



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA - CUA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA - ICET
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

CONSTRUÇÃO DE UM ROTEIRO DE APOIO ÀS AULAS DE ELETRICIDADE
USANDO CONCEITOS DE ECONOMIA DOMÉSTICA DE ENERGIA ELÉTRICA:
CONFIGURAÇÃO DE UM MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO

PAULO MENDES BARBOSA

Barra do Garças - MT

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA - CUA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA – ICET
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

CONSTRUÇÃO DE UM ROTEIRO DE APOIO ÀS AULAS DE ELETRICIDADE
USANDO CONCEITOS DE ECONOMIA DOMÉSTICA DE ENERGIA ELÉTRICA:
CONFIGURAÇÃO DE UM MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO

PAULO MENDES BARBOSA

ORIENTADOR: PROF. DR. GILBERTO DE CAMPOS FUZARI JUNIOR

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Barra do Garças - MT

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

M538c Mendes Barbosa, Paulo.
 CONSTRUÇÃO DE UM ROTEIRO DE APOIO ÀS AULAS DE
 ELETRICIDADE USANDO CONCEITOS DE ECONOMIA DOMÉSTICA DE
 ENERGIA ELÉTRICA: CONFIGURAÇÃO DE UM MATERIAL
 POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO / Paulo Mendes Barbosa. -- 2015
 172 f. : il. color. ; 30 cm.

 Orientador: Gilberto de Campos Fuzari Junior.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso,
 Campus Universitário do Araguaia, Programa de Pós-Graduação:
 Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF,
 Barra do Garças, 2015.
 Inclui bibliografia.

Título. 1. Eletricidade. 2. Recursos didáticos. 3. Aprendizagem significativa. I.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA - CUA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA – ICET
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

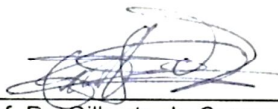
Construção de um roteiro de apoio às aulas de eletricidade usando conceitos
de economia doméstica de energia elétrica: configuração de um material
potencialmente significativo

Autor: Paulo Mendes Barbosa

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Campos Fuzari Junior

Aprovada em 07 de dezembro de 2015.

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Gilberto de Campos Fuzari Junior



Prof. Dr. Cicero Rafael Cena da Silva



Prof. Dr. Arian Paulo de Almeida Moraes

Dedico este trabalho a pessoas de grande importância em minha vida: Rosangela, minha esposa que durante esta jornada fez-me conhecer o mais puro e ativo dos sentimentos: o amor de pai e também a Paulo Jorge, nosso amor maior, o qual foi concebido durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me orientar em todos os momentos de minha vida. Agradeço também por me cercar de pessoas especiais que me ajudaram a dar leveza a esta etapa de tantos desafios.

Ao Prof. Dr. Gilberto de Campos Fuzari Junior, pela oportunidade, pela admiração em se fazer pesquisa, pela orientação e pelo exemplo de pessoa integra, dedicada e idônea. Obrigado por me trazer serenidade nos momentos difíceis e fazer dessa jornada um período mais leve. Obrigado por me ajudar a enxergar a beleza que existe neste caminho.

A Profa. Dra. Elen Poliani Arlindo Fuzari pelas inúmeras dicas e correções no trabalho, as minhas sinceras gratidões.

À CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa oferecida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFMT, Campus do Araguaia e também aos professores que participaram da avaliação do meu trabalho, por contribuírem para meu aprendizado.

À Rosangela, minha esposa. Obrigado por seu apoio caloroso e por estar presente naqueles momentos difíceis de questionamento. Ao Paulo Jorge minha joia rara que é a minha fonte de energia para sempre seguir em frente.

À minha querida e amada Família pelos valiosos ensinamentos transmitidos ao longo de minha vida, por me ensinar que simplicidade, respeito e perseverança são preceitos importantes para nosso crescimento como ser humano.

Aos amigos: Cleidsom, Adriano, Carol, Rosilene e Solange pela amizade conquistada, pela convivência, pela ajuda, e principalmente pelos agradáveis momentos compartilhados.

Aos colegas professores que lecionam a disciplina de Física, e que se dispuseram a participar da pesquisa, respondendo questionários, aos quais fico grato.

Aos colegas de mestrado. Fico feliz em poder presenciar o sucesso de cada um de vocês. Obrigado a todos pela colaboração. Apoio nos momentos de desafio, decepções, alegrias e conquistas! Obrigado por participar efetivamente desse sucesso.

“Faça sua parte e não se preocupe com os outros. Acredite que Deus também fala com eles, e que eles estão tão empenhados quanto você em descobrir o sentido da vida”

Paulo Coelho

RESUMO

Este trabalho configura a construção de um roteiro de apoio às aulas de eletricidade, usando conceitos de economia doméstica de energia elétrica, buscando introduzir conceitos de eletricidade mais próximos da realidade dos alunos. A conta doméstica de energia elétrica foi utilizada como âncora, por meio das unidades de medida, gráficos de consumo médio comparativos de barras, os preços estabelecidos por faixas de consumo e o sistema de bandeiras que passou a vigorar a partir de 2015, para inserir outros conceitos de eletricidade, tais como: energia elétrica, diferença de potencial, carga elétrica, força elétrica e campo elétrico, sem restringir o uso da linguagem matemática. Paralelamente, trabalhou-se com as formas de geração de energia elétrica, as políticas energéticas e as principais fontes de energia no país e no mundo e impactos para a geração e distribuição. Essa proposta pedagógica de trabalho, considerou as condições necessárias para que ocorra aprendizagem significativa, privilegiando e explorando conceitos prévios. Por considerar que os alunos aprendem de maneiras diferentes, sendo indivíduo ímpar, exploramos os diferentes tipos de inteligências e competências (habilidades somadas a talentos), consolidados nas inteligências múltiplas. Essa sequência didática, configurou-se em um minicurso com 20 horas-aulas, no qual utilizou-se recursos didáticos e pedagógicos contextualizados com a realidade atual, tais como: (re) produção de experimentos, tanto em laboratório virtual (simuladores), quanto em laboratório didático – experimentos simples de baixo custo e resolução de situações problemas. Analisando o trabalho de forma geral, por meio de notas de aulas, situações problemas, questionários (antes, ao longo e posteriormente ao minicurso), mapas conceituais e intervenções, foi possível observar algumas mudanças na forma de os alunos expressarem conceitos físicos relacionados à eletricidade, em discursos mais amarrados com sua vida cotidiana.

Palavras-chaves: Eletricidade. Recursos didáticos. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This paper configures the construction of a support guide to electricity classes, using domestic economy concepts of electric power, trying to introduce electricity concepts nearest from the reality of students. The domestic electricity account was used as an anchor through measurement units, comparative bars charts of average consumption, the prices established by consumer groups and the flag system that took effect in 2015, to insert other electricity concepts, such as electric power, potential difference, electric charge, electric force and electric field, without restricting the use of mathematical language. At the same time, forms of electric power generation were worked, as well as the main sources in the country and in the world, and energy policies aimed at saving electricity in a sustainable way of life on our planet. This pedagogical work proposal considered the necessary conditions for meaningful learning to occur, emphasizing and exploring previous concepts. Considering that students learn in different ways, and each of them is unique and individual, the different types of intelligences and skills (skills added to talent), consolidated in multiple intelligences, were explored. This teaching sequence was configured in a 20-hour course, in which teaching and learning resources contextualized with the current reality were used, such as: (re)production of experiments both in virtual lab (simulators) and in teaching laboratory - simple inexpensive experiments and resolution of problem situations. In analysis and final considerations, obtained by classes notes, problem situations and questionnaires (before, during and after the course), concept maps, some changes were observed in the way students express physical concepts related to electricity, in speeches linked to their everyday life.

Keywords: Electricity, teaching resources, meaningful learning

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de um mapa conceitual _____	24
Figura 2 - Mapa conceitual 1: Eletrostática _____	50
Figura 3 - Mapa conceitual 2: Eletrodinâmica _____	52
Figura 4 - Mapa conceitual 3: Economia de energia elétrica _____	53
Figura 5 - Mapa conceitual 4: Análise da conta de energia elétrica _____	55
Figura 6 - Simulando o consumo de energia _____	58
Figura 7 – A pilha de batata doce _____	59
Figura 8 - Simulação Lei de Ohm _____	64
Figura 9 - Régua eletrizada, atraindo um pedaço de papel alumínio neutro _____	66
Figura 10 - Representação do vetor campo elétrico: (a) em um ponto mais distante; e (b) em um ponto mais próximo da carga geradora _____	68
Figura 11 - representação do vetor força elétrica, resultante entre duas cargas de sinais opostos. Em (a) a distância entre as cargas é menor; e em (b) a distância entre elas é aumentada _____	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Questionário Q1(a): aos professores que lecionam a disciplina de Física	38
Quadro 2 - Questionário Q1(b) aos alunos que terminaram o curso de Eletricidade	39
Quadro 3 - Respostas do questionário Q2 respondido por alunos no início do minicurso	42
Quadro 4 - O plano de aula	44
Quadro 5 - Questionário Q1(b), aos estudantes que finalizaram o minicurso	46
Quadro 6 – Mapa de uma casa modelo	56

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 A TEORIA DE AUSUBEL: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	16
2.2 HOWARD GARDNER: AS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS	20
2.3 MAPAS CONCEITUAIS	22
2.4 EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO	24
2.5 TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA	26
2.6 LABORATÓRIO VIRTUAL	29
2.7 ANÁLISE QUALITATIVA.....	33
CAPÍTULO 3: OBJETIVOS	35
3.1 OBJETIVO GERAL	35
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
CAPÍTULO 4: METODOLOGIA.....	36
4.1 PLANEJAMENTO DO MINICURSO.....	37
4.2 VERIFICAR OS CONCEITOS PRÉVIOS QUE OS ALUNOS TRAZEM EM RELAÇÃO A ELETRICIDADE.....	40
4.3 O DESENVOLVIMENTO DAS AULAS.....	43
CAPÍTULO 5: ANÁLISE DOS RESULTADOS	45
5.1 A POTENCIALIDADE DO MATERIAL	45
5.2 ANALISANDO O QUESTIONÁRIO Q1(b) REAPLICADO.....	46
5.3 ANALISANDO OS MAPAS CONCEITUAIS	48
5.3.1 O MAPA CONCEITUAL 1.....	49
5.3.2 O MAPA CONCEITUAL 2.....	51
5.3.3 O MAPA CONCEITUAL 3.....	53
5.3.4 O MAPA CONCEITUAL 4.....	54

5.4 ANALISANDO AS SITUAÇÕES PROBLEMAS PROPOSTAS NESSE ESTUDO	55
5.4.1 A SITUAÇÃO PROBLEMA 1	55
5.4.2 A SITUAÇÃO PROBLEMA 02	59
5.4.3 A SITUAÇÃO PROBLEMA 03	60
5.4.4 A SITUAÇÃO PROBLEMA 04	62
5.4.5 A SITUAÇÃO PROBLEMA 05	64
5.4.6 A SITUAÇÃO PROBLEMA 06	65
5.4.7 A SITUAÇÃO PROBLEMA 07	67
CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS.....	73
ANEXO: PRODUTO EDUCACIONAL	77

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

O mundo atual é cercado de tecnologia, as pessoas se apropriam dessa e a usam cada vez mais, mesmo para as tarefas mais simples. Somado a isso, como relata Ricardo (2011), as exigências do mundo moderno fazem com que a pertinência do que se ensina na escola e a formação que se oferece sejam questionadas. Mas toda essa tecnologia é movida pela eletricidade, e o que ouvimos é que devemos economizar energia elétrica. Mas por quê? Energia não se perde, é o que nós professores tentamos incansavelmente ensinar aos nossos estudantes, e na prática parece mera informação a ser depositada de forma arbitrária e fragmentada na estrutura cognitiva da maior parte dos estudantes.

Muitos alunos que atualmente frequentam uma escola, infelizmente têm a visão do conhecimento de Física como algo inatingível, muito distante da sua realidade, de pouco aproveitamento ou significados às suas necessidades.

Assim, o ensino de Física aplicado em grande parte das escolas de educação básica no Brasil, pode não estar de acordo com a realidade dos estudantes. É dado prioridade às aulas expositivas, onde muitos professores seguem fielmente o livro didático adotado pelas escolas, dando ele prioridade às deduções de fórmulas e a resolução repetitiva de exercícios, sendo o professor o detentor do conhecimento. Situação essa centrada na aprendizagem mecânica levando os alunos a automatização ou memorização. Muitos alunos aprendem momentaneamente para uma prova e depois não lembram de mais nada, assim o ensino de Física fica desprovido de significados e produz nos estudantes a falta de pré-disposição em querer aprender.

Não é considerado a participação ativa do aluno nem a importância de conceitos, avanços tecnológicos, novas tendências em ensino, contextualização do material utilizado, os diversos recursos pedagógicos disponíveis na atualidade. Isso leva os alunos a crer que a sua estrutura cognitiva seja uma tábula rasa, eles veem a ciência ensinada na escola como distinta da Ciência do cotidiano. Ao invés de os conceitos serem integrados em uma ciência real e tangível, ela sofre um processo de diferenciação para muitos alunos, tomada apenas como aceitável, embora impraticável em seu universo fora da sala de aula. Mas de que forma podemos mudar

este paradigma? Primeiro é necessário identificar as possíveis causas desse desdobramento do conhecimento e formas de contorná-las.

Propomos então configurar um material, ou seja, um roteiro de apoio as aulas de Eletricidade com características de potencialmente significativo, considerando todos os pontos definidos: material contextualizado, organizado de modo sequencial (ação temporal), apresentando diversos recursos didáticos acessíveis, propondo atividades diversificadas, que possam atender ao maior número possível de alunos, aceitando cada estudante como indivíduo ímpar em aprendizagem, construtor e protagonista de seu conhecimento, inserindo como âncora, a conta doméstica de energia elétrica para fixar-se novos conceitos. O material leva em consideração os conceitos de Eletricidade, do ponto de vista histórico, se utilizando de linguagem apropriada, da simbologia e das representações e terminologias segundo as imagens dos cientistas que as produziram, mas adaptando a realidade atual. Para Siqueira e Pietrocola (2006), um conteúdo a ser ensinado, passa pela transformação sequencial e adaptativa ao contexto atual do estudante, que o leva a tomar lugar entre os objetos de ensino e que eles classificam como transposição didática.

Almejamos estudar os conceitos de carga elétrica, potencia, energia elétrica, tensão elétrica, intensidade de corrente elétrica, resistência elétrica, força elétrica e campo elétrico (conceitos de Eletroestática e Eletrodinâmica), ainda os sistemas de bandeiras que passou a vigorar a partir de março de 2015, as tarifas e impostos embutidos na conta de energia, os gráficos médios de consumo de energia elétrica, o tipos de geração de energia, os impactos ambientais e sociais quanto a construção de usinas em certas regiões de maneira que possa acontecer aprendizagem significativa.

A primeira condição de Ausubel é que o material esteja ancorado com a realidade do aprendiz e a rede cognitiva dele deve conter certos subsunçores (conceitos chaves), para que os novos conceitos possam ser incorporados a esta rede de forma significativa. Na falta destes se faz necessário a utilização de organizadores prévios. De acordo com Moreira (2011), em quaisquer dos casos é necessária a configuração de um material potencialmente significativo.

Levando em consideração todos os pontos acima destacados, o estudante deve querer aprender para que realmente a aprendizagem significativa ocorra (segunda condição de Ausubel). O que destaca Moreira (2011), é que a falta dessa

pré-disposição em querer aprender por parte dos alunos é um dos grandes problemas encontrados pelos professores em sala de aula.

No entanto, é necessário que o professor entenda a necessidade em desempenhar um papel atualizado e se desvincular de certas práticas antigas, e buscar se encaixilhar em práticas atuais. Saber lidar com os erros conceituais que os alunos trazem, procurar selecionar atividades no sentido a descobrir os conhecimentos prévios dos alunos. Organizar uma situação de aprendizagem centrada nas diferenças de cada aluno, pois, sempre vai trabalhar com um grupo heterogêneo. Procurar auxiliar os alunos a se organizarem, respeitar as diferenças dos outros, adquirir capacidades em fazer consultas em livros, interpretar o que lê. Assim, eles vão ter uma imensa oportunidade em adotar posturas como: tomar notas, fazer sínteses, registrar conclusões, interpretar gráficos e dados, concretizar experiências e serem capazes de discutir os resultados obtidos e, ainda, usar instrumentos de medida quando necessário, bem como compreender as relações que existem entre os problemas atuais e o desenvolvimento científico. Astolfi *apud* Perrenoud (2000), propõe que considere o erro como uma ferramenta para ensinar, um revelador dos mecanismos de pensamentos do aprendiz: para ele, não é uma tarefa das mais fáceis desenvolver essa competência, pois o professor deve, evidentemente, ter conhecimento em didática e em psicologia cognitiva.

De acordo com Gardner (1995), cada pessoa é um sujeito ímpar com interações cognitivas distintas. Aprende de formas e maneiras distintas um do outro, mesmo que sejam ambos de um mesmo meio, de uma mesma família, nativos de uma mesma sociedade ou meio cultural.

Segundo o autor, existem oito inteligências, e que dificilmente uma pessoa as desenvolvem na totalidade, ainda que certa inteligência possa nascer com a pessoa, e se estimulada vai produzir desenvolvimento no indivíduo que há tem (GARDNER, 1995).

O material confeccionado determinou uma sequência de aulas, que se configurou em um minicurso com 20 horas-aulas, aplicado a 25 alunos do Ensino Médio, na Escola Estadual de Ensino Médio Major Otávio Pitaluga, situada na Avenida Amazonas, 789 – Centro – Rondonópolis – MT.

A metodologia desenvolvida, considerou as condições necessárias para que ocorra aprendizagem significativa. Na sua aplicação utilizou-se de recursos didáticos

e pedagógicos contextualizados, tais como: laboratório virtual (simuladores), laboratório didático – experimentos simples de baixo custo, elaboração de mapas conceituais, resolução de situações problemas reais.

Todos os conceitos apreendidos estão interligados com a conta doméstica de energia elétrica, pois a imagem principal desse trabalho é estudar os conceitos de Eletricidade, sensibilizando as pessoas sobre a importância em economizá-la de maneira sustentável a vida em nosso planeta.

O trabalho segue dividido em seis capítulos sendo apresentado no segundo uma revisão bibliográfica que configura o suporte teórico para o desenvolvimento do trabalho. No terceiro capítulo, os objetivos que se quer alcançar. No quarto capítulo as metodologias empregadas. No quinto capítulo, a análise dos resultados coletados e obtidos para configuração do produto. No sexto capítulo as conclusões e considerações a que se chegou com este trabalho. Por fim ainda, aparecem neste trabalho, as seções “Referências” onde são descritas em lista detalhada as que foram empregadas para constituição deste trabalho e em anexo o “Produto Educacional” como exigido pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A TEORIA DE AUSUBEL: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Em sua totalidade, essa teoria privilegiaria a Aprendizagem Cognitiva, que é a globalização organizada hierarquicamente do conteúdo aprendido na construção ou edificação mental ordenada, a Estrutura Cognitiva. Esta estrutura cognitiva é que representa toda informação de conteúdo armazenado por modalidade, por um indivíduo, os conceitos apreendidos a priori pelo indivíduo, influenciam e são facilitadores do processo de aprendizagem, a partir dele, novos conceitos serão assimilados e apreendidos numa estrutura em que o autor classifica como Estrutura Cognitiva prévia de quem está com intensão e disponibilidade em aprender.

As novas informações se integram ao que o indivíduo já conhece, ou seja, os conceitos prévios se resultam num ponto de ancoragem, essa experiência se evidencia uma aprendizagem por experiências, onde dados posteriores irão se confrontar com dados aprendidos a priori (interação evolutiva). De acordo com Moreira (2011), esse processo de informação não unilateral que se contrapõe a aprendizagem mecânica, é denominada de aprendizagem significativa.

Segundo Moreira, sendo a aprendizagem mecânica definida como aquela onde as novas informações apresentam poucas ou nenhuma associação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária, não havendo interação entre a nova informação e aquela já armazenada (MOREIRA, 2011).

Na aprendizagem mecânica os conhecimentos são adquiridos sem se conectar a novos conceitos, ficam arbitrariamente distribuídos na estrutura cognitiva sem se ligar a conceitos específicos (subsunçores ou conceitos chaves). De acordo com Moreira (2011), decorar fórmulas e resolver repetidamente exercícios podem levar a este tipo de aprendizagem por memorização. O autor não classifica os dois modelos de aprendizagem numa visão dicotômica, e sim como um contínuo e nem tão pouco faz distinções entre eles. Na sua visão, existe aprendizagem por recepção e por descoberta, o que muda é que na aprendizagem por recepção o que deve ser

aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto na aprendizagem por descoberta que é a base da ciência, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem pode ser significativa se o conteúdo descoberto se ligar a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva.

De acordo com Moreira (2011), a aprendizagem pode ser significativa, tanto por recepção ou por descoberta, desde que a nova informação seja incorporada de forma não arbitrária à estrutura cognitiva.

Uma informação significativa, tem por objetivos gerais envolver conceitos com um nível elevado de novidade para o aprendiz, mas no momento em que é assimilada, passa a se integrar ou criar novas Estruturas Cognitivas.

Para Moreira e Masini (1982), a Aprendizagem Significativa deve ter preferências em relação a Aprendizagem Mecânica, ou arbitrária. A sua composição é regulada por um método mais simples, prático e mais competente. Cabe lembrar que um indivíduo pode aprender mecanicamente, mas em seguida percebe que esse novo conceito tem fortes relações a conceitos apreendidos anteriormente e passa a assimilá-lo com menos tempo e esforço, se esses conhecimentos forem ancorados a um conceito chave (subsunçor).

O subsunçor é uma estrutura específica onde uma nova informação pode se globalizar e integrar ao cérebro do indivíduo, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual que armazena experiências prévias do aprendiz), (MOREIRA; MASINI, 1982).

Várias questões são levantadas a respeito da origem dos *subsunçores*. Na falta desses, como viabilizar a Aprendizagem Significativa, como é possível obtê-los? Ausubel destaca que no caso de conceitos inteiramente novos, a aprendizagem mecânica é necessária e inevitável para o aprendiz, mas posteriormente ela passará a se transformar em Significativa. (MOREIRA; MASINI, 1982).

Esses autores, identificam algumas condições necessárias para que ocorra Aprendizagem Significativa: que o material a ser assimilado seja potencialmente significativo, ou seja, não unilateral e arbitrário em si - esses materiais podem se tornar significativos através de Organizadores Prévios; que se tenha o mínimo de conceitos prévios na Estrutura Cognitiva do indivíduo, com subsunçores em suficiência para suprir as necessidades relacionais; que o aprendiz apresente uma disposição para o

aprendizado e não para simplesmente memorizar mecanicamente, algumas vezes simulando associações - muito comum em estudantes acostumados a métodos de ensino, exercícios e avaliação repetitivos e rigidamente padronizados, centrados em formação de época, não estimulando para a aprendizagem permanente.

Demo (2011) classifica a aprendizagem por descoberta como sendo um processo que tem sentido de formação permanente.

