rede de 110 V?
- Qual será a potência dissipada pelo resistor da lâmpada quando ela está conectada em uma rede de 110 V?
- O que podemos concluir sobre o funcionamento desta lâmpada?

Boa Prova!