***O primeiro sentido**, é que tende a desaparecer a formação de épocas formais de formação, como é a oferta formal de educação básica e superior. Aprende-se a vida toda, não em certos momentos e lugares. **O segundo sentido** da formação permanente refere-se ao horizonte formativo, educativo do processo, através do qual a aprendizagem se torna dinâmica constitutiva pela vida afora. **O terceiro sentido** realça a dialética entre o que fica e o que passa, já que a marca mais previsível da sociedade intensiva de conhecimento é sua imprevisibilidade. **O quarto sentido** poderia colocar em destaque as relações entre teoria e prática. **O quinto sentido** está a arte de saber pensar. **O sexto sentido** refere-se ao desafio da liberdade de pensamento e intervenção. **O sétimo sentido** refere-se à habilidades de colocar em seus devidos lugares meios e fins. (DEMO, 2011).*

Contudo, toda aprendizagem só é, de fato, significativa caso se insira de forma ativa na realidade, intervir no real é a finalidade da aprendizagem. A condução dessa fase passa pela atitude do professor no sentido de levar o aluno a simular sua ação num contexto real. Santos, define sete pontos que podem levar os alunos à aprendizagem significativa:

***O sentir** – toda aprendizagem parte de um significado contextual e emocional. **O perceber** – após contextualizar o educando precisa ser levado a perceber características específicas do que está sendo estudado. **O compreender** – é quando se dá a*

*construção do conceito, o que garante a possibilidade de utilização do conhecimento em diversos conceitos. **O definir** – significa esclarecer um conceito. O aluno deve definir com suas palavras, de forma que o conceito lhe seja claro. **O argumentar** – após definir, o aluno precisa relacionar logicamente vários conceitos e isso ocorre através do texto falado, escrito, verbal e não verbal. **O discutir** – nesse passo, o aluno deve formular uma cadeia de raciocínio através da argumentação. **O transformar** – o sétimo e último passo da (re) construção do conhecimento é a transformação. O fim último da aprendizagem significativa é a intervenção da realidade. Sem esse propósito, qualquer aprendizagem é inócua (SANTOS, 2008).*

Para o autor, as características de educação da formação em criar situações básicas, para um cidadão obter sucesso na atualidade, deve contribuir para ele ser protagonista e promover autonomia, seletividade, planejamento, interação social, coletividade, flexibilidade e criatividade. A educação deve improvisar caminhos e a sobrevivência no mundo contemporâneo vai depender da habilidade de saber aprender e desaprender. Se a aprendizagem contribuir para tal causa, se tornará significativa, e intervirá na configuração ativa na realidade do aprendiz. O novo conhecimento será adquirido à medida que são incorporados novos conceitos com o que já está estruturado mentalmente. Esse conhecimento fica mais elaborado em termos de significados, adquirindo assim, estabilidade.

2.2 HOWARD GARDNER: AS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS

Gardner (1995), aponta a existência de uma visão alternativa na concepção de inteligência, que não pode se basear em quantificação de QI (quociente de inteligência), mas em uma ótica pluralística da mente, que reconhece diferentes faces e separadas da cognição e que verifica que as pessoas têm interações cognitivas diferenciadas e estilos cognitivos que se contrapõem.

Ele acredita que não deve haver aproximação e sim um afastamento total dos testes e das comparações entre os mesmos e que, ao invés disso, deve-se observar as fontes de informações mais natas e hereditárias a respeito de como as pessoas, em diferentes lugares, desenvolvem capacidades e ou habilidades importantes para seu modo de ser.

Antunes (1998) aponta que a capacidade de resolver problemas, permite a pessoa abordar uma situação em que um objetivo deve ser atingido, e localizar a rota adequada para esse objetivo. Para tanto, é crucial nesta etapa a criação de um produto cultural que captura e transmite o conhecimento ou expressa as opiniões ou os sentimentos da pessoa.

Para Gardner (1995), os problemas a serem resolvidos variam, os estímulos e o ambiente social são importantes no desenvolvimento de determinadas inteligências. Ao nascer, uma pessoa apresenta uma inteligência e determinada habilidade, porém se as condições ambientais onde situa (escola, família, região onde mora) não oferecem estímulos para o desenvolvimento das capacidades, dificilmente este indivíduo vai se desenvolver. Gardner (1995) classifica as inteligências em oito.

- **Lógica-matemática:** pessoas que desenvolvem essa inteligência se privilegiam pela competência na interpretação e categorizam as informações de cálculo e no raciocínio lógico, tentando a unificação das explicações para tudo, voltadas para conclusões baseadas em dados numéricos e na razão. As pessoas com esta inteligência possuem facilidade em explicar as coisas utilizando-se de fórmulas e números. Costumam fazer contas de cabeça (cálculos mentais) rapidamente. Nessa perspectiva, sentem-se desafiadas e se divertem defronte a problemas envolvendo o raciocínio lógico, jogos, programação computacional, materiais manipulativos, categorização de fatos

e de informações, analogias, pesquisa, experimentos em laboratório, e mapas de ideias.

- **Linguística:** a pessoa com essa característica, desenvolve intensa capacidade em utilizar a língua para comunicação e expressão. Possuem uma sensibilidade com o sentido das palavras, manifestam gosto pela escrita. Os indivíduos com esta inteligência desenvolvida são ótimos oradores e comunicadores, além de possuírem grande capacidade de aprendizado de idiomas.
- **Sinestésica-corporal:** a pessoa com essa característica, certamente terá habilidades e ou capacidades de utilizar o corpo para se expressar ou em atividades artísticas e esportivas. Terá gosto por teatros, danças, ginástica olímpica. Manipula com facilidade, instrumentos de montagem, tampinhas, blocos, equipamentos esportivos, recursos manipuláveis, e mapas corporais.
- **Naturalista:** voltadas para a análise e compreensão dos fenômenos da natureza (físicos, climáticos, astronômicos, químicos) manipulam com facilidade, aquários, hortas coletivas, pequenos museus, ou coleções naturalistas.
- **Intrapessoal:** pessoas com esta inteligência possuem a capacidade de se autoconhecerem, tomando atitudes capazes de melhorar a vida com base nestes conhecimentos.
- **Interpessoal:** facilidade em estabelecer relacionamentos com outras pessoas. Indivíduos com esta inteligência conseguem facilmente identificar a personalidade das outras pessoas. Costumam ser ótimos líderes e atuam com facilidade em trabalhos em equipe.
- **Espacial:** habilidade na interpretação e reconhecimento de fenômenos que envolvem movimentos e posicionamento de objetos, atividades artísticas, metáforas, concursos fotográficos, manipulam com facilidade colagens, gráficos, frisas do tempo, mapas, massa de modelagem, argila, lápis de cor, recursos táteis, coleção de fotos.
- **Musical:** inteligência voltada para a interpretação e produção de sons com a utilização de instrumentos musicais. Desempenham com facilidade, aprendizagem rítmicas, apresentações corporais abordando temas escolares, seleção e criação de músicas envolvendo os conteúdos disciplinares,

dramatização e concertos, visitas a apresentações musicais. Manipulam facilmente, gravador, coleção de fitas, instrumentos musicais, coleção de CDs, aparelhos de reprodução sonora.

- **Existencial:** como sendo a capacidade humana de formular perguntas e examiná-las na obtenção de resposta. Exemplos: Sempre estivemos aqui? Deus existe? O que vai nos acontecer? Porque estudar física? Qual é o sentido disso tudo? O entendimento existencial, pode levar a pessoas a encontrar significado em sua vida, e procurar uma profissão adequada a seu modo de pensar, assim pode ficar satisfeita e se tornar mais produtivo. Isso pode ajudar a encontrar significado da necessidade em estudar para conseguir responder algumas das questões levantadas, isso é um desafio, uma necessidade profunda em todas as profissões e atividades.

2.3 MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais foram propostos pelo pesquisador norte-americano Joseph Novak na década de 1970. Sua origem foi no ensino de ciências, aplicada a teoria de aprendizagem significativa, na qual os mapas conceituais se sustentam. A teoria afirma que há fixação de novos conteúdos, quando eles são relacionados com aquilo que já se conhece, ou seja, quando modificamos um conceito já existente a partir de novos conceitos, fazendo conexões, representam uma estrutura que vai desde conceitos mais abrangentes até os menos inclusos.

Ao promover mais que uma representação esquemática, mas o estabelecimento de relações entre os conceitos, os mapas conceituais podem propiciar essa aprendizagem significativa e ser uma ferramenta útil em sala de aula. Sua caracterização são chamadas de proposições ou conhecimentos em rede de conexões, semelhantes a diagramas que indicam relações entre conceitos ligados por palavras, aproximando conceitos, que em um texto ficam distantes. São conceitos em pares, que são colocados em 'caixinhas' e unidos por uma seta, indicando um sentido de leitura. Sobre a seta ou simples linha, é explicada a relação entre os conceitos normalmente com a colocação de um verbo.

É uma estratégia para elaboração e aproveitamento de organizadores prévios, que ordena uma sequência hierárquica dos conteúdos de ensino, estimulando adequadamente os estudantes. Servem como instrumentos para facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo para o aprendiz (MOREIRA, 2011).

Na utilização dos mapas conceituais, a aprendizagem pode se modificar intensamente de mecânica para altamente significativa. Os níveis de aprendizagem vão depender da criatividade do aprendiz, os quais por sua vez dependerão das características do estudante e da organização do material didático utilizado. Nesta abordagem, as concepções de aprendizagem por recepção são predominantes nos espaços escolares, enfatizando a aprendizagem verbal e às representações visuais.

Logo, a ferramenta didática “mapa conceitual” pode servir para tornar mais significativa a aprendizagem aos estudantes possibilitando-lhes estabelecer relações sistematizadas entre os conteúdos apresentados com os conhecimentos anteriormente assimilados.

Os Mapas Conceituais são representações gráficas que indicam as relações existentes entre conceitos, conectando-os através de palavras-chave e oferecendo estímulos adequados aos educandos. Também, servem como instrumentos de transposição do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo no processo de ensino-aprendizagem (FARIA, 1985).

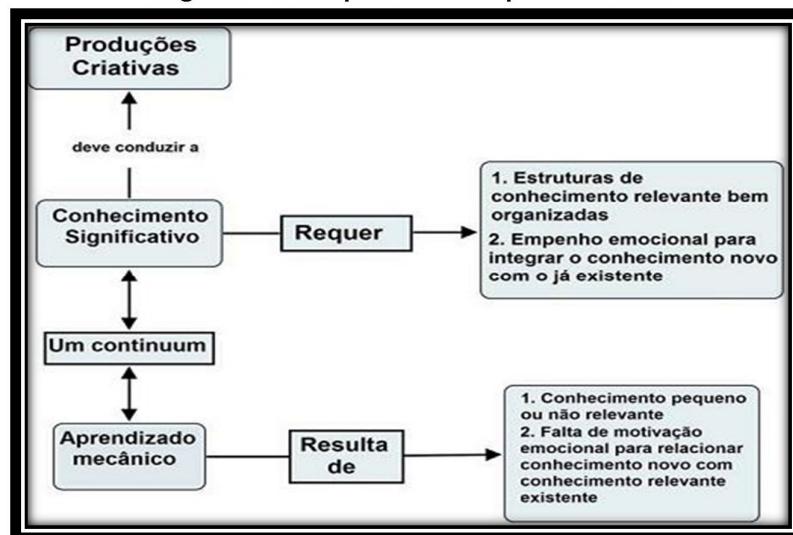
A sua utilização vem sendo aplicada em diversas áreas do ensino e da aprendizagem, como planejamentos de currículo, sistemas e pesquisas em educação.

De acordo com Novak e Cañas (2010), atualmente, os mapas conceituais são aplicados na gestão de informação do conhecimento na educação, são utilizados como representações gráficas (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Na Figura 1, apresentamos um mapa conceitual sobre aprendizagem significativa proposto por Novak e Cañas. Onde é possível observar como os

conceitos estão distribuídos e correlacionados entre si, formando um verdadeiro mapa.

Figura 1 - Exemplo de um mapa conceitual



Fonte: elaborado por Novak e Cañas (2010).

2.4 EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO

O ensino de eletricidade e de modo geral o de Física, deve estar inserido numa linguagem cotidiana, valorizando a contextualização ao buscar a explicação dos fenômenos, mas também apresentar-se numa linguagem científica, tanto em conceitos quanto em terminologias, aos alunos, a sua compreensão, com menos esforços deliberados.

Nessa perspectiva, vários artigos publicados enfatizam a contribuição de atividades experimentais no ensino de Física. Então porque não vemos com frequência a utilização de experimentos em sala de aulas? De acordo com Barbieri (1988), há vários obstáculos para a sua prática em nossas escolas. Apenas algumas instituições ou professores por período relativamente curto, conseguem desenvolver programas de aulas com experiências. Ainda com certas limitações, a maioria dos laboratórios ficam fechados a maior parte do tempo. Para a autora, são diversas as razões apontadas, os professores trabalham sozinhos, de forma independente, permanecem pouco tempo na escola, apenas durante o período em que ministram

aulas e além disso, não são preparados durante a sua formação em cursos de licenciatura.

Percebemos que as atividades experimentais, podem ser uma ótima ferramenta didática, ou estratégia de estudo, e que também apresentam certas dificuldades e limitações. Mas, com o advento da internet, são publicados vários experimentos com roteiros, e se o professor tiver interesse em utilizar-se desse recurso pedagógico para planejar sua aula e entender que, se os alunos participarem disso vai contribuir ludicamente para o seu desenvolvimento intelectual. Nessa perspectiva, os experimentos propiciam aos alunos um aprofundamento de seus conhecimentos e os estimulam a buscar soluções desenvolvendo suas habilidades e competências para que a aprendizagem seja significativa.

As atividades experimentais no Ensino de Física podem ser parte fundamental para que o aluno realmente adquira a aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo (MOREIRA, 2011).

Para Santos, Piassi e Ferreira (2004), existem os professores que no período de sua formação vivenciaram atividades experimentais, mas o grande obstáculo é que quase sempre trabalharam apenas com materiais sofisticados e em salas especiais.

Os autores relatam que isso os leva a acreditar na contradição de se ter um laboratório eficiente com os recursos disponíveis em sua escola. É necessário corrigir essa falha na formação de professores, e acreditamos que esse seja um dos objetivos dos programas de formação continuada.

Diante desse impasse, é possível a realização de experimentos simples e de baixo custo, introduzindo conceitos juntamente com a prática, onde os estudantes possam participar ativamente na (re) construção dos mesmos, aproximando-os, da Física mais concreta e atingindo estágios de operações formais, promovendo aprendizagem ativa e que possa alcançar o número maior de alunos possível, sendo, uma forma de estabelecer uma conexão afetiva entre professor e aluno. Os

experimentos podem ser simples, todavia, na sua grande abrangência é de caráter multidisciplinar, mas se houver a participação dos alunos, esses são utilizados para estimular o aprendizado e estabelecer uma compreensão dos conceitos teóricos envolvidos.

Quirino e Lavarda (2001), propõem uma situação simplificada e na realização tudo deve ser simplificado e mais prático possível para quem vai realizar, quanto a coleta de materiais, a montagem e o transporte dos experimentos, pois, as escolas públicas, não têm recursos para a compra dos materiais necessários.

Quando os alunos são envolvidos, isso garante uma aproximação afetiva entre eles, seu professor e a disciplina, e o resultado disso é a aprendizagem, pois, é uma prática diferente do modelo tradicional.

Percebemos ainda, que as atividades experimentais são lúdicas, sendo uma excelente prática para quebrar a monotonia e garantir o ensino/aprendizagem com o mínimo de recursos materiais. Nas atividades experimentais, é visível a motivação dos alunos quanto a confecção e apresentação, sendo capazes de observar e em alguns momentos levantar hipóteses. Isso facilita a integração do conhecimento dos domínios específicos. No entanto, deve haver atenção, pois se a atividade não for bem planejada poderá ser encarada pelos alunos como exercícios maçantes e não possuir nenhum significado.

Por fim, cabe ressaltar que a experimentação como atividades lúdicas, pode induzir o aluno a relacionar e refletir, evitando a tradicional memorização de fórmulas e conceitos, o que pode levar a aprendizagem significativa.

2.5 TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

A transposição didática compreende categorias de saber, onde o conhecimento científico elaborado por cientistas, passam por uma seleção e passa por adaptações e se torna o conhecimento que chega aos alunos.

De acordo com (Chevallard, 1991), um conteúdo do saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que o torna capaz de ocupar um lugar entre os objetos de ensino.

No decorrer da história das ciências, todo conhecimento adquirido é resultado de pesquisas em relação a trabalhos de cientistas. Esse trabalho é o resultado do que eles observam em relação a natureza, sendo íntimo do mesmo, pois, sempre questionam e buscam respostas mais fiéis quanto à sua observação. A idealização desse tipo de trabalho, é a de alcançar uma publicação e se tornar um produto que utiliza uma linguagem estabelecida pela comunidade científica. A sua idealização é de fazer parte do acervo da humanidade, que será fonte de referência aos futuros profissionais da área. No entanto, esse conhecimento não está inserido em uma linguagem do ambiente escolar, pois existe uma distância entre a academia e a escola.

De acordo com Alves Filho (2002), a transposição didática faz com que o saber sábio (saber dos cientistas) passe por um processo transformador que o transfigura em um novo saber.

Para o autor, esse processo é competência de um novo grupo que compõe outra esfera, mais ampla que aquela dos intelectuais, e que sob regras próprias passa a gerar um novo saber – o saber a ensinar. Este é um produto organizado e hierarquizado em grau de dificuldade distinta.

No ambiente escolar, o saber a ensinar torna-se objeto de trabalho do professor quando ele, tomando como base o livro texto, prepara sua aula. Neste momento, cria-se um terceiro nicho epistemológico que, através de uma nova transposição didática sobre o saber a ensinar, transforma-o em saber ensinado. Este último é de extrema instabilidade, pois o ambiente escolar passa por pressões diferentes (ALVES FILHO, 2002).

Trata-se apenas de uma forma de se reconstruir o conhecimento por outro caminho, levando o estudante a perceber durante a aplicação, a possibilidade de se identificar com noções e conceitos, e que a Física se origina de um contexto maior, onde estão envolvidos aspectos sociais, políticos, econômicos e educacionais das comunidades. Apesar de estarmos sempre tipificando as coisas, não se pode ignorar os alunos que tem suas teorias, técnicas e metodologias em aprender.

Segundo Siqueira e Pietrocola, essa ferramenta de análise propõe a existência de três níveis ou patamares do saber, de onde se inicia o processo (o Saber Sábio), o Saber a Ensinar e o Saber Ensinado. Cada um com sua própria comunidade autônoma, com seus representantes ou grupos. Ligando esses níveis tem-se a Noosfera, que se constitui numa esfera de ação, onde os protagonistas atuam na transformação do saber. Essa esfera, acaba envolvendo pessoas e/ou instituições que influenciam o sistema educacional, ou seja, toda personagem ou instituição social, econômica e política que influencia nas transformações sofridas pelo saber, é considerado parte da Noosfera. É nela, que ocorrem os conflitos inevitáveis, as transformações dos saberes, onde os vários atores das diferentes esferas sociais negociam seus interesses, pontos de vistas etc. (SIQUEIRA; PIETROCOLA, 2006).

Essas adaptações ou transformações de um conteúdo a ser ensinado, se mostra um instrumento de análise do processo de transformação do conhecimento em saber e como são organizados. A Eletricidade, por exemplo, na sua constituição, ela tem uma longa história e esse conteúdo, muitas vezes, é ensinado em poucas aulas de Física.

....a Física de 400 anos (século XVI ao XIX) com apenas duas aulas, em média, por semana em nossas escolas. Indicando que deve ser feita essa adequação do saber a realidade da sala de aula (SIQUEIRA; PIETROCOLA, 2006).

Diante desse impasse, é preciso resgatar o papel do educador e reconhecer que ensinar exige a elevação de identidade cultural. Pensar em situações emergentes e a construção de novas significações para a realidade escolar, que deve ser totalmente diferente daquele de onde vêm os modelos iniciais. Alguns modelos utilizados por professores se mostram frágeis para trabalhar conteúdos com realidades distantes das que os estudantes estão habituados, sendo assim, esses se tornam excluídos.

A questão da identidade cultural é fundamental na prática educativa e tem a ver diretamente com assumir-nos enquanto sujeitos. A construção de um saber junto ao educando depende

da importância que o educador dá à parte social, à comunidade a qual ele trabalha para conseguir aproximar os contextos a realidade vivida, compondo assim um diálogo aberto com o aluno. Dado o exposto, não há docência sem discência (FREIRE, 1996).

Analisando todas as ideias expostas, a transposição didática, pode configurar-se ideias originais dos cientistas que colaboraram para a sua existência, de como são apresentados em livros didáticos e transformados em uma linguagem acessível aos alunos. Ao ensinar os conceitos de Eletricidade considerando os conceitos prévios que os alunos tem sobre o tema, estamos aproximando-os do seu contexto cultural, isso possibilita que os mesmos se integrem em um contexto científico.

2.6 LABORATÓRIO VIRTUAL

É de consonância de muitos estudiosos, que a atividade experimental é essencial para se aprender física. Mesmo sendo fundamental a aplicação dos experimentos em sala de aula, a maioria dos professores têm dificuldades em utilizá-los, isso ocorre normalmente até em cursos de graduação. É o que destaca Barbieri:

O ensino experimental não é aplicado na grande maioria nas escolas brasileiras porque, muitos professores não são preparados e têm dificuldades em preparar e realizar experimentos, principalmente porque a maioria dos professores que ministram aulas de Física não são licenciados em Física, apenas habilitado, com licenciaturas em outras áreas como: matemática, química e, ou biologia, (BARBIERI, 1993).

Essa falta de preparação se torna, um problema multifatorial e resulta no desinteresse dos estudantes, que se converte posteriormente na carência crônica de

professores de Física, que enfrenta a escola básica no Brasil, comprometendo a educação e a ciência do País.

As atividades experimentais e de investigação são ferramentas eficazes à contextualização do ensino de Física, mas, são pouco utilizadas devido à falta de preparação adequada dos professores (BRASIL, 2002).

Ao procurar trabalhar com atividades experimentais no ensino básico, há grandes possibilidades de minimizar as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem, e despertar o interesse dos indivíduos para produção científica.

As atividades experimentais são uma das melhores estratégias a serem adotadas no ensino das ciências, pois associa a aprendizagem à operação da realidade e favorece o entendimento das leis e conceitos, como também é uma das maneiras mais divertidas e lúdica de se ensinar e aprender Física de modo significativo e consistente (CERBARO; ROCHA FILHO, 2009).

Esse tipo de atividade, se contrapõe as aulas tradicionais, as quais se baseiam em repasses e transmissão de informações, definições de leis e conceitos sem nenhuma interação de conteúdo com o cotidiano dos alunos, e nem desperta curiosidade, e tão pouco aproxima o aluno da Física. De acordo com Santos, Piassi e Ferreira (2004), as atividades experimentais são de imensa importância, pois são mecanismos de aproximação entre os estudantes e a Física de uma forma mais sólida. Ainda, segundo o autor, são atividades que estimulam o aluno a pensar, criar hipóteses, analisar um problema e propor soluções, como também desperta o interesse pela pesquisa científica.

Cabe lembrar, que as atividades experimentais configuram uma ótima ferramenta de ensino se bem planejadas. Porém, só a sua utilização não caracteriza aprendizagem.

A experimentação no ensino da Física é uma ferramenta auxiliadora no processo ensino-aprendizagem. Porém, a experimentação desvinculada da teoria não é suficiente para

alcançar o conhecimento, apenas contribui para o desenvolvimento intelectual do aluno. Dessa forma, a disciplina de Física não se reduz ao mero domínio de regras, ou decoração de formulas, mas implica também os aspectos teóricos e práticos interligados (LIBÂNEO, 1991).

Em contrapartida, com o surgimento das novas tecnologias educacionais, são vários, os artigos que apontam a contribuição para a sua eficiência no processo de ensino-aprendizagem. Neste contexto existe a possibilidade na educação, de algumas atualizações, onde usar as simulações computacionais pode contribuir e atribuir ganhos cognitivos aos estudantes. Se usada com uma teoria de aprendizagem consistente (Teoria da Aprendizagem Significativa), pode reestruturar a construção dos subsunçores mal definidos, quando aplicados a organizador prévio, sendo assim, criar a possibilidade de tornar os conceitos mais inclusos no cognitivo do aluno, seja para selecionar a simulação ou para incluir novos conceitos e definir uma sequência didática.

As tecnologias em educação vêm ocupando um grande espaço e despontam como uma possível solução pedagógica, na busca de um resultado mais animador no processo ensino e aprendizagem. Devido as possibilidades de construção de modelos a partir do computador, na reprodução de fenômenos animados, e sendo possível a interatividade e a mediação entre o estudante e os conceitos físicos. Nessa perspectiva, as animações no computador têm se configurado uma possibilidade bastante promissora e inovadora, no ensino de Física, em transposição didática dos conteúdos, pois permite, a manipulação, aquisição de dados, realidade virtual, internet e possibilita a simulações.

A manipulação e aquisição de dados no computador, recursos hipermídios, realidade virtual, internet e simulações computacionais, são categorias mais usados nos processos de aprendizagem, principalmente as simulações, em especial, no ensino de Física (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

Partindo desse pressuposto, para que o processo ensino-aprendizagem se estabeleça de forma significativa para as interações professor-aluno, aluno e modelos teóricos. Os simuladores estão se mostrando uma ótima ferramenta e estão sendo

inserido no ambiente escolar de maneira significativa, possibilitando a criação de um ambiente consistente, um dos aspectos essenciais para produzir significados.

De acordo com Lapa (2009), os simuladores possibilitam a transposição didática de alguns modelos físicos, onde as leis naturais podem ser expressas por modelos teóricos, e quando reproduzidos no computador, possibilitam a sua intervenção pelos estudantes. Com isso as ações dos aprendizes ultrapassam a posição de meros expectadores, colocando-os no papel de construtores e testadores de hipóteses.

É uma forma de aprendizagem, que faz com que os estudantes reajam ao instrucionismo. O ato em aprender, vai além de ficar escutando alguém falar, tirar nota baixa na prova.

Segundo Demo (2011), em um ambiente virtual o professor participa, no sentido de orientador, instrutor, como um profissional que dirige um grupo de atletas, o estudante precisa marcar-se pela aprendizagem ativa no sentido da construção de sua autonomia.

Os ambientes virtuais, permitem que os usuários realizem as mais diversas atividades (pesquisa virtual, transação bancária, pesquisa, etc.). Na área educacional isso não é diferente, e essas tecnologias vêm agregar praticidade e conveniência na realização de tarefas que transcendem o contexto tradicional de sala de aula.

De acordo com Valentini e Soares (2010), esses ambientes criam nos estudantes a oportunidades de refletir, argumentar. Podem expressar curiosidade o desejo pela descoberta, o de levantar as suas dúvidas antes do professor se expressar.

Atualmente, tem-se usado os softwares educacionais gratuitos, dentre eles está o PHET, utilizado no Ensino de Física, sendo todos disponíveis gratuitamente na internet (*Univercity of Colorado AT Boulder/EUA*). Ele é compatível com uma infinidade de sistemas operacionais, desde que se tenha instalado *Java* ou *flash*, possui um ambiente virtual interativo de simulações, seus pacotes de simulações permitem trabalhar as disciplinas de Física, Química, Matemática e Biologia. Possui linguagem no formato *Java*, e o programa vem descrito em inglês, mas você pode mudar para português ou outros formatos. Este programa objetiva despertar interesse dos alunos para que possam interagir em sala de aula. Suas simulações são fáceis,

mas, possui níveis mais avançados, que devem ser executadas sob a orientação do professor.

Este software se mostra de forma dinâmica e lúdica e é muito simples, e de fácil entendimento em todas as etapas. Apresenta uma linguagem descomplicada, com boa legibilidade e é adequada a alunos do ensino médio, podendo facilitar assim, o entendimento sobre o assunto abordado. Deve se levar em consideração a ocorrência de alguns tópicos em que os alunos possivelmente terão alguma dificuldade, por isso a presença do professor no momento da utilização do software é fundamental.

2.7 ANÁLISE QUALITATIVA

Em uma análise qualitativa, não há preocupação com a representatividade numérica, mas, sim com o aprofundamento da compreensão de um grupo, o que proporciona o maior número de informações detalhadas por meio de diferentes técnicas de pesquisa. Como expõe Goldenberg (1994), a análise qualitativa objetiva estudar o contexto de uma situação e apresentar o enredamento de um caso concreto e contrapõe-se a existência de um modelo privilegiado de pesquisa para todas as ciências. De acordo com Mazzotti e Gewandsznajder (1999), ao analisar qualitativamente um estudo ou um projeto de pesquisa, deve-se verificar a sua aplicabilidade de estudo elaborando um plano, que não necessariamente, precisa-se adotar regras contratuais, a sua viabilidade e aplicabilidade se consiste em um guia, onde o pesquisador busca um ponto de chegada e o percurso que ele pretende tomar, seja qual for o paradigma em que se está atuando. Para os autores, o projeto deve indicar, o que se pretende investigar, como se planejou conduzir a investigação de modo a atingir o objetivo e/ou a responder as questões propostas.

Neste tipo de análise, normalmente são menos indivíduos envolvidos e apesar de não estabelecer uma situação global, torna mais viável a identificação de certos aspectos, na análise do discurso de cada indivíduo.

Araújo e Borba (2004) destacam que na pesquisa qualitativa os dados não são sempre contingentes, são ajustados e não é verdade rígida. O que é considerado "verdadeiro", dentro desta concepção, é sempre dinâmico e passível de ser mudado.

Dentre os recursos para coleta de dados em âmbito qualitativo pode ser destacado o questionário. De acordo com Marconi e Lakatos (2002), questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do pesquisador, para que o mesmo não influencie nas respostas. O questionário para coleta dos depoimentos e posicionamentos dos entrevistados, dentro da pesquisa qualitativa pode ser utilizado para receber informação generalizada, da totalidade da amostra e que permita um posterior aprofundamento através de processos de caráter qualitativo.

CAPÍTULO 3: OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um material - roteiro de apoio as aulas de eletricidade - que seja potencialmente significativo, ou seja, que torne possível, que os alunos sejam envolvidos de forma a desenvolver as diferentes inteligências, competências e habilidades e que ocorra aprendizagem significativa.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprender a fazer a leitura da conta doméstica de energia elétrica, entender os significados (o preço do kWh, o sistema de bandeiras, os impostos e tarifas nela embutidos, gráficos de consumo médio).
- Compreender conceitos como carga elétrica, energia elétrica, corrente elétrica, tensão elétrica, campo elétrico e potência.
- Fazer observações de rotina e compreender o funcionamento de dispositivos elétricos tais como: quadro disjuntor, fusíveis, tomadas, baterias, transformadores.
- Compreender o processo de geração de energia elétrica, e conhecer a sua história de forma geral.
- Analisar os impactos ambientais e socioculturais, causados pelas conversões de outras formas de energia em energia elétrica.
- Diferenciar os tipos de usinas e financeiramente porque usá-las em certas regiões, desmistificando quanto á sua utilização, ou seja, se é a mais viável quanto a poluição e os rejeitos produzidos.
- Compreender a principal importância do tema para a economia de energia em nossas residências.
- Socializar, interagir e inferir em sua comunidade ou bairro onde reside.

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA

A proposta pedagógica desenvolvida neste trabalho considerou as condições necessárias para que ocorra aprendizagem, privilegiando e explorando conceitos prévios, competências e habilidades que os estudantes trazem. Norteamo-nos na ótica da Aprendizagem Significativa e nas Inteligências Múltiplas. Para ministrar as aulas foi usado Datashow, lousa, laboratório virtual, laboratório didático e a sala de aula. Exploramos a aplicação de experimentos de baixo custo, simulações (mídia visual) e mapas conceituais para verificar a organização dos conceitos apreendidos.

Essa sequência de aulas configurou-se em um minicurso com 20 horas-aulas, e foi aplicada na Escola Estadual de Ensino Médio Major Otávio Pitaluga, situada na Avenida Amazonas, 789 – Centro – Rondonópolis – MT. A Escola foi criada e estabelecida pelos seguintes documentos: Decreto 973/92; Decreto de Denominação nº 1.887/28-02-74- Reconhecimento nº 3277/- 29/12/92; Renovação do Reconhecimento Portaria nº 073/04 – CEE-MT Credenciada.

Essa Escola Estadual oferece ensino público na educação básica em regime de externato nos termos assegurados de que ninguém será prejudicado ou privilegiado em razão do nascimento de raça, cor ou estado civil, natureza de seu trabalho, idade, religião, orientação sexual convenções públicas ou filosóficas, deficiência física ou mental e qualquer particularidade ou condição. O curso mantido pela Escola Estadual Major Otávio Pitaluga é o Ensino Médio Inovador funcionando nos três períodos: matutino, vespertino e noturno.

São objetivos específicos do Ensino Médio Inovador

I - O aprofundamento e a consolidação dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos.

II - A preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores.

III - A compreensão dos fundamentos científicos tecnológicos dos processos produtivos

IV - O aprimoramento do educando como pessoa humana incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

V - A construção do conhecimento relativo aos níveis desejáveis em cada disciplina que compõe o Currículo.

VI – A relação da teoria com a prática no ensino de cada disciplina.

Escolhemos essa escola, por ser docente no ensino de Física a seis anos e percebemos que alguns estudantes não apresentam pré-disposição em querer aprender e terminam o curso de eletricidade, geralmente trabalhada nessa série com carga horária de uma a duas aulas semanais de uma hora, carregando consigo alguns erros conceituais.

A escola possui 15 turmas de terceiros anos do ensino médio e aproximadamente 30 alunos por turma, o que contabiliza em torno de 450 alunos matriculados. Elaboramos a proposta de trabalho, sendo aprovada pela equipe gestora da escola, que acompanhou todo o processo, antes, durante e na sua finalização. Em seguida nos reunimos com os alunos e propomos trabalhar com um minicurso de 20 horas-aula. Foi confeccionada uma ficha de inscrição e explicado aos alunos como seria o minicurso, e que seriam escolhidas as 25 primeiras inscrições, para formar uma turma. Restringimos o número de alunos participantes por privilegiar a qualidade na aprendizagem. Aproximadamente 230 alunos nos procuraram isso indica um forte indício em pré-disposição em querer aprender.

Este estudo foi dividido em três versões, a primeira versão para o planejamento do curso, a segunda versão para verificar os conceitos prévios que os alunos trazem em relação a eletricidade e terceira versão para analisar a potencialidade do material.

4.1 PLANEJAMENTO DO MINICURSO

A primeira versão do material (planejamento do curso), foi configurada com base na experiência profissional de 10 professores (06 são habilitados em Física, 02 são habilitados em Matemática, 01 é habilitado em Química e o outro é habilitado em Ciências) que lecionam a disciplina de Física e a 40 alunos que finalizaram o curso de Eletricidade, sendo que estes responderam a um pequeno questionário. Seguem as questões:

Q1(a) - aos Professores que lecionam a disciplina de Física:

Quais as principais dificuldades em ensinar o conteúdo de eletricidade? O que os alunos normalmente gostam e/ou não gostam? O que você acha que poderia ser feito para melhorar estas aulas?

Q1(b) - aos alunos que finalizaram o curso de Eletricidade:

Você aprendeu os conceitos de eletricidade e gostou das aulas? O que foi bom e o que não foi? O que você acha que tornariam essas aulas mais agradáveis?

O planejamento de curso e os planos de aulas são tarefas importantes, e não são as mais fáceis para o professor. É um processo moroso, o momento que ele pode fazer previsões e revisões do processo de ensino, e estabelecer os objetivos, e as condições prévias dos alunos.

De acordo com Libâneo (1991), é no planejamento que o professor prevê as condições do processo de transmissão e assimilação ativa dos conteúdos. Para o autor, o plano de aula também é o quesito de suma importância dentro do planejamento. No plano de aulas deve-se evidenciar a justificativa da disciplina, a delimitação dos conteúdos, os objetivos, o desenvolvimento e o tempo provável para a execução das aulas.

Para planejar o roteiro de apoio as aulas de Eletricidade, nos amparamos nas experiências dos 10 professores que lecionam a disciplina de Física, e em 40 alunos que finalizaram o curso de Eletricidade no ano anterior. Utilizamos as respostas do questionário Q1(a), que os professores responderam (Quadro 1), e do questionário Q1(b) (Quadro 2). Foram muitas respostas e algumas apontavam para a mesma situação, logo, para viabilizar a pesquisa, fizemos um apanhado geral do que apareceu nas respostas. Cabe lembrar que as respostas não possuem caráter de análises minuciosas, foram utilizadas no intuito de planejar as aulas, selecionar alguns recursos didáticos disponíveis, e a abrangência dos conteúdos, para se estabelecer os objetivos de cada aula do minicurso.

Quadro 1 - Questionário Q1(a): aos professores que lecionam a disciplina de Física

Quais as principais dificuldades em ensinar o conteúdo de eletricidade a alunos do ensino médio?	Os livros didáticos não trazem os conteúdos organizados; Os alunos não conseguem interpretar os enunciados e as equações matemáticas utilizadas para a resolução de problemas; Os alunos não conseguem diferenciar conceitos, aprendem uma fórmula hoje e amanhã não sabem mais.
--	--

O que os alunos normalmente gostam e/ou não gostam?	Gostam quando o conteúdo ensinado está relacionado com o cotidiano, e que possam ver a aplicação com os eletrodomésticos que têm em casa. Não gostam das fórmulas.
O que você acha que poderia ser feito para melhorar estas aulas?	Quando se trabalha com experimentos práticos, colocando o aluno para fazer manipulações dos equipamentos para que eles talvez tenham mais gosto pela disciplina, elaboração de um material que venha a contribuir com a linguagem que eles possam entender porque os livros didáticos são descontextualizados com a realidade atual dos estudantes e nossa formação é tradicional.

Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor.

Procuramos observar se existia alguma possibilidade em verificar: o tipo de material utilizado para ministrar as aulas; qual o seu contexto; quais foram os recursos didáticos utilizados; como as aulas foram planejadas e qual o seu enfoque, ou seja, se são aulas tradicionais e expositivas, e se os alunos estão sendo preparados na ótica da aprendizagem significativa.

Procuramos observar como as aulas foram desenvolvidas. Se os alunos aprenderam os conceitos de Eletricidade. Se o ensino apresentado está de acordo com contexto atual a realidade dos alunos e verificar se houve elucidação de alguns conceitos sobre Eletricidade. Em nenhum momento desta etapa, havia interesse em tecer críticas, e sim em procurar uma direção e estabelecer critérios para o desenvolvimento do roteiro de aulas.

Quadro 2 - Questionário Q1(b) aos alunos que terminaram o curso de Eletricidade

Você aprendeu os conceitos de eletricidade e gostou das aulas?	Mais ou menos, as aulas foram boas, mas falta motivação, quando não sabemos responder o professor já responde as questões, porém senti dificuldades em entender material proposto pelo professor o que queria dizer pois, achei o conteúdo um pouco difícil e que e não tinha aplicações do dia-a-dia, não consegui resolver os exercícios do livro, as aulas foram muito centradas em teorias e poucas práticas, preparadas para o ENEM, em decorar fórmula, responder questionários.
O que foi bom e o que não foi?	Foi bom saber como a energia é gerada, aprendi sobre tomada 110 Volts e 220 Volts. Não gostei, foi muita teoria e decorar um monte de fórmulas além da linguagem do material utilizado, as aulas foram só textos e o professor resolvendo exercícios no quadro.
O que você acha que tornariam essas aulas	Muitas vezes nós alunos, apenas decoramos fórmulas e depois da prova esquecemos tudo, se mudar algum dado de um problema para outro já não conseguimos resolver. Se as aulas fossem mais motivadoras, práticas e um material diferenciado e se o professor

mais agradáveis?	forçasse os alunos a pesquisarem. Se o professor fugisse do livro didático e preparar melhor as aulas acho que seria melhor.
------------------	--

Fonte: elaborado alunos e configurado pelo próprio autor

4.2 VERIFICAR OS CONCEITOS PRÉVIOS QUE OS ALUNOS TRAZEM EM RELAÇÃO A ELETRICIDADE

A segunda versão (adaptações), tem um caráter em verificar conceitos prévios que os alunos têm sobre o tema Eletricidade e explorar as habilidades (competências somadas a talentos). É uma etapa realizada com atividades extraclasse, é o momento em que o professor pode fazer adaptações no planejamento e elaborar seus planos de aulas. Como poderá desenvolver as suas aulas, quais serão os recursos didáticos que vai precisar para a realização das aulas? É uma espécie de sondagem, ou seja, fazer uma avaliação inicial para conhecer o que os alunos já sabem. Essa investigação é muito interessante para preparar as primeiras aulas, é um diagnóstico inicial. Por fim, ao tomar a decisão de o que os alunos precisam aprender, se torna uma tarefa menos difícil, se descobrimos o nível de conhecimento que os alunos já têm sobre o tema.

De acordo com Hoffman (2000), conhecendo o que os alunos já sabem, pode-se diminuir a repetição de conceitos, evitando o desgaste em propor tarefas, além do que eles são capazes de compreender. Segundo a autora, esse olhar é imprescindível para construir uma visão detalhada de cada estudante e, com isso, poder planejar as aulas com base nas reais necessidades de aprendizagem do grupo.

Nessa versão, os alunos responderam o questionário **Q2**, ele foi planejado visando incluir questões pertinentes dentro do tema Eletricidade. Estabelece um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do pesquisador. Essa foi a ferramenta escolhida para coleta dos depoimentos e posicionamento dos alunos, dentro da pesquisa qualitativa ele pode ser utilizado para receber informação generalizada, da totalidade da amostra e que permita um posterior aprofundamento através de processos de caráter qualitativo, seguem as questões:

1. Em que equipamentos você usa energia elétrica? Faça uma lista.

2. Você já viu a conta de energia da sua casa? Responda as questões 3; 4; 5 e 6, de acordo com essa.

3. O que significam o gráfico de barras na conta?

4. Procurou saber sobre o sistema de bandeiras que passa a vigorar em 2015?

5. Você já observou os valores do KWh e sabe o significado?

6. O que você faz para economizar energia elétrica em sua casa? Tem dado certo?

7. Fale sobre as grandezas elétricas abaixo e quais dessas grandezas podemos medir diretamente e o que usamos para medir? (a) Energia elétrica; (b) Corrente elétrica; (c) Tensão elétrica; (d) Resistência elétrica; (e) Carga elétrica; (f) Potência elétrica.

8. Como obter energia elétrica?

9. Existe alguma forma de guardá-la (armazená-la)? Se existe, qual, se não, porque isso não é possível?

10. Qual a principal forma de obtenção de energia elétrica que temos em nosso Estado? É também a principal do país? Por quê?

11. Você conhece outras formas de obtenção de energia elétrica? Quais?

12. Você já ouviu falar de impactos ambientais e socioculturais? O que a geração de energia tem a ver com isso?

13. Que tipo de associação usamos nos equipamentos de casa, em série ou em paralelo?

14. Por que fazemos este tipo de associação?

15. O que é um curto-circuito? Porque usar isolantes?

16. Para que serve um fusível?

17. Por que a maior parte dos equipamentos de casa usam energia alternada?

18. Por que a alternância da energia no Brasil acontece a 60 Hz?

19. Por que em toda casa tem um quadro disjuntor? Para que serve?

20. Por que todo mundo fala em economizar energia se aprendemos que energia nunca se perde, só pode ser transformada em outra forma de energia?

21. O que é um choque elétrico?

22. O choque elétrico pode levar ao óbito do indivíduo? Em que situação e por quê?

Apresentamos no Quadro 3, as respostas originais compiladas dos 25 alunos matriculados no minicurso, mas, para viabilizar a análise dos conceitos prévios que eles têm sobre o tema, que está inserido na pesquisa, fizemos um resumo geral.

Quadro 3 - Respostas do questionário Q2 respondido por alunos no início do minicurso

Questões	Respostas
1	Carregador, televisão, geladeira, ventilador, micro-ondas, fogão, chuveiro, secador, prancha, som, computador, lâmpada, ar condicionado, entre outros.
2	Observei sim.
3	Não sei
4	Ainda não
5	A força que o aparelho gasta para funcionar
6	Desligo todas as lâmpadas
7	Não sei
A	São os volts
B	Não sei
C	Não sei.
D	É quantidade de energia gerada para movimentar uma carga elétrica.
E	Carga elétrica é a grosso modo, os sinais obtidos pelos prótons.
F	Grandeza utilizada para medir a rapidez com que a força elétrica faz energia.
8	Através das usinas hidrelétricas
9	Sim, nas pilhas e baterias.
10	Acho que deve ser a hidrelétrica
11	Dos ventos e do sol
12	Sim. Muitas hidroelétricas são construídas em lugares irregulares e muitas delas desmatam boa parte da vegetação de determinadas áreas para estas construções, gerando assim um impacto ambiental devastador. São os que afetam as pessoas que moram na região onde constroem a usina.
13	Não sei
14	Para não queimar os aparelhos
15	É quando um fio encosta no outro e provoca incêndio.
16	Para proteger os aparelhos
17	Para não queimar os aparelhos
18	Não sei
19	Para desligarmos cada cômodo da casa
20	Não sei
21	É uma descarga elétrica.
22	Dependendo da intensidade dos volts, pode morrer

Fonte: elaborado pelos e configurado pelo próprio autor

Analisando as respostas, é possível observar que eles conhecem alguns dos conceitos de Eletricidade. Podemos utilizar alguns deles adequando-os corretamente,

em nossa proposta de trabalho que aponta para a aprendizagem que seja mais “duradoura” possível, sendo útil a quem aprende e à sociedade.

De acordo com Ausubel (1980), essa aprendizagem tem sentido e ocorre com mais facilidade para o aprendiz, quando ele possui estruturas mentais pré-existentes que facilitam o processo de aprendizagem. Para o autor, se uma nova informação consegue se conectar a estas estruturas, as estruturas mentais pré-existentes, que foram denominadas, em Inglês “subsumer”, as mesmas poderão compor novas estruturas que serão retidas com mais facilidade na mente do aprendiz e assim a aprendizagem se torna duradoura.

Moreira, 2011, traduziu o termo “subsumer”, para o português como subsunçores. Para ele, quando o aluno não tem tais subsunçores em sua mente, uma forma de se fazer com que ocorra a aprendizagem significativa é por meio da criação de organizadores prévios que sejam armazenados na mente do aprendiz. Para o autor, estas são informações e recursos introdutórios, que podem ser expostos antes dos conteúdos curriculares das ementas das disciplinas. Eles servirão como ligantes entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber, para que o conteúdo possa ser apropriado para ele, da forma mais significativa possível. Sendo trabalhados anteriormente às aulas, esses organizadores serão mais úteis, assim suas características vão ser incorporadas na mente do aluno e irão servir de incentivo e motivação para o aprendizado.

Ao elaborar os organizadores prévios, o professor deve procurar utilizar palavras íntimas a linguagem dos alunos, de modo contextualizado e planejado, criando situações reais, buscando fazer com que a aprendizagem esteja bem próxima da realidade do aluno, para servir de ligação para os conceitos e conteúdo que serão trabalhados logo a seguir na disciplina.

4.3 O DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

Terminando a fase de planejamento, inicia-se a etapa de desenvolvimento das aulas, as quais foram planejadas buscando utilizar os conceitos prévios dos alunos sobre Eletricidade, que se evidenciou em suas respostas no questionário Q2, e utilizando-se alguns recursos didáticos disponíveis.

Procurando situar as aulas dentro de um contexto atual, a seguir é apresentado cada plano de aulas, com tema, conteúdo a ser trabalhado, estratégias das aulas e materiais ou equipamentos utilizados para desenvolvê-las e objetivos para cada aula.

Contudo, este estudo tem como objetivo geral a construção de um roteiro potencialmente significativo de apoio às aulas de Eletricidade, utilizando primeiramente a conta doméstica de energia elétrica.

Apresentaremos o plano de aula, com uma pequena introdução e alguns objetivos. O roteiro (produto) completo, encontra-se disponível no anexo.

No Quadro 4 apresentamos o plano aula, oferecendo nele o número da aula, a sua duração, um tema proposto para cada aula, quais são os conteúdos que podem ser estudados, quais as estratégias (aulas expositivas e dialogadas) e por fim os materiais e equipamentos utilizados (Data show, notebook) e localidade da aula.

Quadro 4 - O plano de aula

Plano de Aulas de Eletricidade – Física	
Aula nº	Duração:
Tema	
Conteúdos	
Estratégias	
Materiais-equipamentos	

Fonte: elaborado pelo próprio autor

CAPÍTULO 5: ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 A POTENCIALIDADE DO MATERIAL

Como faz parte da proposta deste trabalho desenvolver um material, uma sequência didática, sobre o tema Eletricidade que possa promover a aprendizagem significativa é importante que o material apresente a condição de potencialmente significativo. A característica principal de um material potencialmente significativo é que possa incorporar as informações de várias maneiras de forma a torná-las com significado aos alunos. Assim, após avaliar quais seriam os seus conhecimentos, há que se procurar diversas maneiras de relacioná-los com o novo conhecimento.

Além disso, a possibilidade de uso de diversos recursos como sons, imagens, cores, animações, simulações, textos, experimentos e demais recursos multimídia, abre um enorme leque de opções de se relacionar os conceitos prévios dos alunos. Uma mediação didática que dê valor ao discurso dos alunos, tanto quanto da influência mútua entre eles, como também entre eles e o professor, cria possibilidades em facilitar esse processo, de relacionar a nova informação com aquela já existente. A possibilidade de explorar situações que façam parte do cotidiano do aprendiz também deve ser levada em conta. Fazendo isso, certamente ficaria mais clara para o estudante, a relação entre o conteúdo e aquilo que já faz parte de seu sistema cognitivo. Todos estes aspectos relacionados podem conferir ao material características de ser potencialmente significativo, desde que ele seja também coerente do ponto de vista lógico e conceitual.

A natureza do material deve possuir significado lógico ou potencial, isto é, os conceitos que o compõem devem estar organizados em uma estrutura e não apenas adicionados de forma eventual. Mais à frente da disposição do material a ser aprendido, é preciso que as vinculações entre os temas sejam especificadas aos estudantes, isso vai facilitar a inteligência da estrutura conceitual a ser aprendida.

No intuito de facilitar o estabelecimento de relações significativas entre os termos aprendidos, acrescentando a importância que a obtenção de um vocabulário exclusivo deve acontecer numa sequência progressiva.

O professor pode auxiliar a intensificar os conhecimentos prévios dos alunos, para beneficiar a aprendizagem significativa de conceitos. Para isso, precisa conhecer que ideias iniciais se relacionam posteriormente ao novo material, na possibilidade de adequar oportunidades para que, quem está aprendendo reflita sobre elas (explicando, estabelecendo, confrontando), contudo, desenvolvam novas compreensões, mais próximas daquelas aceitas pelo método científico.

Para analisar a potencialidade do material, foi aplicado novamente o questionário Q1(b), que está representado com as respostas no Quadro 05, aos alunos que terminaram o minicurso. Foram confeccionados e analisados 04 mapas conceituais elaborados pelos alunos e reconfigurados pelo autor. Os mapas demonstraram os conceitos de Eletricidade (Eletrostática e Eletrodinâmica), análise de uma conta de energia elétrica e de economia de energia elétrica. Analisamos também, as situações problemas aplicadas durante o minicurso (problemas reais, as simulações e as atividades experimentais).

A seguir, cada item vai ser analisado individualmente com as respectivas considerações.

5.2 ANALISANDO O QUESTIONÁRIO Q1(b) REAPLICADO

Observando o Quadro 5, é possível ressaltar nas respostas resumidas dos 25 alunos, que o material, ou seja, a situação de aprendizagem, o planejamento das aulas, os recursos multimídias, os recursos didáticos foram receptivos pelos alunos, caracterizando uma motivação e consequente pré-disposição em aprender.

Quadro 5 - Questionário Q1(b), aos estudantes que finalizaram o minicurso

Você aprendeu os conceitos de eletricidade e gostou das aulas?	No início estava apreensivo, procurava muitas respostas em pequeno intervalo de tempo, foi assim que sempre estudei. No final do minicurso aprendi e consegui fazer as ligações dos conceitos de eletricidade com as coisas do dia-a-dia, elaboramos mapas conceituais onde resumimos o que aprendemos. Gostei das aulas, principalmente dos experimentos que eu ajudei a fazer em grupo, ajuda a entender mais. No computador fizemos as simulações, é uma maneira de aprender brincando.
--	--

O que foi bom e o que não foi?	Foi bom o modo preparação as aulas, começou com a conta luz, não sabia o tanto de conceito de eletricidade e de matemática que tinha nela, pesquisamos sobre as usinas e seus impactos ambientais e sociais, gostei de participar do grupo na produção dos experimentos, hoje brinco em casa com as simulações. Acho que todas as aulas deveriam ser em forma de minicurso.
O que você acha que tornariam essas aulas mais agradáveis?	Acho que todos os professores e a Escola, o professor deve estudar mais e trazer para as aulas um bom material e uma boa explicação do material, usar Datashow, fazer os alunos pesquisarem, trabalharem com experimentos em física, aplicar os conteúdos em nosso dia-dia é o que precisamos, acho se os professores nos ajudarem, podemos aprender muito, as vezes nós alunos conversamos e vemos a Escola como um lugar desagradável, acho que tem que mudar as aulas e o local das aulas. No final do minicurso, o professor pediu que nós avaliássemos seu material, achei estranho, porque não tinha visto isso, mas ele disse que era uma tentativa em melhorar

Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

De acordo com Perrenoud (2000), ao planejar uma situação de aprendizagem, deve se levar em conta os estágios fundamentais. O planejamento didático identifica os objetivos trabalhados nas situações em questão, de modo a escolhê-los e dirigi-los, estabelecendo os recursos didáticos a serem utilizados.

Na elaboração de uma situação de aprendizagem ou em construir uma sequência didática, deve se observar que cada situação é uma progressão. Essa sequência se evidencia em um contrato didático que pode ser modificado. Não pode ser uma situação de aprendizagem que ocorra ao acaso, quando os alunos participam, aprendem a aprender, é um trabalho criado a partir de situações reais. Segundo Perrenoud, da análise a posteriori das situações e das atividades, quando se trata de delimitar o que se desenvolveu realmente e de modificar as sequências das atividades propostas. Da avaliação, quando se trata de controlar os conhecimentos adquiridos pelos alunos (PERRENOUD, 2000).

Por outro lado, apenas criar uma situação de aprendizagem não é o suficiente para que ela ocorra, é preciso engajar os estudantes, criar, identificar, estimular e diversificar o desejo de aprender, isso pode favorecer ou reforçar a decisão em aprender, haja vista que não é uma atividade das mais fáceis. É preciso estimular certas atividades que instiguem e desempenhem uma postura de competência, de trabalho coletivo, as atividades em grupo favorecem uma situação de empatia, de cooperação entre os participantes. Contudo, diante do que foi exposto, para verificar

se houve aprendizagem significativa, só é possível se os conceitos se tornem sequencialmente dependente de outros.

5.3 ANALISANDO OS MAPAS CONCEITUAIS

Mapas conceituais, chamados de proposição ou conhecimentos em rede de conexões, semelhantes a diagramas que indicam relações entre conceitos ligados por palavras, aproximando conceitos que em um texto ficam distantes. São conceitos em pares, que são colocados em caixinhas e unidos por uma seta, indicando uma definição de leitura; sobre a seta, é definida a semelhança conceitual entre eles, é uma estratégia para elaboração e aproveitamento de organizadores prévios, que ordena uma sequência hierárquica dos conteúdos de ensino, estimulando adequadamente os estudantes. Servem como instrumentos para facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo para o aprendiz.

Na utilização dos mapas conceituais, a aprendizagem pode variar intensamente de mecânica para altamente significativa, os níveis de aprendizagem irão depender da criatividade do aprendiz, isso depende também, das características do estudante e da organização do material didático utilizado. Pode se tratar de um método de aprendizagem por descobertas.

Assim, os mapas conceituais podem fazer referência a determinada questão reservada, que se procura compreender. Podem ser acrescidos exemplos de ocorrências ou objetos que ajudam a elucidar o significado de uma determinada importância. De maneira geral são eventos ou elementos particulares e não concebem conceitos. Mais adiante, os mapas podem se modificar de acordo com as conjunturas e podem conter percepções e equívocos do ponto de vista coerente, pois neles aparecem, naquela situação, o modo de pensar dos sujeitos.

O mapa conceitual pode ser solicitado ao aprendiz como ferramenta de avaliação e pode ser disposto pelo professor como auxílio para organizar o conteúdo a ser ensinado. Nesse estudo, os mapas conceituais não têm caráter avaliativo. Aqui os objetivos na sua elaboração são de verificar se os conceitos de Eletricidade (carga

elétrica, corrente elétrica, potência e energia elétrica, campo elétrico, resistência e força elétrica) foram melhor elucidados.

Cabe lembrar que os mapas conceituais aqui expostos, foram elaborados pelos alunos. A elaboração dos mapas conceituais apresentou por base, quatro fatores. O primeiro deles (MAPA CONCEITUAL 1), apresenta a organização dos conceitos de eletrostática. O segundo (MAPA CONCEITUAL 2), expõe os conceitos de eletrodinâmica. O terceiro (MAPA CONCEITUAL 3), apresenta a ideia de como economizar energia elétrica. O quarto mapa conceitual (MAPA CONCEITUAL 4), tem como objetivo analisar uma conta doméstica de energia elétrica. A seguir analisamos cada mapa conceitual individualmente.

5.3.1 O MAPA CONCEITUAL 1

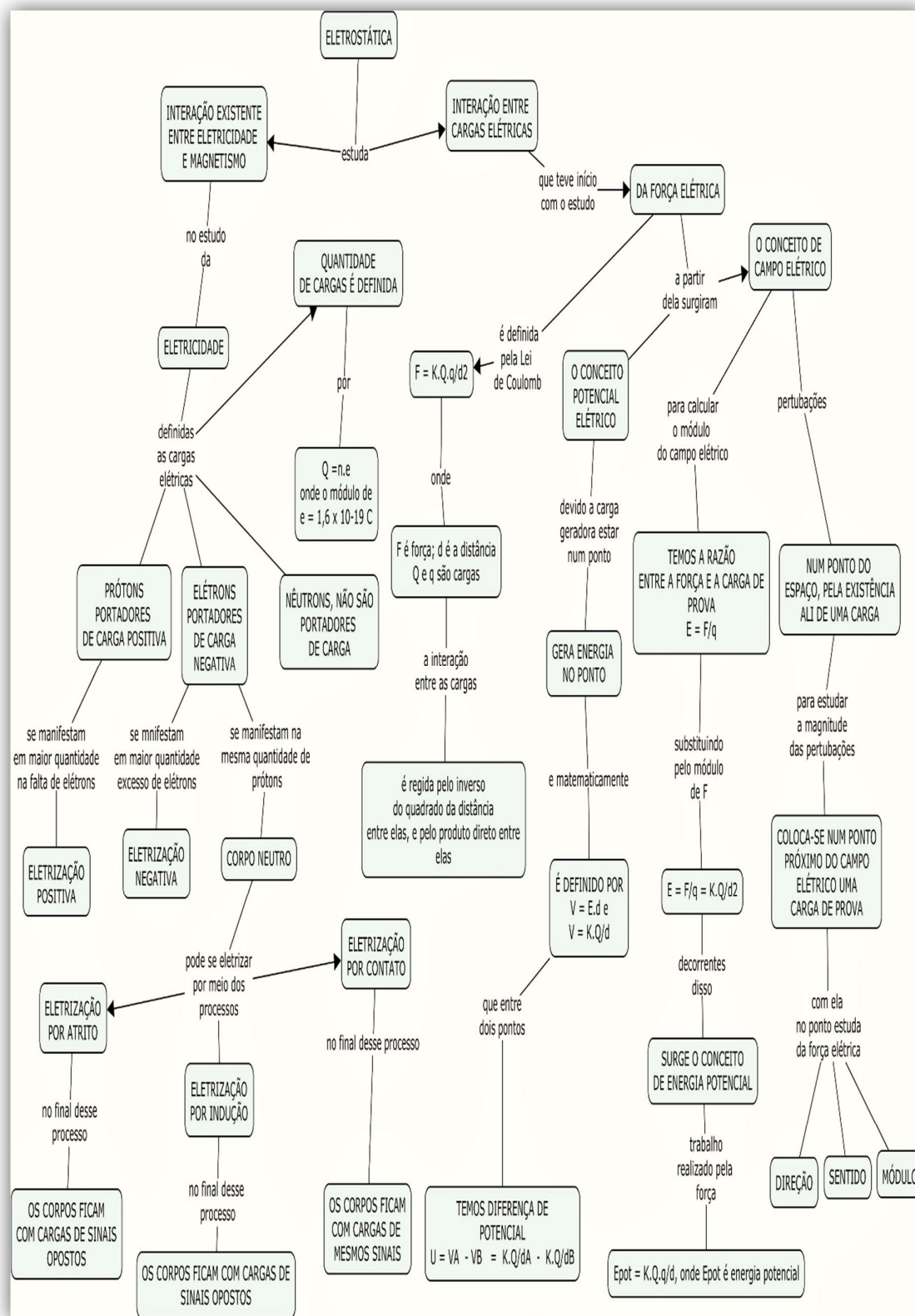
Os conceitos de eletrostática são descritos, seguindo uma organização hierárquica. O conceito de força elétrica é a interação entre cargas ou em geral corpos eletrizados, e para definir o conceito de força é necessário proporcionar no aparato de estudo, no mínimo duas cargas eletrizadas.

A natureza da força elétrica pode ser de atração e de repulsão, o seu módulo é descrito matematicamente pela Lei de Coulomb (interação a distância).

O conceito de campo elétrico não ficou bem elucidado, sendo que campo elétrico é uma perturbação em um ponto do espaço, provocada por uma carga elétrica. Houve uma excessiva preocupação em representar esse conceito por expressões matemáticas ou por fórmulas, isso pode evidenciar uma aprendizagem mecânica, centralizado em decorar fórmulas.

Por outro lado, os processos de eletrização foram descritos com maior clareza, assim como os sinais de cada corpo participante, no final dos processos de eletrização. Analisando esse mapa em geral (Figura 2), quanto a sua organização e elucidação dos conceitos de eletrostática, é possível caracterizá-lo, como ferramenta que auxilia a aprendizagem significativa.

Figura 2 - Mapa conceitual 1: Eletrostática



Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

5.3.2 O MAPA CONCEITUAL 2

Analisando esse mapa (Figura 3), observa-se que houve uma excessiva preocupação em descrever os conceitos por meio de fórmulas, ou seja, focada na verificação de leis e teorias. Estas situações não privilegiam as condições para que os alunos reflitam e revejam a suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos. Essa reestruturação da explicação dos fenômenos pode ser verificada se o professor acompanhar seu aluno, propondo a elaboração de outros mapas conceituais.

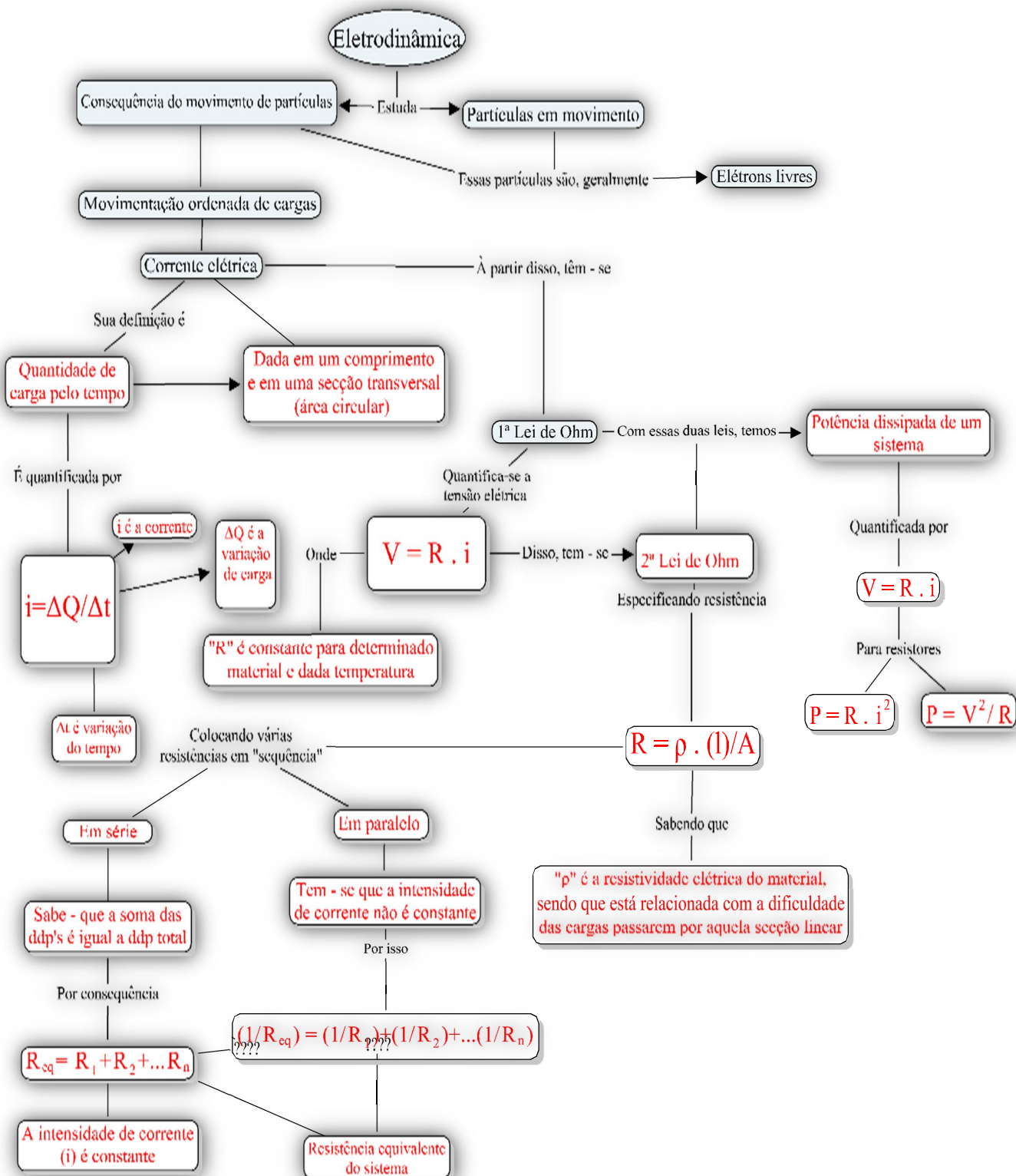
Mesmo tendo indício de aprendizagem mecânica, esse mapa conceitual, destacou com clareza alguns conceitos de eletrodinâmica: como sendo a parte da eletricidade que estuda, analisa e observa o comportamento das cargas elétricas em movimento. Quando o movimento das cargas elétricas é ordenado, ele produz corrente elétrica. Esse movimento ordenado dos elétrons portadores de carga elétrica, ocorre devido à ação de um campo elétrico, e são estimulados por uma diferença de potencial ou tensão elétrica.

A resistência elétrica é uma grandeza característica dos materiais, e ela simboliza e mede a oposição que seus átomos oferecem a passagem da corrente elétrica. A resistência elétrica (R) entre dois pontos, A e B, de um condutor qualquer é a razão entre a ddp (U) e a intensidade de corrente (i), quando aplicada a um condutor homogêneo, de comprimento L e área de seção transversal A , a resistência elétrica é uma proporção direta ao comprimento do condutor e uma proporção inversa a área de seção transversal do mesmo.

A potência dissipada num resistor pode ser encontrada combinando a expressão da potência com a da Lei de Ohm.

Colocando várias resistências em sequência que pode ser em série ou em paralelo, tem-se associação de resistências. Portanto, é possível verificar traços de aprendizagem significativa por meio da organização dos conceitos de Eletrodinâmica.

Figura 3 - Mapa conceitual 2: Eletrodinâmica

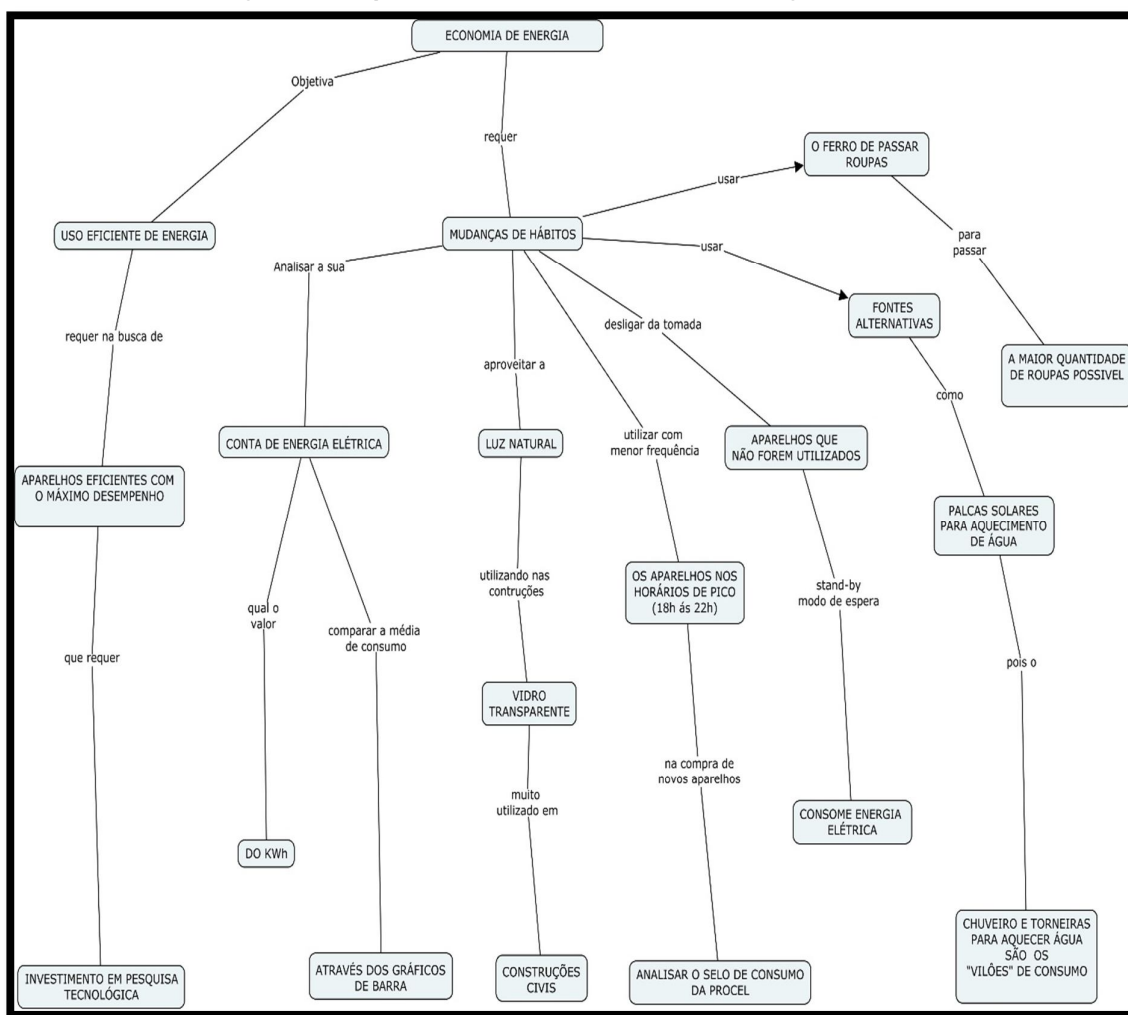


Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

5.3.3 O MAPA CONCEITUAL 3

Esse mapa conceitual (Figura 4), apresenta fortes indícios de aprendizagem significativa. Foi enfatizado com muita clareza, quanto a sensibilização em racionar a energia elétrica, expressa com imenso destaque de como economizá-la. Descreveu-se que para economizá-la, faz-se necessário um planejamento na escolha dos aparelhos eletroeletrônicos mais eficientes para se comprar. Além disso, em ficar atento em algumas mudanças de hábitos quanto ao uso da energia elétrica. Foi citado algumas fontes alternativas de energia, houve preocupação quanto ao investimento em pesquisas tecnológicas em produzir aparelhos mais eficientes e que consumam uma quantidade menor de energia.

Figura 4 - Mapa conceitual 3: Economia de energia elétrica



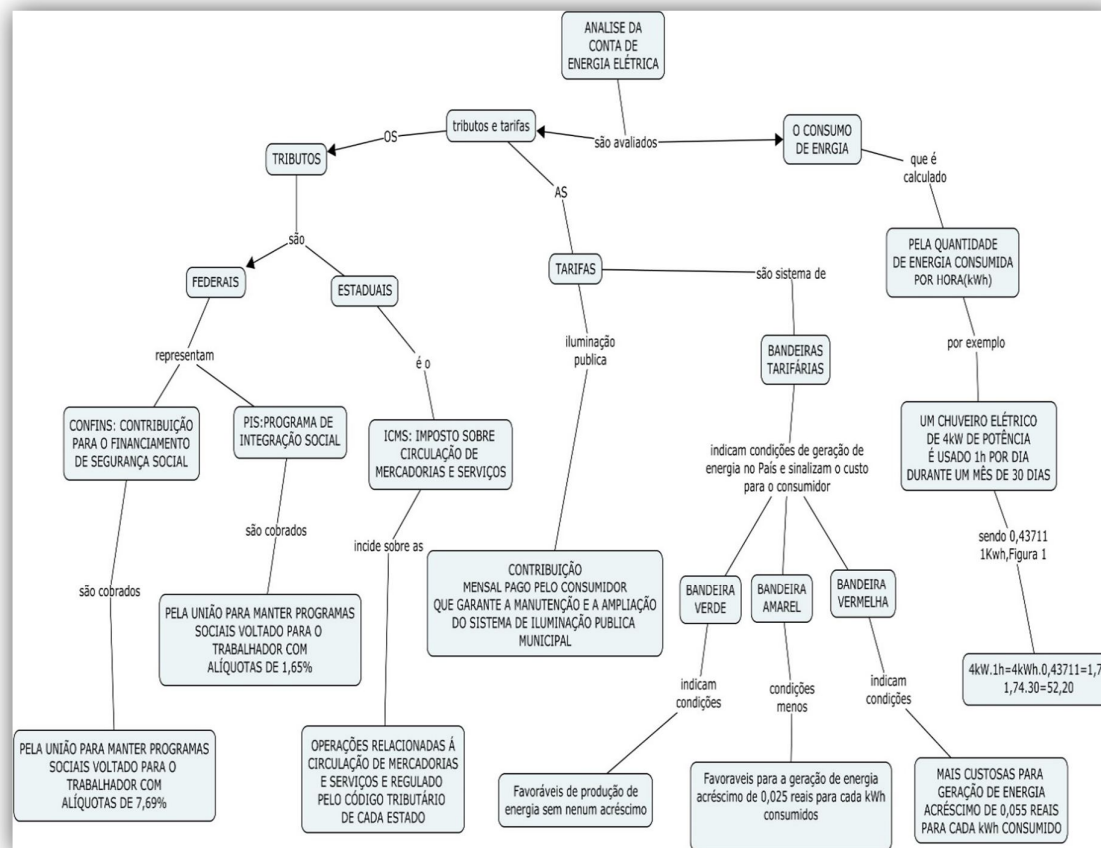
Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

5.3.4 O MAPA CONCEITUAL 4

A Figura 5 trata-se de um mapa conceitual que aponta para opinião mais crítica dos alunos, descreve uma situação real e que pode levar o aluno a uma formação cidadã, quanto ao uso da energia elétrica e a política energética do País. Pois desde o mês de março de 2015, está em vigor o novo valor da tarifa de energia elétrica, determinado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), para todas as distribuidoras. Esse aumento se deve ao aumento do custo de geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas, tendo que solicitar o acionamento de usinas termoeletricas, por conta do baixo nível de água dos reservatórios das usinas. O acionamento da bandeira vigente no mês (verde, amarela ou vermelha) independe do seu consumo individual. Ela é definida com base no custo para a geração de energia elétrica do país e aplicada para todos os clientes do território nacional.

Nesse mapa é enfatizado os descritores expressos em uma fatura de energia elétrica, consumo de energia em kWh, os impostos, como efetuar o cálculo de consumo de energia baseado na potência expressa em cada aparelho pelo seu tempo de uso. Eficiência energética a partir das classificações através das letras expressas nos selos da PROCEL, a diferença do consumo de energia entre os diferentes aparelhos, baseada nos cálculos efetuados em atividades na sala de aula. O sistema de bandeiras que passou a ser incluso a partir de 2015, ficou elucidado, no que se refere a produção, transmissão e a distribuição de energia, trazendo como eixo principal os benefícios que a energia elétrica nos fornece. Todas estas informações podem fazer com que os alunos e a sociedade em geral entendam o quanto de impostos e tarifas são pagos em uma conta de energia elétrica.

Figura 5 - Mapa conceitual 4: Análise da conta de energia elétrica



Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

5.4 ANALISANDO AS SITUAÇÕES PROBLEMAS PROPOSTAS NESSE ESTUDO

5.4.1 A SITUAÇÃO PROBLEMA 1

Tema: analisando uma conta real de consumo doméstico de energia elétrica.

Núcleo da atividade: aplicação das relações entre tensão, corrente elétrica, potência, intervalo de tempo, fases (monofásico, bifásico e trifásico); dados do fornecimento tensão nominal ou contratada (V) (127/220), limites adequados de tensão (V) (116 a 133 / 201 a 231). Os Impostos que pagamos na utilização de energia elétrica, o sistema de bandeiras que passou a vigorar em 2015.

Objetivos: é uma proposta inicial que tem como objetivos que o aluno perceba quanta informação e conceitos de Eletricidade estão presentes numa conta doméstica de consumo de energia elétrica, utilizar-se da ferramenta simuladores de consumos de energia elétrica.

Desenvolvimento: foi entregue aos alunos a atividade, Quadro 6, com o mapa de uma casa modelo. Com aparelhos consumidores de energia elétrica que a maioria têm em suas casas, onde através de uma pesquisa foram encontradas as potências de cada aparelho. Depois foram estipulados o tempo de uso de cada um, e em seguida foram propostas algumas questões.

Quadro 6 – Mapa de uma casa modelo

Dispositivo	Tempo (h)	Potência (kW)	Energia (kWh)	Gasto
Lâmpada		0,020		
Computador		0,100		
Chuveiro		4,000		
Aparelho de TV		0,150		
Geladeira		0,160		
Lava roupas		0,600		
Secador de cabelos		2,000		
Ar 12000btu/h		3,617		
Energia consumida no dia				
Energia consumida no mês				

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Questão 1: Tendo como referência, uma conta real de consumo doméstico de energia elétrica (Quadro 8), procure relacionar o quanto se paga pelo consumo de energia elétrica, com base no valor do preço do kWh que vem descrito na conta real, sendo seu valor R\$ 0,434711. Efetue o consumo em um simulador de consumo de energia elétrica e compare os dados.

Questão 2: Calcule separadamente o quanto vai pagar com adicional de bandeira, que aqui é vermelha, quanto vai pagar de ICMS, COFINS, PIS.

Questão 3: Acrescente no cálculo, a taxa de iluminação pública. Qual é o valor total pago pelo consumo de energia elétrica?

Questão 4: Por que temos que pagar todos esses impostos embutidos na conta de energia elétrica? Para onde vai o dinheiro arrecadado?

Essa atividade proporcionou várias discussões, e os alunos tiveram

participação significativa, pois toda sustentação desse trabalho está ancorado em analisar a conta doméstica de energia elétrica. Ao finalizar os alunos tiveram oportunidades e conseguiram interpretar as informações contidas na conta de energia elétrica, como a quantidade total de energia consumida e o custo médio de cada quilowatt-hora (kWh) consumido, o preço do kWh não é igual para todos os consumidores e nem tem um valor constante, além de entender o sistema de bandeiras tarifárias que passou a vigorar em 2015, diante das leituras complementares que estão contidas no produto educacional em anexo.

Também se incentivou a prática de redução de consumo e a reflexão para a importância de auto sustentabilidade do planeta.

Na resolução da atividade e nas discussões, os alunos se preocuparam em definir junto a sua família e a comunidade do bairro onde moram, rotinas de combate ao desperdício de energia elétrica, definindo de modo geral o consumo de energia pela potência dos aparelhos e por período de tempo adequado de uso de cada um, e com isso o estabelecimento de relações importantes entre hábitos e consumo, sendo que a conta de energia é a base para a avaliação econômica dos projetos de eficiência energética, já que a forma como a energia elétrica é cobrada e como são calculados os valores são apresentados nas contas.

Componentes relativos aos produtos e serviços prestados, discriminando as tarifas aplicadas; parcela referente a impostos incidentes sobre o faturamento realizado; valor total a pagar; aviso de que informações sobre as condições gerais de fornecimento, tarifas, produtos, serviços prestados e impostos se encontram à disposição dos consumidores, para consulta, nas agências da concessionária; indicadores referentes às qualidades do fornecimento, de acordo com a norma específica.

Isso desperta para a formação de um cidadão com senso crítico e que possa entender, o sentido em economizar energia elétrica, e as políticas energéticas do país e do Estado onde mora, tornando a aprendizagem significativa.

Foi disponibilizado aos alunos um simulador de consumo de energia elétrica *online*, onde os mesmos se mostraram dinâmicos quanto a utilização, em relatos eles enfatizaram que esse tipo de atividade ajuda a planejar os gastos com a energia elétrica em sua residência, sendo possível reproduzir o ambiente doméstico e verificar o consumo dos equipamentos elétricos, em cada cômodo de uma casa virtual. Na

casa virtual, o aluno seleciona cada aparelho e informa a quantidade, potência, o tempo que, geralmente, utiliza esse equipamento. A partir dessas informações, o sistema calcula automaticamente o valor aproximado da conta de energia, incluindo os impostos e tarifas. Os eletrodomésticos estão divididos em cômodos: cozinha, quarto, banheiro, sala, escritório, lavanderia e garagem. Ao colocar todos os dados no simulador, o consumo aproximado da conta de energia em kWh e o valor aproximado da conta em reais pode ser obtido, podendo assim imprimir um relatório.

No simulador é possível adaptar os dados sugeridos à realidade de sua residência, basta alterar os valores de quantidade de aparelhos, potência, modelo, tempo de uso e período. Ainda é possível inserir aparelhos que não constam na lista sugerida pelo sistema, para isto basta selecionar a opção outro aparelho no final da relação de aparelhos.

Empregando o Quadro 6, os alunos calcularam o consumo dos equipamentos obtendo o valor de 1296,70 kWh e depois compararam ao resultado obtido empregando o simulador, que está representado na casa virtual da Figura 6, no qual o consumo de energia elétrica foi igual 1296,78 kWh. Os valores obtidos foram bem próximos, pois o simulador faz o cálculo dos adicionais, enquanto em nosso cálculo, aproximamos os valores dos adicionais (impostos e tarifas) para 0,740. Esse número foi obtido a partir da conta de consumo doméstica de energia elétrica.

Figura 6 - Simulando o consumo de energia



Fonte: Disponível em <<https://www.copel.com>>. Acesso em 2015.

É possível observar que a relação dessa atividade junto a elaboração do MAPA CONCEITUAL 3: economia de energia elétrica e no MAPA CONCEITUAL 4:

análise da conta de energia elétrica, um forte indício de organização dos conceitos, além da preocupação quanto ao consumo de energia elétrica. Os alunos são envolvidos, isso garante uma aproximação afetiva entre eles, seu professor e a disciplina, e isso pode contribuir para a aprendizagem, pois, é uma prática diferente do modelo tradicional.

5.4.2 A SITUAÇÃO PROBLEMA 02

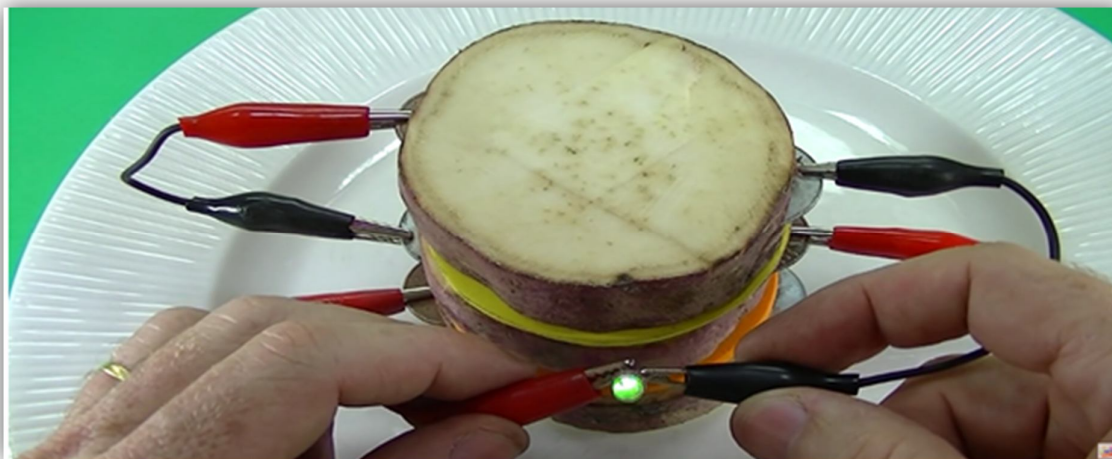
Tema: A pilha de batata doce: um experimento simples de baixo custo.

Núcleo da atividade: aplicação das relações entre tensão, corrente elétrica, potência, fonte de produção de energia elétrica e circuito elétrico.

Objetivos: despertar a curiosidade e contribuir para que o aluno entenda basicamente os conceitos de: geração de energia elétrica, o que é tensão elétrica, intensidade de corrente elétrica, circuito elétrico simples e associação de pilhas em série. Além de aprender a utilizar corretamente o multímetro.

Desenvolvimento: atividade proposta, onde os alunos receberam a fonte de pesquisa (<http://professorphardal.blogspot.com.br/2013/05/como-fazer-uma-super-pilha-caseira.html>), e reconstruíram o experimento (Figura 7) abaixo. Toda a montagem do experimento foi efetuada em sala, tendo como referência o roteiro. No roteiro foi especificado os materiais e o procedimento para a sua elaboração.

Figura 7 – A pilha de batata doce



Fonte: Disponível em (<http://professorphardal.blogspot.com.br>). Acesso em 2015.

As questões propostas em relação ao experimento são apresentadas a seguir:

- **Questão 1:** Qual é a relação entre tensão elétrica e corrente elétrica?
- **Questão 2:** Porque não é viável utilizar esse tipo de aparato para gerar a energia elétrica de uma residência?
- **Questão 3:** Porque a energia da pilha só é eficiente para acender uma pequena lâmpada de LED?
- **Questão 4:** Qual é a função do voltímetro e do amperímetro? Como o voltímetro e o amperímetro são associados: em série ou em paralelo?
- **Questão 5:** Que tipo de associação temos entre as fatias de batata: em série ou em paralelo?
- **Questão 6:** Qual é a diferença entre associação em série e em paralelo?
- **Questão 7:** Qual é a relação que podemos fazer, entre este experimento e a uma usina de geração de energia elétrica?

Essa atividade prática em geral proporcionou uma mudança de postura dos alunos no que tange a participação nas aulas, aos questionamentos a levantar hipóteses. Houve expressivas diferenças em representar corretamente as unidades, formação de corrente elétrica, polaridade, utilização do multímetro e entender o que vem a ser diferença de potencial e circuitos elétricos, como é uma fonte de energia elétrica (a pilha), como é uma associação em série.

5.4.3 A SITUAÇÃO PROBLEMA 03

Tema: Simulação de um circuito elétrico simples.

Núcleo da atividade: aplicação das relações entre tensão, corrente elétrica, potência, fonte de produção de energia elétrica, circuito elétrico e utilização correta do voltímetro e do amperímetro.

Objetivos: visualizar microscopicamente, o comportamento das variáveis tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica no circuito elétrico simples. Procurar entender o sentido real e o sentido convencional da corrente elétrica, a função do amperímetro, do voltímetro, da fonte de energia (gerador).

Desenvolvimento: atividade proposta, onde se faz uso de um simulador e computadores. Nessa atividade, o aluno pode desenvolver habilidades engenhosas na montagem correta para o funcionamento de um circuito elétrico simples para entender conceitos de ddp (tensão elétrica) e especialmente de corrente elétrica. Foram propostas as seguintes questões para desenvolver as habilidades:

- **Questão 1:** Porque com a chave aberta a lâmpada não pode acender?
- **Questão 2:** O que faz a lâmpada acender com a chave fechada?
- **Questão 3:** O que é resistência elétrica?
- **Questão 4 :** Porque com a chave aberta o amperímetro marca 0 ampére?
- **Questão 5:** Porque com a chave fechada o amperímetro marca 0,9 ampére?

Nessa proposta de trabalho, buscou suprir o vazio ou possíveis falhas de aprendizagem existente em relação as atividades práticas e resolução de exercícios anteriores (situação problema 1) no ensino de Eletricidade. Assim, a abordagem dos conteúdos foi feita levando em consideração o cotidiano do aluno estimulando a pensar e agir, visando uma pequena contribuição para a melhoria do ensino do tema abordado, pois percebemos que Eletricidade é um fenômeno abstrato e complicado, além de ser difícil de ser imaginado e visualizado por meio de palavras e gestos, e para alguns alunos até mesmo com atividades experimentais práticas. Diante da identificação das possíveis falhas na aprendizagem em relação as diferentes práticas e por entender que trabalhamos com alunos com dificuldades e formas diferentes de aprendizagem, aplicamos as simulações computacionais.

Para Tavares (2008), as simulações podem possibilitar aos alunos observar em poucos minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria um tempo muito longo, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que desejar.

Sempre tomamos cuidado de deixar claro para os alunos que as animações reproduzem a realidade de forma esquemática e simplificada e que os experimentos realizados por meio de simulações não são equivalentes aos experimentos reais, mesmo assim a atividade propiciou um maior envolvimento e um ambiente de estímulos, envolvimento dos alunos principalmente daqueles que tiveram dificuldades em outras atividades desenvolvidas nesse estudo.

A aplicação da simulação foi receptiva e se mostrou uma maneira agradável, envolvendo os alunos no aprendizado e ao mesmo tempo provocando uma mudança conceitual em relação a circuitos elétricos simples, sentido convencional da corrente

elétrica, condutores, medidores de corrente elétrica e tensão elétrica, pois responderam satisfatoriamente às questões propostas com discurso mais amarrado em relação à Eletricidade.

Portanto, a utilização planejada de simulações provocou pequenas mudanças nas atitudes, principalmente nos alunos que têm dificuldades em algumas atividades propostas nesse trabalho. Alguns alunos criaram pequenos grupos de trabalho, criando assim oportunidades de discussão, levantando hipóteses e cooperação entre seus membros quanto ao tema, os quais se tratam de indícios de aprendizagem significativa.

5.4.4 A SITUAÇÃO PROBLEMA 04

Tema: Simulação e apresentação de experimentos simples de baixo custo, para elucidar as diferenças entre associação de resistores em série e em paralelo.

Núcleo da atividade: aplicação das relações entre tensão, corrente elétrica, resistência elétrica, fonte de produção de energia elétrica, circuito elétrico e utilização correta do voltímetro e do amperímetro.

Objetivos: visualizar as variáveis tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica na associação de resistores. Analisar o comportamento de cada variável matematicamente, usando a lei de ohm.

Desenvolvimento: atividade proposta, onde se faz uso de um programa simulador e um experimento de baixo custo. A ideia trata-se da utilização de recursos múltiplos para que além de um maior esclarecimento, haja maior confiança na utilização dos simuladores. Associações de lâmpadas (resistores) foram feitas em série e paralelo e foram comparadas. As seguintes atividades foram propostas para desenvolver as habilidades:

- **Questão 1:** Nas simulações, calcular a resistência equivalente de cada circuito elétrico.
- **Questão 2:** No experimento, o que faz mudar o brilho das lâmpadas na associação em série?
- **Questão 3:** Na simulação, mudar a tensão da fonte da associação em série, para mais e menos, e relatar o que ocorre com o brilho das lâmpadas.

➤ **Questão 4:** Na simulação, calcular a tensão em cada lâmpada da associação em série.

➤ **Questão 5:** Na simulação, montar uma associação em paralelo com uma fonte de tensão igual a 36 volts, e três lâmpadas de resistências igual a 2 ohms, e relatar.

As atividades de simulação e o experimento de associação de resistores se mostraram de fácil manipulação, ajustando a individualidade do aluno e o envolvimento dos colegas na manipulação e na construção das experiências, desafiando-os na construção de novos experimentos para melhor compreensão. Na discussão, os alunos discursaram de maneira satisfatória sobre a aplicação da associação em circuitos elétricos, onde são utilizados de maneira a equilibrar a corrente elétrica (associação em paralelo) distribuídas aos eletrodomésticos e lâmpadas, considerando fatores como consumo de energia elétrica e proteção da fiação. A rede elétrica de uma residência apresenta uma combinação de conexões e possibilidades que podem ser divididas, basicamente, em circuitos paralelos e circuitos em série. Os alunos identificaram conceitos básicos na representação da simulação, alguns conceitos e dispositivos (interruptor, chave aberta ou fechada, lâmpadas acesas e apagadas) o que provocou um desafio nas resoluções das atividades de simulação.

Os alunos reunidos em sala de aula, mas têm diferentes realidades. Quando foram desafiados apresentaram um conjunto de tantas ideias e juntos construíram significados com a interpretação de características e simbologias de circuitos elétricos para resolver as atividades propostas. O que percebemos é que individualmente os conceitos de Eletricidade tinham significados algumas vezes distintos, mas que o trabalho em grupo colaborou para a elucidação desses conceitos. A compreensão de que a bateria é uma fonte de tensão elétrica (medida em Volt), a ideia de potência (medida em Watt) como a taxa de energia que um componente consome, a intensidade de corrente elétrica (medida em Ampére) como a razão de cargas orientadas, a resistência elétrica (medida em ohm) como oposição ao movimento de cargas.

A atividade proporcionou que os alunos trabalhassem matematicamente com a lei de Ohm de uma maneira menos angustiante, e que mesmo trabalhando com resistências elétricas constantes, existem muitos materiais nos quais a resistência não é constante.

Em relação aos circuitos elétricos houve compreensão quanto a análise da corrente elétrica e da tensão de seus elementos. Isso pode ser resumido em duas formas de ligação entre seus elementos: o circuito em série, onde seus componentes estejam sujeitos a mesma intensidade de corrente elétrica; e o circuito em paralelo, em que seus componentes estão sujeitos a mesma tensão elétrica.

5.4.5 A SITUAÇÃO PROBLEMA 05

Tema: Simulação da lei de Ohm.

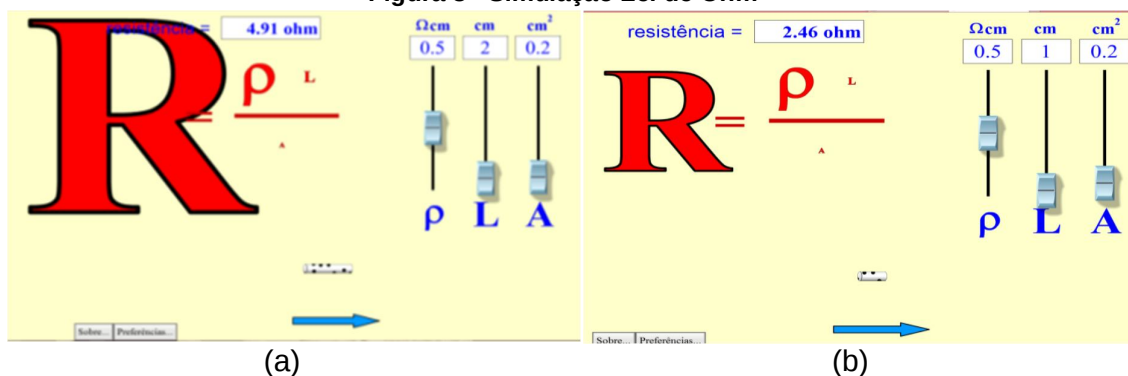
Núcleo da atividade: aplicação das relações entre tensão, corrente elétrica, resistência elétrica, resistividade elétrica.

Objetivos: visualizar as variáveis tensão elétrica, corrente elétrica e resistência. Analisar matematicamente o comportamento de cada variável, usando a lei de ohm.

Desenvolvimento: atividade proposta, onde se faz uso de um simulador e computadores. Na simulação (Figura 8) há possibilidades de se variar o comprimento e a seção reta do condutor e analisar como a resistência elétrica se comporta. As seguintes atividades foram propostas para desenvolver as habilidades:

- **Questão 1:** Faça três simulações, variando as grandezas: comprimento, area e a resistividade.
- **Questão 2:** Verificar como varia a resistência elétrica de um condutor, quando aumenta ou diminui o comprimento e a seção reta.
- **Questão 3:** Como se pode aumentar ou diminuir a resistência de um chuveiro.

Figura 8 - Simulação Lei de Ohm



Fonte: elaborado pelo próprio autor

Embora o programa apresente algumas limitações, ou seja, não oferecendo condições de aumentar satisfatoriamente as grandezas envolvidas, foi possível notar significativa contribuição a compreensão de conceitos como resistência elétrica, resistividade elétrica, resolução de problemas, num enfoque mais abrangente das relações entre a Física e a matemática. Com a simulação computacional algumas concepções errôneas sobre Eletricidade, principalmente em circuitos elétricos foram diminuídas. Foram facilitadas as proporções entre as grandezas (diretamente e inversamente proporcionais) em relação as equações matemáticas envolvidas no estudo. A simulação se mostrou como alternativa de solução de problema, afim de que o aluno possa ampliar e aprofundar o seu conhecimento. Em relatos dos próprios alunos trata-se de uma outra maneira de aprender. Esta metodologia produziu uma situação de ensino-aprendizagem em que o aluno é encorajado a pensar matematicamente em relação as proporções entre as variáveis relacionadas a Lei de Ohm.

5.4.6 A SITUAÇÃO PROBLEMA 06

Tema: Experimento simples e de baixo custo, eletrização por atrito.

Núcleo da atividade: Eletrizar por atrito e analisar a natureza da força elétrica.

Objetivos: Esta experiência tem como objetivo que o aluno mesmo verifique como ocorre os processos de eletrização por atrito e a indução eletrostática aplicada a um corpo neutro.

Desenvolvimento: Utilização de experimento de baixo custo. Eletrização por atrito é um processo bem simples de geração de cargas eletrostáticas, ele pode ocorrer sempre que dois corpos de materiais diferentes são esfregados um no outro. Este tipo de eletrização não acontece entre metais porque eles são bons condutores e a descarga é muito rápida, não conseguindo mantê-los eletrificado. O processo de indução eletrostática ocorre quando um corpo eletrizado redistribui cargas de um condutor neutro. O corpo eletrizado, o indutor, é colocado próximo ao corpo neutro, o induzido, e isso permite que as cargas do indutor atraiam ou repilam as cargas

negativas do corpo neutro, devido à natureza elétrica das cargas de atração e ou de repulsão entre as cargas elétricas. As distribuições de cargas no corpo induzido mantem-se apenas na presença do corpo indutor. Para eletrizar o induzido deve-se colocá-lo em contato com outro corpo neutro e de dimensões maiores, antes de afastá-lo do indutor.

Materiais utilizados: Pedaco de papel alumínio; um canudo de plástico; Uma base pedaco de madeira; uma pedaco de linha de nylon; papel higiênico ou papel toalha e uma régua de plástico.

Procedimento: Quando a régua é atritada no papel higiênico ou papel toalha, ela irá perder elétrons, tornando-se assim eletrizada positivamente. Assim ao aproximá-la da bolinha de alumínio, Figura 9, que está com carga nula, ela irá atrair os elétrons do lado mais próximo ao da régua, através da indução eletrostática, deixando a bolinha com dois polos de carga, mas ainda com carga nula. Ou seja, a somatória das cargas positivas e negativas na bolinha de alumínio ainda é zero, pois a esfera está isolada. Então ela será atraída pela régua.

As seguintes atividades foram propostas:

- **Questão 1:** Descrever as característica de um corpo neutro, porque no estudo da Eletricidade, procura-se estudar as características dos corpos eletrizados.
- **Questão 2:** Porque a régua atraiu o pedaco de papel alumínio?
- **Questão3:** Um corpo neutro pode ser repelido por um corpo eletrizado? Se sim como? Se não por quê?

Figura 9 - Régua eletrizada, atraindo um pedaco de papel alumínio neutro



Fonte: Elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor.

Essa atividade proporcionou várias discussões, e os alunos responderam a prática, na confecção e na apresentação do experimento onde o conteúdo é abordado com o acompanhamento dos experimentos, os quais são construídos com materiais de fácil acesso.

Na apresentação, os alunos descreveram o experimento suficientemente e de forma minuciosa alguns fenômenos em questão, com a disposição de fotos para auxiliar na compreensão. Se mostraram interessados na compreensão de como se concebe o fenômeno científico. Em relatos descreveram que a elaboração de qualquer teoria Física deve estar sempre relacionada ao comportamento de um sistema físico real.

A partir do experimento e das questões propostas, descreveram os tipos de eletrização, a noção de corpo neutro, série triboelétrica, a noção de formação de campo elétrico entre corpos eletrizados com cargas diferentes (indução eletrostática e formação de dipolos elétricos), com a formação de dipolos explicaram o comportamento de uma descarga elétrica através da indução eletrostática, princípio de atração e repulsão e que para que um corpo eletrizado se torne neutro faz-se necessário perder elétrons e que os processos de eletrização são importantes no estudo da Eletrostática para definir: campo elétrico, força elétrica, potencial elétrico, energia potencial elétrica, conceitos básicos para estudar Eletrodinâmica.

5.4.7 A SITUAÇÃO PROBLEMA 07

Tema: Simulação de campo elétrico e força elétrica.

Núcleo da atividade: Os chamados *applets* de Física são importantes ferramentas de ensino-aprendizagem que complementam e reforçam o aprendizado de Física em sala de aula. Os temas trabalhados foram a natureza da força elétrica e do campo elétrico.

Objetivos: Compreender que o módulo do vetor campo elétrico e força elétrica, diminui ou aumenta de intensidade em pontos mais distantes ou mais próximos de onde se originou esse do campo elétrico. Analisar o sentido campo

elétrico uma carga positiva e de uma carga negativa, verificar que a natureza da força elétrica pode ser de atração e ou de repulsão.

Desenvolvimento: Foram elaboradas quatro simulações, objetivando descrever situações diferentes. Na primeira simulação representada pela Figura 10a, a carga geradora é positiva e escolhemos um ponto distante da carga, visualizamos um vetor de campo elétrico de pequeno módulo. Na segunda simulação representada pela Figura 10b, procuramos aproximar o ponto um pouco mais da carga geradora, percebe-se que em relação a figura anterior, o módulo do vetor unitário é de maior intensidade. Isso acontece, pois matematicamente o módulo do vetor campo elétrico, varia inversamente com o quadrado da distância do ponto onde gerou esse campo e é diretamente proporcional ao módulo da carga.

Na terceira simulação, Figura 11a, utilizamos duas cargas elétricas, uma carga positiva e outra carga negativa, e foram afastadas a uma distância d uma da outra, aparecendo um determinado vetor força unitário resultante. Na quarta simulação, Figura 11b, foi aumentada a distância entre as cargas, e ao ser comparado com a simulação da Figura 11a, percebe-se que o vetor força unitário diminui em módulo. Isso acontece, pois matematicamente módulo do vetor força elétrica varia inversamente proporcional com o quadrado da distância entre as cargas e é diretamente proporcional ao produto dos módulos das cargas elétricas.

Figura 10 - Representação do vetor campo elétrico: (a) em um ponto mais distante; e (b) em um ponto mais próximo da carga geradora



Fonte: elaborado pelo próprio autor

Figura 11 - representação do vetor força elétrica, resultante entre duas cargas de sinais opostos. Em (a) a distância entre as cargas é menor; e em (b) a distância entre elas é aumentada



Fonte: elaborado pelo próprio autor

- **Questão 1:** Como podemos investigar a existência de campo elétrico.
- **Questão 2:** Procure utilizar-se da ferramenta matemática, e definir para cada situação, ou seja, as que estão representadas nas Figuras 10(a), 10(b), 11(a) e 11(b), definindo distâncias (sugetão 10cm e 40cm) e valor para as cargas elétricas e depois, calcular o módulo do vetor unitário do campo elétrico e da força elétrica em cada caso.
- **Questão 3:** Diante dos resultados, organizar em uma tabela e representar graficamente (campo em relação a distância e força em relação à distância).

A atividade foi planejada para fechamento do curso, mesmo se tratando de uma atividade de curto espaço de tempo, proporcionou para a maioria dos estudantes a capacidade de reconhecer as relações entre força elétrica e distância entre cargas e campo elétrico e distância entre carga(s) geradora(s) e algum ponto, e a importância da utilização de grandezas vetoriais. Este é um ganho interessante que o uso de simulações pode proporcionar.

Uma vez observado o comportamento de duas cargas nas simulações, Figuras 10(a) e 10(b), os alunos relacionaram com fenômenos eletrostáticos fazendo analogias com as atividades práticas experimentais aplicadas nesse trabalho, e nas discussões e elaboração de hipóteses responderam satisfatoriamente, alguns até mesmo conseguiram aplicar elaborando tabelas e representando graficamente, relacionando o vetor com a distância e também para a força entre cargas. Nas questões que envolveram alguma operação com as equações da força elétrica e do

campo elétrico, verificou-se ainda que alguns alunos tiveram alguma dificuldade. Como toda concepção alternativa, existe uma grande resistência à evolução da ideia de campo elétrico (perturbação em um ponto pela simples presença de uma carga elétrica). É pertinente repensar uma forma de provocar esta evolução, e a reformulação das simulações torna-se necessária.

No entanto, de uma forma geral, podemos concluir que a utilização da simulação computacional foi positiva, dado os resultados não passíveis de um tratamento matemático das atividades respondidas, que não obstante sofreram uma instância confirmadora durante a análise interpretativa das operações e representações. Sendo assim, o potencial de uso de simulações para ensino de conceitos de campo e força em eletrostática no ensino médio, é bem promissor.

CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo, aponta para alguns caminhos que podem levar os estudantes a aprendizagem significativa e que o material possivelmente tenha características de potencialmente significativo em análise dos dados, obtidos por meio de notas de aulas, questionários e situações problemas (antes, ao longo e posteriormente ao minicurso).

Na confecção de mapas conceituais, mesmo com indícios de aprendizagem mecânica, foi possível observar algumas mudanças na forma de os alunos expressarem os conceitos físicos relacionados à eletricidade, em discursos mais amarrados com sua vida cotidiana.

As situações problemas, foram elaboradas dentro de um contexto atual, introduzindo diferentes maneiras de aprendizagens, sendo direcionadas com tema, núcleo da atividade, com objetivos definidos e como desenvolvê-las, sendo que os alunos mostraram grande interesse em aprender com esse tipo de abordagem.

Alguns alunos desenvolveram mais confiança em procurar elucidar os conceitos de Eletricidade através de cálculo, utilizando a matemática como ferramenta, outros alunos os desenvolveram em redigir textos, existem os que tem mais facilidade em trabalhar com Mapas Conceituais e com as simulações, ainda os que participaram mais ativamente na reprodução dos experimentos e apresentando os resultados em forma de relatório, os que adaptaram a todas as atividades propostas.

A utilização de ferramentas educacionais, tais como: Datashow; experimentos; simuladores e situações problemas, ajudam na compreensão de muitos dos fenômenos elétricos, que nas respostas dos estudantes apareciam como “fictícios”, recursos esses que Ayres (2004), classifica como recursos instrucionais de apoio as aulas bem ministradas.

Percebemos a motivação dos alunos e a participação mais efetiva, e isso pode levar a pré-disposição em querer aprender. No processo de ensino contemporâneo, o papel do professor é o de um mediador e facilitador, que ao criar situações de aprendizagem, deve procurar conexões entre os conceitos chaves já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes (conceitos prévios) a novos conceitos mais

elaborados. Ao realizar a situação de aprendizagem ele deve planejar e readaptar o material que vai utilizar em suas aulas, para diferentes tipos de aprendizagem com o contexto atual do aluno. Esse profissional deve encarar a educação como um processo e não um produto pronto e acabado, e buscar sempre a formação permanente, aprender a aprender, sendo ele sabedor que as vezes vai errar, mas, que isso faz parte do processo das didáticas contemporâneas.

Diante da confecção da apostila/roteiro, aplicação dos questionários, (re) produção de experimentos de baixo custo, uso do laboratório virtual, confecção dos mapas conceituais, resolução de situações problemas reais, e aplicação do minicurso de 20 horas/aulas, é possível descrever que tenha acontecido aprendizagem significativa (ao menos em um nível considerável) e que o material tenha características de potencialmente significativo.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao Laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p.174-188, 2002.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1999.

ANTUNES, C. **As inteligências múltiplas e seus estímulos**. Campinas: Papirus, 1998. 141 p.

AYRES, Antônio Tadeu. Prática pedagógica competente: ampliando os saberes do professor/ Antônio Tadeu Ayres, -Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio** - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Abordagens histórico-filosóficas em sala de aula: questões e propostas. In: CARVALHO, A. M. P. (Coord.). **Ensino de Física** (Coleção Ideias em Ação). São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 107-139.

CERBARO, B. Q.; ROCHA FILHO, J. B. Experimentos Para Ensino Médio de Física: compilando e testando experimentos didáticos no contexto curricular. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, X, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009. p. 1118-1120.

CHEVALLARD, Y. **La Transposicion Didactica: del saber sábio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 1991. 196 p.

DEMO, P. **Formação permanente e tecnologias educacionais**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2011. 144 p.

FARIA, W. **Mapas Conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação**. São Paulo: EPU, 1985. 59 p.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 148 p.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artmed, 1995. 257 p.

GARNICA, A. V. M. História Oral e educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

GOLDENBERG, Mirian. A arte de pesquisar: Como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais/ Mirian Goldenberg. – 8ª ed. -Rio de Janeiro: Record, 2004.

HOFFMAN, J. **Avaliação Mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade**. 17 ed. Porto Alegre: Mediação, 2000. 160 p.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1991. 263 p.

_____. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** 8 ed. São Paulo: Cortez, 2005. 200 p.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982. 112 p.

_____. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011. 179 p.

_____. **Teorias de aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011. 242 p.

MORTIMER, E. F. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The Universality and Ubiquitousness of Concept Maps. In: CONCEPT MAPS: MAKING LEARNING MEANINGFUL, 4, 2010, Viña del Mar, **Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping**. Viña del Mar: Universidad de Chile, 2010.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000. 192 p.

QUIRINO, W. G.; LAVARDA, F. C. Projeto experimentos de Física para o Ensino Médio com materiais do dia-a-dia. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 117-122, 2001.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Coord.). **Ensino de Física** (Coleção Ideias em Ação). São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 29-51.

SANTOS, E. I.; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas. **Atas...** Jaboticatubas: Sociedade Brasileira de Física, 2004, p. 1-18.

SANTOS, J. C. F. **Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor**. 2 ed. Porto Alegre: Mediação, 2008. 96 p.

SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. A transposição didática aplicada a teoria contemporânea: a Física de partículas elementares no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, X, 2006, Londrina. **Atas...** Londrina: Sociedade Brasileira de Física, 2006, p. 1-10.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 99-108, 2008.

VALENTINI, C. B.; SOARES, E. M. S. **Aprendizagem em ambientes virtuais: compartilhando ideias e construindo cenários**. Caxias do Sul: Educs, 2010. 331 p.

ANEXO: PRODUTO EDUCACIONAL

**ROTEIRO DE APOIO ÀS AULAS DE ELETRICIDADE USANDO
CONCEITOS DE ECONOMIA DOMÉSTICA DE ENERGIA ELÉTRICA:
CONFIGURAÇÃO DE UM MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO**

AULA 01

A primeira aula representada (Quadro 1), é apresentada uma conta doméstica de energia elétrica (Figura 1) e abre possibilidades em entender como funciona a cobrança de energia elétrica, um conceito mais simples, que indica possibilidades de se trabalhar com conceitos de forma mais ordenada. Entender como o fator da conta de energia elétrica influencia no orçamento doméstico, aprender a desenvolver o uso racional do consumo de energia elétrica, entender o significado do gráfico de consumo médio de barras na conta doméstica de energia elétrica, como é estipulado o valor do kWh, as unidades de medidas de potência, tensão, corrente elétrica, intervalo de tempo, pode ser um caminho para desenvolver no aluno a pré-disposição em querer aprender.

Quadro 1: plano da aula Nº 01

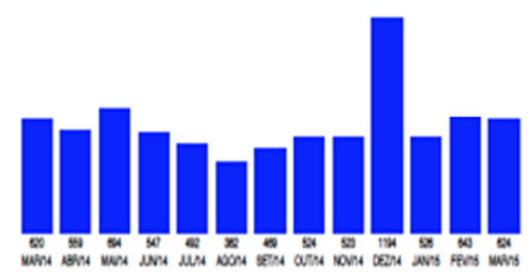
Plano de Aulas de Eletricidade – Física	
Aula nº 01	Duração: 60min.
Tema	A conta de energia
Conteúdos	Energia e unidades de medida
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais-equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro, pincel e Power Point

Fonte: elaborado pelo próprio autor

O objetivo dessa aula é utilizar a conta doméstica de energia elétrica, para procurar responder inicialmente o questionário de conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre Eletricidade, e posteriormente introduzir outros conceitos que possam se conectar aos conhecimentos prévios.

Foi utilizado o texto: Manual de Economia de Energia Elétrica, como leitura complementar, o texto aborda assunto pertinente a conta de energia elétrica, está disponível em: <<http://www.pucrs.br/biblioteca/manualuse.pdf>>. Acesso em mar. De 2015.

Figura 1- uma conta real de energia elétrica

Dados da Medição	Unidade Medida	Leitura Atual	Leitura Anterior	Constante de Faturamento	Medido	Faturado	Dados do Faturamento	Faturado	Tarifa (R\$)	Total (R\$)
Consumo	kWh	13008	12384	1,0000	624,00	624,00	Consumo	624	0,434711	271,25
							Adic Band. Vermelha			27,58
							Ioma			121,37
							Cofma			24,17
							Pia			5,22
							Subtotal (R\$)			449,57
Tributos		Base de Cálculo (R\$)		Alíquota (%)		Valor (R\$)	Lançamentos e Serviços			
ICMS		449,57		27,00000		121,37	Cip-Contrib de Ilum Pub			
COFINS		449,57		5,37490		24,17	Subtotal (R\$)			
PIS		449,57		1,16000		5,22	20,93			
Composição do Preço (Art. 31, Resolução 166/2005)										
Deductions	Exc. Setorial	Energia	Transmissão	Tributos	Soma (R\$)					
79,36	29,95	196,43	4,07	190,76	449,57					
Incidirão sobre a conta paga após o vencimento multa de 2%, juros de mora de 0,0333% ao dia (conf. Lei 10.438/02) e atualização monetária com base no IGP-M a serem incluídos na próxima conta.										
Notificação de Suspensão do Fornecimento										
Até a presente data não registramos o pagamento da(s) seguinte(s) fatura(s):										
Mês		Valor R\$			Vencimento					
Histórico de Consumo de Energia Elétrica - kWh										
										
RESERVADO AO FISCO PERÍODO FISCAL: 20/03/2015										
D355.AD04.487E.F04D.11FD.DAE5.6E3E.BA54										

AULA 02

Na segunda aula (Quadro 2), propõe-se a análise da conta de energia elétrica (Figura 1), afim de se discutir como foi implantado o sistema de bandeiras, que foi introduzido na conta de energia a partir de 2015.

Quadro 2: plano da aula Nº 02

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 02	Duração: 60min
Tema	As despesas da conta de energia
Conteúdos	Energia elétrica, impostos tarifas
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais- equipamentos	Data show, notebook

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Objetivos: ao analisar uma conta de energia elétrica, compreender como a energia elétrica é produzida, transmitida e distribuída, para compreender a cobrança de impostos tais como: ICMS; CONFINS e PIS.

ICMS: Impostos sobre circulação de mercadorias e serviços incide sobre as operações relativas à circulação de mercadorias e serviços, regulado pelo código tributário de cada estado.

CONFINS: Contribuição para o Financiamento de Seguridade Social, cobrados pela União para manter programas sociais e voltados para o trabalhador, com alíquotas de 1,65% e 7,6%, respectivamente.

PIS: Programa de Integração Social, também cobrados pela União para manter programas sociais e voltados para o trabalhador, com alíquotas de 1,65% e 7,6%, respectivamente. O texto *Uso Sustentável da Energia: Manual de Economia de Energia*, nos ofereceu um referencial para abordar o tema da aula, se encontra disponível em: < <http://www.pucrs.br> > acesso em 10 de mar. De 2015.

AULA 03

A terceira aula (Quadro 3) tem como tema, calcular o consumo de energia elétrica que tem sido um fator predominante, no orçamento doméstico dos brasileiros.

Quadro 3: plano da aula N° 03

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 03	Duração: 60min
Tema	Calcular consumo energia elétrica
Conteúdos	Energia elétrica, potência e tempo.
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais-equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro, pincel e Power Point

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Os objetivos dessa aula são discutir quais são os fatores que influenciam no consumo de energia elétrica da residência. Quando é construída uma usina de geração de energia elétrica em uma determinada região, é levado em consideração os custos de produção, da construção e dos impactos ambientais e socioculturais que ela produz, os rejeitos produzidos. Discutir algumas questões pertinentes sobre o tema, tais como: Porque não construir usinas nucleares invés de hidroelétricas? Quais as vantagens e desvantagens de cada tipo de usina de geração de energia elétrica? Quais são as outras formas de geração de energia elétrica que temos disponíveis?

Como sugestão de atividade, foi entregue aos alunos uma tabela, Quadro 4, com o mapa de uma casa modelo, para colocarem seus eletrodomésticos com as suas respectivas potências e tempo de uso. E efetuar os cálculos tendo como referência, a conta real de energia da Figura 1, procurando relacionar o quanto se paga pelo consumo de energia elétrica, com base no valor do preço do *kWh*, que vem descrito na conta real, sendo seu valor *R\$ 0,434711*.

A atividade tem como objetivo, sensibilizar os alunos, que além do consumo, se paga uma quantidade exorbitante de impostos e tributos.

Assim, além de relacionar os conceitos de Eletricidade na conta de energia, desperta para a formação de um cidadão com senso crítico e que possa entender: o

sentido em economizar energia elétrica, e as políticas energéticas do País e do estado onde mora.

Para determinar a energia que um aparelho elétrico “consome” é preciso saber: a potência do aparelho (P), o tempo de funcionamento (Δt). O consumo de energia é definido matematicamente pela seguinte expressão: $E = P \times \Delta t$, onde; E é a energia elétrica consumida em kWh , Δt é o intervalo de tempo que o aparelho fica ligado em horas (h), P é a potência do aparelho em kW . Mas que a unidade de medida padrão de energia é o Joule (J).

Exemplo 1: utilizar os dados, tempo e potência dos aparelhos representados no Quadro 4, e o valor de $1kWh = 0,434711$ e utilizar a equação $E = P \times \Delta t$, para calcular o consumo da energia consumida pelos aparelhos. O texto Energia Crise e Planejamento: Energia e Meio Ambiente, foi empregado como suporte teórico para o tema da aula, está disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em 20 de fev. de 2015.

Quadro 4: mapa de uma casa modelo

Dispositivos	Tempo (h)	Potencia (kW)	Energia consumida (kWh)	Gasto R\$
01 Lâmpada	5	0,020	0,1	
01 Computador	6	0,100	0,6	
01 Chuveiro	1	4,000	4,0	
01 Aparelho de TV	5	0,150	0,75	
01 Geladeira	24	0,160	3,84	
01 Lava roupas	5	0,600	3,0	
01 Secador de cabelos	1	2,000	2,0	
01 Ar 12000btu/h	8	3,617	28,936	
Consumo de energia (dia)			43,226	
Consumo de energia (mês)			1296,78(0,434711)	563,72
Adicionais				0,740
				982,39

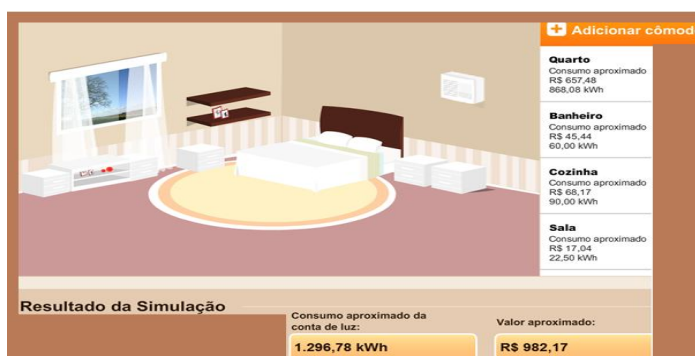
Fonte: elaborado pelo autor.

Utiliza-se um simulador online, o qual ajuda o aluno a planejar os gastos com a energia elétrica em sua residência. É possível reproduzir o ambiente doméstico e verificar o consumo dos equipamentos elétricos, em cada cômodo de uma casa virtual. Na casa virtual, o aluno seleciona cada aparelho e informa a quantidade, potência, o tempo que, geralmente, utiliza esse equipamento. A partir dessas informações, o sistema calcula automaticamente o valor aproximado da conta de energia, incluindo os impostos e tarifas. Os eletrodomésticos estão divididos em cômodos: cozinha, quarto, banheiro, sala, escritório, lavanderia e garagem. Ao colocar todos os dados no simulador, você terá todo o seu consumo aproximado da conta de luz em kWh e o valor aproximado da conta em reais, podendo assim imprimir um relatório. Esse é o primeiro passo para o consumo consciente.

No simulador é possível adaptar os dados sugeridos à realidade de sua residência, basta alterar os valores de quantidade de aparelhos, potência, modelo, tempo de uso e período. Ainda é possível inserir aparelhos que não constam na lista sugerida pelo sistema, para isto basta selecionar a opção outro aparelho no final da relação de aparelhos.

Como exemplo simulou-se o consumo de energia elétrica do Quadro 4, que está representado na casa virtual da Figura 2, onde o consumo de energia elétrica foi igual 1296,78 kWh. Os valores são bem próximos, pois o simulador faz o cálculo dos adicionais, enquanto em nosso cálculo, aproximamos os valores dos adicionais (impostos e tarifas) para 0,740, esse número foi obtido a partir da conta de consumo doméstica de energia elétrica, Figura 1. O texto Bandeiras Tarifárias foi utilizado como suporte teórico, pois proporciona discutir como foi implantado a partir de março de 2015, os sistemas de bandeiras tarifárias, está disponível em: <www.abradee.org.br> acesso em 01 de fev. de 2015.

Figura 2- Simulando o consumo de energia do Quadro 4



Fonte: Disponível em <<https://www.copel.com>>. Acesso em 2015.

AULA 04

A quarta aula representada no Quadro 5, tem como tema estudar as grandezas: cargas elétricas e tensão elétrica. Ao estudar a natureza da carga elétrica, percebe-se que ela é conservada e como os corpos se tornam eletricamente carregados. Para se obter uma corrente elétrica (movimento ordenado de elétrons), é necessário que opere diferença de potencial. Isso é possível se for utilizado uma fonte de energia elétrica (uma bateria carregada por exemplo) que institui campo elétrico. Com o campo elétrico, teremos diferentes níveis de energia potencial. Esses diferentes níveis de energia potencial. É que vão causar a diferença de potencial.

Quadro 5: plano da aula Nº 04

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 04	Duração: 60min
Tema	Estudar as grandezas: carga elétrica e tensão elétrica
Conteúdos	Eletricidade
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro, pincel e Power Point

Fonte: elaborado pelo autor

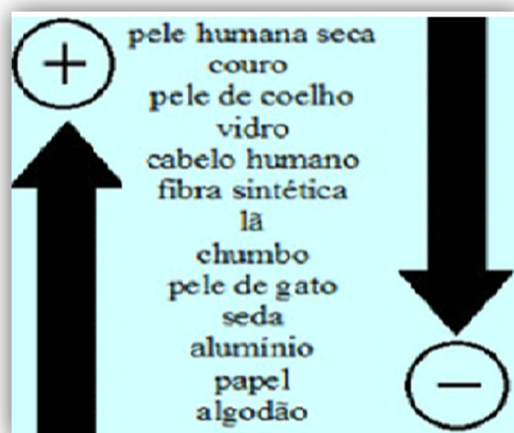
O objetivo da aula é compreender que o conceito de consumo de energia elétrica, está diretamente ligado a outros conceitos, tais como: carga elétrica; tensão elétrica e campo elétrico. As grandezas melhores compreendidas quando acompanhadas de suas respectivas unidades de medida.

Quantidade de cargas elétricas

Carga elétrica é um conceito é uma propriedade física da matéria e suas observações experimentais permitiram a descoberta de importantes propriedades (elétron, próton, nêutrons, etc.).

As cargas elétricas são sujeitas a interações (forças). Ao se observar experimentos de eletrização, percebe-se que as cargas não podem ser criadas e nem destruídas (princípio da conservação das cargas). Podemos estudar cargas elétricas, através dos processos de eletrização e estabelecer uma série triboelétrica. Na Figura 3 é apresentada uma série triboelétrica, onde os materiais mais acima, se eletrizam positivamente quando atritados a materiais diferente e os materiais que estão mais abaixo se eletrizam negativamente. Exemplo, quando atritamos vidro com um pedaço de lã, o vidro se eletriza positivamente e a lã negativamente.

Figura 3 – representação de uma série triboelétrica



Fonte: Imagens de processos de eletrização. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>.

Acesso em dez. de 2014.

Quantização da carga elétrica

Outra propriedade fundamental das cargas é a da quantização, onde a quantidade de cargas em um corpo constituída por um múltiplo inteiro de uma carga fundamental **e**, ou seja, a carga *q* de um certo objeto pode ser escrita como:

$$Q = ne, \text{ com } n = 1, 2, 3, \dots$$

Tendo **e** o valor de $1,60 \times 10^{-19}$ C e sendo uma das constantes fundamentais da natureza. Podemos então dizer que a carga elétrica existe em pacotes discretos ou, em termos modernos, é "quantizada", não podendo assumir qualquer valor.

Todos os objetos da natureza contêm cargas. Entretanto, na maioria das vezes não conseguimos percebê-las. Isto se deve ao fato de que os objetos contêm quantidades iguais de dois tipos de cargas: cargas positivas e cargas negativas (conforme estabelecido por Franklin (Os Fundamentos da Física vol. 3. Eletricidade). Assim, a igualdade leva ao equilíbrio de cargas, e dizemos que os objetos são eletricamente neutros, ou seja, não possuem uma carga líquida. Por outro lado, se o equilíbrio for desmanchado, dizemos que ele está eletrizado, e, uma carga líquida existirá, e o corpo poderá interagir eletricamente.

Obs.: Na realidade, uma carga livre menor do que e nunca foi observada. Entretanto, teorias modernas aferem a existência de partículas com cargas fracionárias, os quarks, com cargas $\pm\frac{e}{3}$ e $\pm\frac{2}{3}e$. Tais partículas seriam as constituintes de várias outras partículas conhecidas, inclusive do próton e do nêutron. Há indícios experimentais sobre a existência dessas partículas, embora elas nunca tenham sido encontradas isoladamente.

Tensão elétrica

A tensão é o trabalho realizado pela força elétrica envolvida no transporte de uma carga elementar, entre dois pontos de um campo elétrico. Existe tensão elétrica entre dois pontos de um campo sempre que o transporte de carga entre esses mesmos dois pontos envolve liberação ou absorção de energia elétrica por parte do sistema. O que é verificado é que o transporte de uma carga elementar negativa, corresponde à liberação de energia e de uma carga positiva, absorção de energia.

É a quantidade de carga transportada que torna a tensão elétrica uma das duas variáveis operatórias dos circuitos elétricos, sendo que essa propriedade é facilmente relacionável aos conceitos de trabalho, força e campo elétrico. As cargas elétricas mudam de posição na presença de um campo elétrico, no seu transporte entre as posições inicial e final.

O transporte de um elétron entre os terminais negativo e positivo de uma bateria é efetuado no sentido da força, portanto no sentido contrário ao do campo elétrico, envolve a liberação de energia (realização de um trabalho negativo) e indica a presença de uma tensão elétrica positiva, no sentido do terminal positivo para o terminal negativo. Matematicamente temos:

$V = \frac{W}{\Delta q}$ onde V é tensão; W é o trabalho; Δq é a quantidade de carga transportada.

AULA 05

A quinta aula representada no Quadro 6, tem como tema: intensidade de corrente elétrica. A intensidade de corrente elétrica em um condutor, é o movimento ordenado de elétrons na seção reta do condutor, em função do tempo.

Quadro 6: plano da aula N° 05

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 05	Duração: 60min
Tema	Intensidade de corrente de elétrica
Conteúdos	Eletricidade
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro, pincel e Power Point

Fonte: Elaborado pelo autor

O objetivo dessa aula é entender que intensidade de corrente elétrica, é o fluxo da quantidade de cargas que se desloca ordenadamente na extremidade da área de seção reta de um condutor em função do tempo. Isso só é possível se as extremidades do condutor forem ligadas a uma fonte de energia elétrica (tomada, bateria, pilha). Para que exista o deslocamento deve existir diferença de potencial entre os dois pontos do condutor. Para calcular o módulo da quantidade de cargas, utilizamos a expressão matemática $Q = n \cdot e$.

Função da fonte de energia elétrica

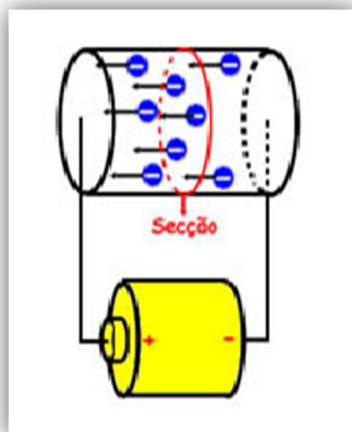
Para existir corrente elétrica em um condutor, ou seja, movimento dos portadores de carga elétrica (de íons ou de elétrons) nesse condutor, é necessário que os íons ou elétrons fiquem sujeitos a forças elétricas, portanto, é necessário a “produção” de campo elétrico. Apesar de os corpos serem formados de um número muito grande de partículas eletrizadas, a distribuição dessas partículas nos átomos

faz com que o campo resultante seja nulo no condutor. Por exemplo, em um fio metálico o campo elétrico é nulo, então um condutor por si só não produz campo elétrico no seu interior, portanto não produz movimento líquido de portadores de cargas (seja condutor sólido, líquido ou gasoso). Para que apareça um campo no interior de um condutor, precisamos ligá-lo a um dispositivo chamado fonte de energia elétrica.

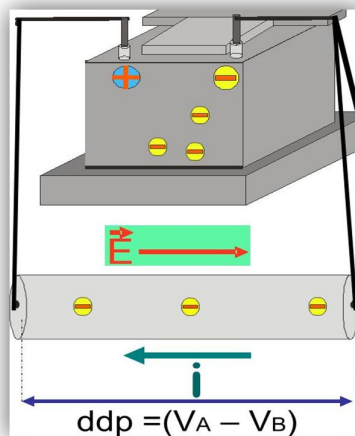
A fonte de energia elétrica, estabelece no interior do condutor um campo elétrico. Os portadores de cargas (positivos) ficam sujeitos à força de mesmo sentido que o campo; e os negativos ficam sujeitos à força que tem sentido oposto ao do campo. Assim, pode haver movimento de íons positivos num sentido e de íons negativos em sentido oposto.

A Figura 4, representa a corrente elétrica que percorre um condutor conectado a uma fonte de energia elétrica, ou seja, quando o fio condutor é submetido a uma diferença de potencial, onde os elétrons se movimentam ordenadamente, numa determinada seção reta ou área (A) desse condutor, passa uma determinada quantidade de carga (Q), num certo intervalo de tempo (Δt). A intensidade de corrente elétrica (I) nesse condutor é a razão entre a carga que atravessa uma seção reta do condutor e o intervalo de tempo, que matematicamente é representada por: $I = \frac{Q}{\Delta t}$ onde I representa a intensidade de corrente elétrica, que tem como unidade de medida o Ampére (A); a quantidade de cargas tem como unidade de medida o Coulomb (homenagem a Charles Augustin de Coulomb que foi um dos estudiosos de Eletricidade); a unidade de medida do intervalo de tempo é o segundo (s).

Figura 4 - Movimento ordenado dos portadores de carga elétrica devido a ddp.



(a)



(b)

Fonte: Disponível em < <http://educacao.uol.com.br>>. Acesso em abr. de 2015.

AULA 06

A sexta aula, representada no Quadro 7, é uma aula experimental e tem como tema: a pilha de batata doce. Apresenta o roteiro da confecção do experimento (materiais e procedimentos). A Figura 5 representa a confecção do experimento.

Quadro 7: plano da aula N° 06

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 06	Duração: 60min
Tema	Experimento: a pilha de batata doce
Conteúdos	Corrente, carga, tensão, e resistência elétrica
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Sala de aulas, quadro, pincel, um voltímetro e amperímetro

Fonte: elaborado pelo autor

O objetivo para essa aula, é de apresentar um experimento simples e de baixo custo, por mais simples que seja o experimento pode despertar a curiosidade e contribuir para que o aluno entenda basicamente os conceitos de: como gerar energia elétrica, o que é tensão elétrica, intensidade de corrente elétrica, circuito elétrico simples e associação de pilhas em série. Como utilizar um voltímetro e um amperímetro e manipular de forma lúdica, e entender que manipular dispositivos elétricos requer alguns cuidados.

A manifestação da eletricidade pode se dar em um experimento simples do dia-a-dia, (pilha de batata doce), Figura 5, é um experimento simples que não requerem materiais difíceis de serem obtidos, mesmo com toda essa simplicidade, ele pode ser útil para uma melhor compreensão dos tópicos de Eletricidade a serem estudados, e que possam enriquecer os conhecimentos prévios dos alunos sobre eletricidade, para que uma aprendizagem realmente significativa seja facilitada.

Não que o conhecimento científico se faça apenas por observação; nele está impregnado conhecimentos anteriores. Sendo assim, cabe lembrar que não podemos pensar que, realizando-se experimentos, é que se descobre algo e se determina uma

lei ou uma teoria. O experimento apresentado, serve como um elemento facilitador de aprendizagem significativa.

Figura 5 – Experimento: a pilha de batata doce



Fonte: <http://professorphardal.blogspot.com.br>>

Roteiro do experimento

Materiais: uma batata doce média, garras de jacaré, moedas de cobre de 05 centavos, arruelas de zinco, solução de vinagre, E.V.A (Copolímero de Etileno Acetato de Vinila), voltímetro, e um pequeno LED (um componente eletrônico semicondutor, ou seja, um diodo emissor de luz L.E.D = *Light emitter diode*).

Procedimentos: cortar a batata em fatias de modo a formar uma pilha de cada fatia. Para fazer cada pilha, introduz-se em cada fatia em um dos lados da moeda de cobre de 05 centavos (polo positivo) e do lado oposto é colocado uma pequena arruela de zinco (polo negativo), entre uma pilha e outra coloca o pedaço de E.V.A (isolante), para aumentar a tensão a partir da segunda pilha, mergulha-se, cada moeda e arruela numa solução de vinagre. A seguir é apresentada uma sequência de figuras, no procedimento e montagem da pilha, assim como a aferição da tensão elétrica produzida a cada passo. O roteiro desse experimento e as Figuras estão disponíveis em: < <http://professorphardal.blogspot.com.br>>. Acesso em dez. de 2014.

Na Figura 6, o voltímetro marca 0,79 V de tensão elétrica, na fatia de batata sem a solução de vinagre. Algumas substâncias quando em meio aquoso são capazes de conduzir eletricidade. Isso se deve porque há uma dissociação de átomos em íons com carga elétrica positiva (cátion) e negativa (ânion). Estas substâncias são chamadas de eletrólitos e ocorre uma migração de cátions e íons na solução dos eletrólitos.

O vinagre assim como o limão são bons condutores de eletricidade, Ao misturar suco de limão ou vinagre numa porção de água, proporcionar a passagem de corrente elétrica pela solução.

Portanto, para haver a passagem de corrente elétrica é necessária a presença de elétrons livres e com mobilidade.

Nessa prática experimental, a solução de vinagre participa da dissociação dos átomos da batata, em íons, pois os compostos iônicos não conduzem corrente no estado sólido, nessa fase os elétrons estão firmemente ligados uns aos outros, mas conduzem na fase líquida ou em solução aquosa, quando os íons adquirem mobilidade.

Figura 6 - Diferença de potencial entre os polos, sem solução de vinagre



Fonte: <http://professorphardal.blogspot.com.br>

Na Figura 7, a moeda de cobre e a arruela de zinco, são embebidas na solução de vinagre. Os sucos ácidos presentes na solução de vinagre agem como eletrólitos, favorecendo a passagem de elétrons pelo fio até ocorrer a troca de cargas, através desses sucos ácidos, entre os eletrodos. Ou seja, os sucos ácidos da solução

de vinagre contêm íons livres, funcionando como uma pilha de Daniel. A solução de vinagre permite o equilíbrio de cargas para os eletrólitos ou soluções. Para que elétrons saiam do eletrodo de zinco (arruela) que fornece elétrons para o de cobre (moeda), é necessário o fornecimento desses elétrons também pela solução de sulfato de zinco, que por sua vez precisará de elétrons vindos da solução de sulfato de cobre (que estará com excesso de elétrons) para se equilibrar. O que representa uma maior energia potencial e aumento na diferença de potencial. Fonte: Feltre, Ricardo. Fundamentos da Química; vol. Único, 1. Edição; Ed. Moderna Ltda., São Paulo.1990.

Figura 7 – a moeda de cobre e a arruela de zinco embebidas na solução de vinagre



Fonte: <http://professorphardal.blogspot.com.br>

Após a moeda de cobre e a arruela de zinco serem embebidas na solução eletrolítica de vinagre. Na Figura 8, o voltímetro registra 1,00 V entre o polo negativo e o polo positivo da fatia de batata. O que representa uma maior energia potencial e aumento na diferença de potencial.

Figura 8 - com a solução de vinagre a diferença de potencial aumenta



Fonte: <http://professorphardal.blogspot.com.br>

A Figura 9 representa a montagem da pilha, entre as fatias é colocado o E.V.A como isolante. Tem como intenção separar as pilhas individualmente, ou seja, associando as fatias em série, para aumentar a energia potencial entre elas.

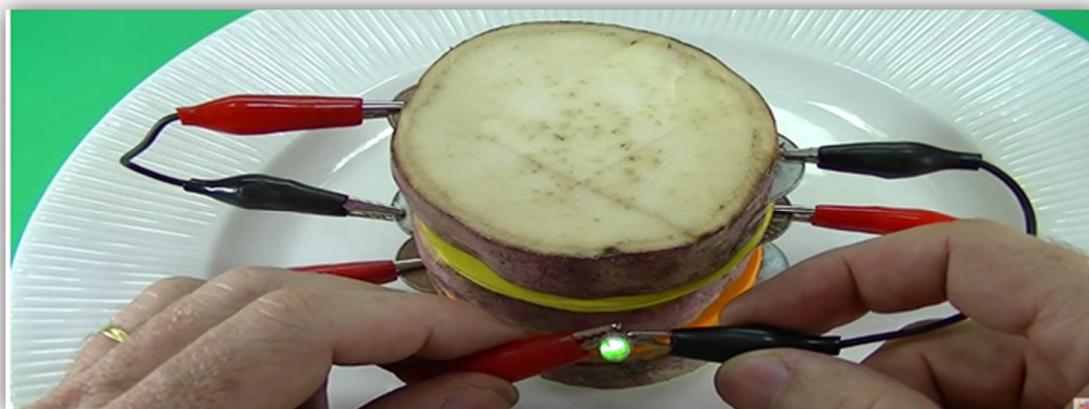
Figura 9 - A montagem da pilha



Fonte: <http://professorphardal.blogspot.com.br>

Na Figura 10, a pilha já se encontra com 03 fatias, possuindo assim, energia potencial suficiente para acender um LED. Somente com uma fatia, a pilha não fornece a diferença de potencial ou voltagem suficiente para o bom funcionamento do LED. Quando 03 pilhas são ligadas em série oferece a diferença de potencial, segundo os parâmetros exigidos pelo LED, ou seja, de acordo com suas especificações de funcionamento.

Figura 10 – Pilha com 03 fatias de batata consegue acender um pequeno LED



Fonte: <http://professorphardal.blogspot.com.br>

Na Figura 11, é apresentado a montagem do o experimento com 10 fatias de batata doce, esse aparato realiza tensão elétrica relativamente significativa, de aproximadamente 10 volts, mas a intensidade de corrente é baixa, a energia elétrica produzida é suficiente apenas para o funcionamento de um pequeno LED.

Figura 11- a pilha com 10 fatias de batata



Fonte: <http://professorphardal.blogspot.com.br>

AULA 07

A sétima aula representada no Quadro 8, tem como tema: a simulação de um circuito elétrico simples. Deve ser realizada com a utilização de computadores.

Quadro 8: plano da aula Nº 07

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 07	Duração: 60min
Tema	Simulação de um circuito elétrico simples
Conteúdos	Corrente, tensão, resistência elétrica e fonte de energia
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Sala de aulas, laboratório de informática e computadores

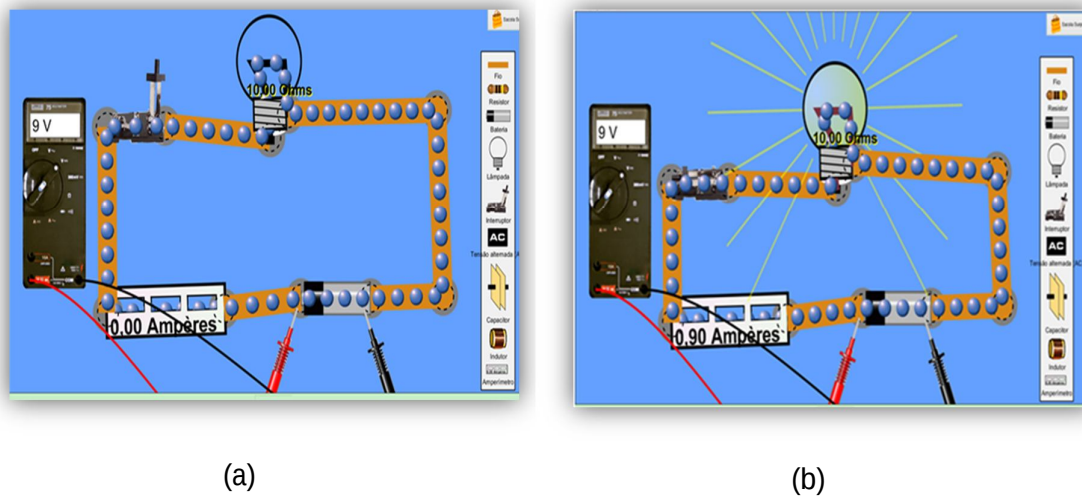
Fonte: elaborado pelo autor

Os objetivos para essa aula são de visualizar a função da fonte de energia elétrica no circuito elétrico, diferenciar um circuito elétrico com a chave aberta de outro com a chave fechada, a utilização correta de alguns dispositivos elétricos.

Foi usada simulação de circuito elétrico, para diferenciar circuito elétrico com a chave aberta e fechada. A Figura 12(a) representa o circuito elétrico com a chave aberta e a Figura 12(b) reapresenta um circuito elétrico com a chave fechada. Para a simulação foram utilizados: um interruptor, uma lâmpada de 10Ω , um gerador de 9 volts, um amperímetro e um voltímetro.

Esse tipo de atividade, abre possibilidades de o aluno desenvolver habilidades engenhosas quando executada corretamente, abrindo possibilidades de montagem de circuitos elétricos mais engendrados, que requerem conceitos mais sofisticados de elaboração, tais como: montagem de circuito computacional, placas de funcionamento de um motor elétrico, etc. Parte do texto **Eletrônica: Circuitos Elétricos** nos beneficiou como referencial da base teórica, para essa aula, está disponível em: < <http://eletro.g12.br/arquivos/materiais/eletronica1.pdf> >. Acesso em dez. de 2014.

Figura 12 - Simulação de um circuito elétrico: (a) com a chave aberta; (b) com a chave fechada



Fonte: elaborado pelo autor

No Quadro 9 apresentamos algumas questões pertinentes, para ampliar as habilidades na confecção das simulações, sobre circuitos elétricos simples.

Quadro 9 - Atividades para a aula 07

Atividades para desenvolver habilidades sobre função de circuitos elétricos	
Qual a função do voltímetro?	Qual a função do amperímetro?
O que é um circuito elétrico com a chave aberta?	O que é um circuito elétrico com a chave fechada?
Por que com o circuito elétrico com a chave aberta, o amperímetro marca 0A?	Porque com o circuito com a chave fechada, o amperímetro marca 0,90A?
Qual o sentido real da corrente elétrica?	Qual o sentido convencional da corrente elétrica?
O que é tensão elétrica?	Qual é a função do gerador?

Fonte: elaborado pelo próprio autor

AULA 08

A oitava aula representada no Quadro 10, tem como tema: corrente elétrica e dispositivos de segurança. A corrente elétrica é o movimento ordenado de portadores de carga elétrica livres em um condutor, se existir nas extremidades do condutor uma diferença de potencial.

Corrente elétrica contínua: o movimento dos portadores de carga elétrica ocorre em sentido único, esse tipo de corrente elétrica geralmente é produzido por pilhas, baterias e outros dispositivos também fazem essa conversão.

Corrente elétrica alternada: quando o movimento muda constantemente de direção e sentido, é de corrente elétrica que se recebe nas residências, para o seu estudo faz-se necessário introduzir o conceito de campo magnético, apesar do estudo do magnetismo e do eletromagnetismo não ser tratado neste curso é importante a introduzir algumas “informações”, tais como a de que a variação de fluxo magnético pode gerar corrente e embora o conceito apareça desamarrado e desconectado da grade cognitiva da maior parte dos estudantes, a informação poderá permanecer latente para ser trabalhada futuramente.

A variação da corrente alternada no Brasil é de 60Hz. As funções básicas de um disjuntor são: proteger os cabos contra sobrecargas e curto-circuito, garantir a segurança das instalações e dos utilizadores. Os fusíveis são dispositivos de proteção contra sobrecorrente e/ou corrente de curto-circuito. Um curto-circuito acontece quando a resistência entre dois pontos de um circuito elétrico tende a zero, provocando aquecimento por efeito Joule e produzindo danos, tanto no circuito quanto no elemento que o causou.

Quadro 10 - plano da aula Nº 08

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 08	Duração: 120min
Tema	Corrente de elétrica e dispositivos de segurança
Conteúdos	Corrente elétrica, fonte de energia e condutor.
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro, pincel e Power Point

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Objetivos: entender que a corrente elétrica é o movimento ordenado dos portadores de carga elétrica livres (partículas que transportam energia) passando por um fio (condutor). Entre as extremidades do condutor, deve existir uma diferença de potencial ou tensão elétrica e proporcionar perceber as funções básicas dos dispositivos de segurança.

Algumas questões que entendemos ser pertinentes para enriquecer a aula, foram elaboradas e indicadas como fonte de pesquisa mais elaborada, e dentro da aula abriu-se um pequeno tempo para discussões, estão representadas no Quadro 11.

Quadro 11- atividades propostas para a aula 08

Atividades para desenvolver habilidades sobre função de circuitos elétricos	
Um choque elétrico pode levar ao óbito do indivíduo? Em que situação e por que?	O que é um curto-circuito? Qual é a função de um isolante?
O que é efeito Joule	Quais são os efeitos da corrente elétrica
Porque o sentido da corrente alternada no Brasil, varia no tempo a 60Hz?	Qual é a função de um disjuntor
Qual é a função dos fusíveis?	O que é ligação "gato"?
Por que levamos um choque maior quando estamos molhados do que quando estamos secos?	O que é "água de bateria"?

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Tipos de corrente elétrica (descrição mais detalhada) e representações gráficas

Corrente contínua (CC): é aquela em que o sentido e a intensidade permanecem constantes com o tempo. São as correntes produzidas por pilhas e baterias e outros dispositivos de conversão. A Figura 13 (a) representa graficamente a corrente contínua no tempo.

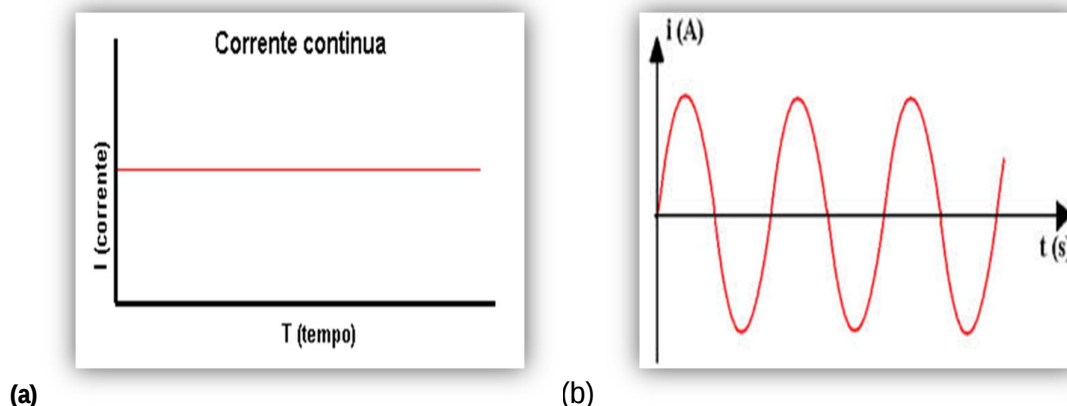
Corrente elétrica alternada (C.A): A corrente elétrica que recebemos em nossas residências é do tipo alternada. Essa espécie de corrente sofre inversão de sentido

constantemente. No sistema brasileiro de transmissão de energia elétrica, ocorrem 120 inversões a cada segundo, ou seja, a corrente elétrica, a cada segundo, percorre o condutor 60 vezes num sentido e 60 vezes em sentido contrário.

A corrente elétrica no Brasil tem frequência de 60 Hz ou 60 ciclos por segundo, outros países como o Japão, utilizam a frequência 50 Hz.

A Figura 13 (b) é uma representação gráfica de como varia a intensidade da corrente elétrica alternada em função do tempo. O alternador utilizado nos veículos é o responsável por gerar corrente elétrica, que alimenta os circuitos elétricos do carro, bem como recarrega a bateria que funciona no momento em que o automóvel está funcionando. É bom lembrar que alternador é diferente de gerador, embora sejam muito parecidos, possuem uma diferença básica: os alternadores geram correntes alternadas, enquanto os geradores (dínamos) geram corrente contínua.

Figura- 13 (a) corrente contínua no tempo; (b) corrente alternada no tempo



Fonte: Disponível em:< <http://www.sofisica.com.br>>. Acesso em dez. de 2014.

Os efeitos da corrente elétrica

A corrente elétrica pode produzir efeitos, térmico, fisiológico e luminoso. Nas soluções eletrolíticas (uma solução de ácido clorídrico (HCl) em água, por exemplo) os portadores de cargas livres são os íons positivos de H^+ e os íons negativos de Cl^- . Nos gases rarefeitos a corrente elétrica tem Como portadores de carga os íons positivos e negativos, como também a movimentação de elétrons livres.

A corrente elétrica que se estabelece nos condutores eletrolíticos e nos condutores gasosos (Como a que surge em uma lâmpada fluorescente) é denominada corrente iônica.

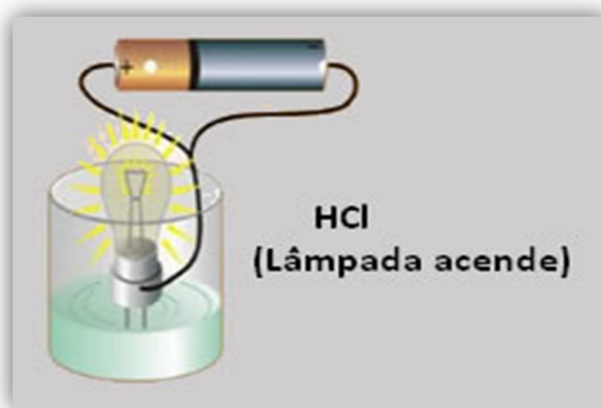
Efeito térmico

Os elétrons, acelerados pelas forças elétricas, colidem com os átomos da rede atômica, transferindo-lhes energia, que faz com que haja um aumento da energia de vibração desses átomos, o que implica macroscopicamente num aumento de temperatura. Este fenômeno, também chamado efeito Joule. Alguns exemplos clássicos: Lâmpada incandescente; chuveiro elétrico; ferro elétrico; fusíveis

Efeito químico

Fazendo-se passar uma corrente elétrica por uma solução de ácido clorídrico em água representada na Figura 14, observa-se que da solução se desprende íons de hidrogênio e íons de cloro. A corrente elétrica produz, então, uma ação química nos elementos que constituem a solução. Essa ação química nos elementos que constituem a solução, é a que representa os efeitos da corrente elétrica numa solução eletrolítica.

Figura 14- Corrente elétrica numa solução eletrolítica



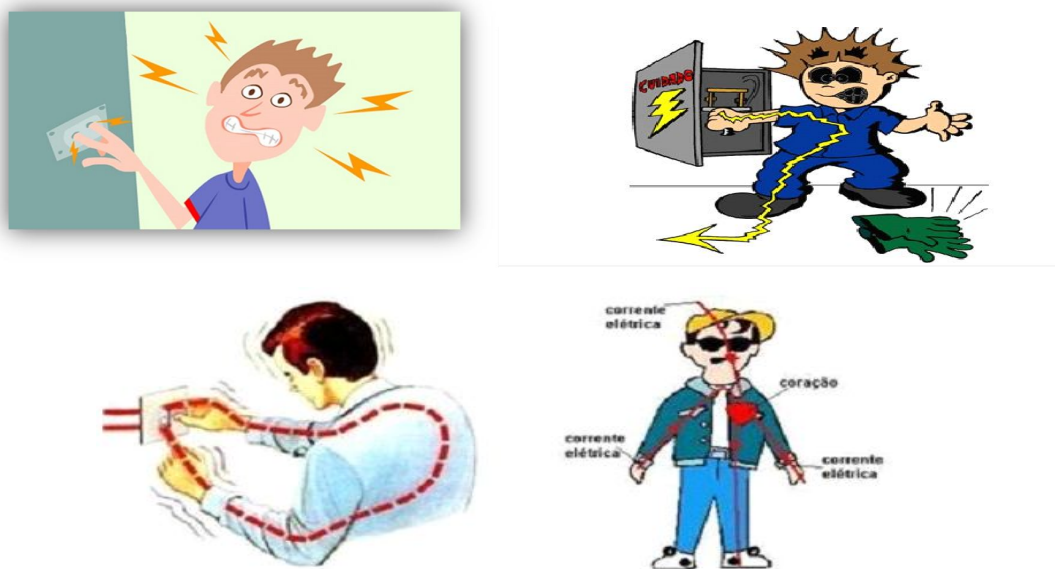
Fonte: Disponível em: <<http://www.brasilescola.com>>. Acesso em fev. de 2015.

Efeitos fisiológicos

A corrente elétrica tem ação, de modo geral, sobre todos os tecidos vivos, porque os tecidos são formados de substâncias coloidais e os coloides sofrem ação da eletricidade. Mas é particularmente importante a ação da corrente elétrica sobre os nervos e os músculos.

Na ação sobre os nervos devemos distinguir a ação sobre os nervos sensitivos e sobre os nervos motores. A ação sobre os nervos sensitivos dá sensação de dor. A ação sobre os nervos motores dá uma comoção (choque). A corrente elétrica passando pelo músculo produz nele uma contração. A Figura 15, representa os efeitos da corrente elétrica no corpo humano.

Figura 15- Efeitos da corrente elétrica no corpo humano



Fonte: disponível em< <http://www.portaleletricista.com.br>>. Acesso em jan. de 2015.

CURIOSIDADE: Numa parada respiratória, a máxima corrente que uma pessoa pode tolerar ao segurar um eletrodo, podendo ainda largá-lo usando os músculos diretamente estimulados pela corrente, segundo determinações experimentais em corrente alternada de 50/60 Hz, são valores de 6 a 14 mA, em mulheres (10 mA em média) e 9 a 23mA em homens (16 mA em média). Ou seja, até 10 mA dor e contração muscular, de 10 mA até 20 mA aumento das contrações musculares, de 20mA até 100mA parada respiratória, de 100 mA até 3 A fibrilação ventricular que pode ser fatal.

Acima de 3 A, parada cardíaca e queimaduras graves. As contrações musculares com forças diferentes- a soma de contrações individuais que juntas, aumentam a intensidade da contração total, podem ocorrer de duas formas. A primeira é o aumento das unidades motoras que se contraem ao mesmo tempo, permitindo a distribuição ou a requisição de músculos a partir de sua necessidade. A segunda é o aumento da frequência de contração, que ocorre individualmente e com baixa frequência. O período de repetição pode provocar tetanização dos músculos.

Se a corrente permanece, o indivíduo perde a consciência e morre sufocado. A rapidez da aplicação da respiração artificial (boca a boca), e do tempo pelo qual ela é realizada, principalmente para intervir imediatamente após o acidente (em 3 ou 4 minutos no máximo) para evitar asfixia da vítima ou mesmo lesões irreversíveis nos tecidos cerebrais é muito importante nestas situações (DURAN, J.E.R. biofísica - Fundamentos e aplicações).

Efeito luminoso

A corrente elétrica num gás apresenta movimentos de íons e elétrons. As constantes colisões dessas partículas com os átomos do gás, faz com que haja transferência de energia; parte dessa energia faz com que elétrons dos átomos sejam transferidos para níveis de energia mais elevados. Quando retornam aos níveis anteriores, a energia absorvida é então liberada sob forma de radiação. Alguns exemplos clássicos são: lâmpadas de vapor de mercúrio; lâmpada de vapor de sódio; letreiros luminosos de neon. A Figura 16 representa um dos efeitos da corrente elétrica, que é o de produzir luminosidade, um exemplo desse efeito, está em produzir luminosidade em letreiros de neon.

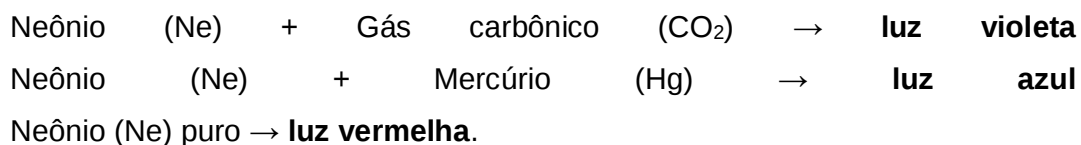
Figura 16- Corrente elétrica produzindo luminosidade em letreiros de neon



Fonte: Disponível em:< <https://www.google.com.br>>. Acesso em jan. de 2015.

Os mecanismos funcionamento desses luminosos são semelhantes às lâmpadas fluorescentes, onde os elétrons presentes são excitados até que retornem à órbita original. Essa órbita energizada emite luz, que só é transmitida enquanto há fornecimento de energia. Na interrupção dessa energia, ou seja, quando os elétrons retornam à estabilidade, cessa a emissão de energia. Esse assunto é estudado em quimiluminescência.

A quimiluminescência consiste na emissão de luz gerada por uma reação química, que encontramos nas “pulseirinhas de gás Neon”, que podem emitir várias cores, dependendo da pressão do gás e de sua composição, abaixo apresentamos como ocorrem essas reações químicas, não sendo assunto a explicação das mesmas nesse trabalho.



Fonte: SOUZA, Líria Alves De. Excitação Eletrônica; *Brasil Escola*. Disponível em <http://www.brasilestola.com>. Acesso em jan. de 2015.

Outro efeito da corrente elétrica é o de produzir luminosidade dos raios durante uma tempestade, que está representado na Figura 17.

Figura 17- Luminosidade dos raios durante uma tempestade.



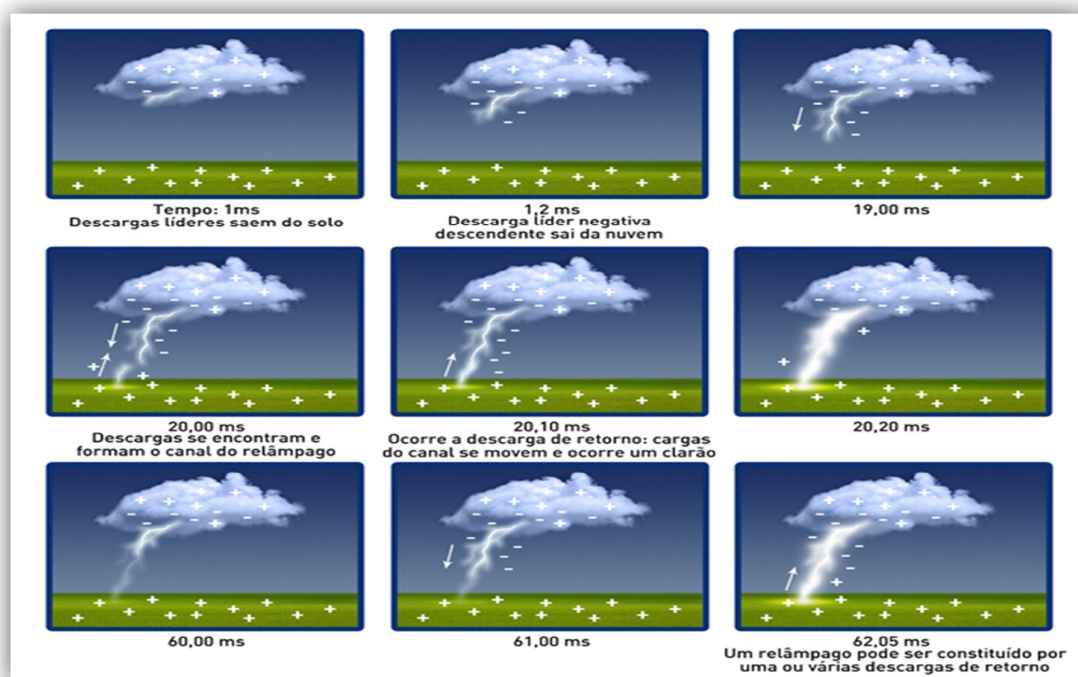
Fonte: Disponível < <https://www.google.com.br> >. Acesso em jan. de 2015.

Leitura complementar: Características da corrente elétrica durante uma descarga elétrica. Fonte: Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em 2015.

Os raios em geral são formados de inúmeras descargas elétricas conforme está representado na Figura 18, que ocorrem uma após a outra em pequenos intervalos de tempo. Durante esses intervalos, ocorrem variações de corrente lentas e rápidas em etapas.

A primeira etapa de um relâmpago nuvem-solo é chamada de líder escalonado. Sobre a influência do campo elétrico estabelecido entre a nuvem e o solo, as cargas negativas (elétrons) do líder escalonado se movem em etapas de dezenas de metros de comprimento. Cada etapa tem uma duração típica de um microssegundo, com uma pausa entre elas de 50 microssegundos. Após alguns milissegundos, o líder escalonado surge da base da nuvem, movendo-se em direção ao solo.

Figura 18 - A formação dos raios por inúmeras descargas elétricas



Fonte: relâmpagos. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em 02 de mar. de 2015.

Ao longo do movimento, algumas cargas seguem novos caminhos por causa da influência de cargas na atmosfera ao redor do canal, formando as ramificações. As cargas no canal movem-se rumo ao solo em etapas com uma velocidade média de cerca de 100 km/s, produzindo uma fraca luminosidade em uma região com um diâmetro entre 1 e 10 m ao longo do qual a carga é depositada. A maior parte da

luminosidade é produzida durante as etapas de um microssegundo, praticamente não havendo luminosidade durante as pausas.

À medida que as cargas do líder se propagam ao longo do canal rumo ao solo, variações de campo elétrico e magnético são também produzidas. Ao todo, um líder escalonado transporta 10 Coulomb de carga (ou mais) e alcança um ponto perto do solo em dezenas de milissegundos, dependendo da tortuosidade de seu caminho. A corrente média do líder escalonado é de cerca de 1 kA e é transportada em um núcleo central do canal com alguns centímetros de diâmetro.

Quando o canal do líder escalonado se aproxima do solo, a carga elétrica contida no canal produz um campo elétrico intenso entre a extremidade do líder e o solo, correspondente a um potencial elétrico de cerca de 100 milhões de volts. Este campo causa a quebra de rigidez do ar próximo ao solo fazendo com que uma ou mais descargas positivas ascendentes, denominadas líderes ou descargas conectantes, saiam do solo, em geral, dos objetos mais altos. Quando um dos líderes conectantes encontra o líder negativo descendente, de 10 a 100 metros do solo, o canal do relâmpago é formado

Então, as cargas armazenadas no canal começam a se mover em direção ao solo e uma onda se propaga como um clarão visível para cima ao longo do canal com uma velocidade de cerca de 100 mil km/s, que equivale a um terço da velocidade da luz (300000 Km/s), iluminando o canal e todas as outras ramificações. A velocidade da onda diminui com a altura. Esta descarga é denominada descarga de retorno, dura algumas poucas centenas de microssegundos e produz a maioria da luz que vemos. A luz da descarga de retorno origina-se de emissões contínuas e discretas de átomos, moléculas e íons após serem excitados e ionizados pela onda e move-se para cima devido ao fato de que os primeiros elétrons a se movem para baixo em direção ao solo são aqueles mais próximos ao solo.

À medida que elétrons mais acima no canal se movem, as partes superiores do canal tornam-se visíveis. Devido ao movimento para cima da luz ao longo do canal ocorrer muito rápido para poder ser visto pelo olho humano, o canal como um todo parece se iluminar ao mesmo tempo. Os ramos do canal que não se conectam ao solo, normalmente, não são tão brilhantes quanto a parte do canal abaixo do ponto de junção com a ramificação. Isso porque há elétrons através deles do que através do canal. A luz da descarga de retorno é geralmente branca, mas, da mesma maneira

que o pôr do sol pode ter várias cores, relâmpagos distantes podem também apresentar outras cores, como amarelo, roxo, laranja ou verde, dependendo das propriedades da atmosfera entre o relâmpago e o observador.

As cargas depositadas no canal, bem como aquelas ao redor e no topo do canal, movem-se para baixo ao longo do centro do canal em uma região com poucos centímetros de diâmetro, produzindo no solo um pico de corrente médio de cerca de 30 kA, com variações desde poucos kA até centenas de kA. Medidas de corrente em torres equipadas têm registrado valores máximos de 400 kA. Em geral, a corrente atinge seu pico em alguns microssegundos e decai a metade deste valor em cerca de 50 microssegundos.

Curto-circuito

Quando a resistência de um circuito elétrico tende a zero, tornando o circuito curto, a corrente volta mais rápida para a fonte e assim ocorre o curto circuito provocando danos tanto no circuito quanto no elemento que o causou.

Um curto-circuito é uma ligação de baixa impedância (transferência de energia) entre dois pontos de potenciais diferentes, essa ligação pode ser metálica quando se diz que há um curto-circuito franco ou por um arco elétrico, que é a situação mais comum.

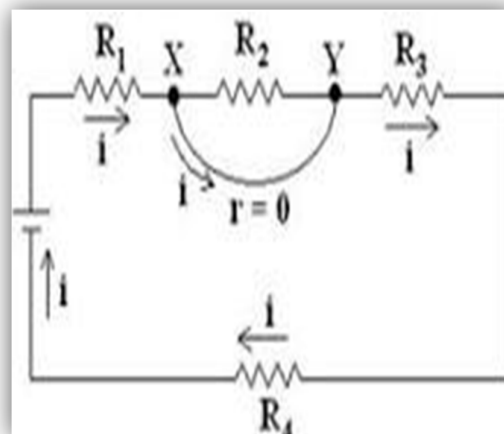
No instante do curto-circuito a corrente aumenta rapidamente atingindo o valor total da corrente disponível e vai em seguida diminuindo, passando por valores médio e depois de vários ciclos atinge o valor permanente de curto-circuito.

Neste instante começa a ser mais importante o efeito térmico, pois os condutores ou as partes condutoras dos equipamentos têm suas temperaturas aumentadas podendo sofrer alterações na sua estrutura ou a deterioração de sua isolamento, conforme o caso. A Figura 19(a) representa a imagem de um curto-circuito e a Figura 19(b) representa esquematicamente um circuito elétrico, onde as resistências R_1 , R_2 , R_3 e R_4 estão associadas em série, e percorridas pela corrente elétrica I . Entre os pontos X e Y é ligado um condutor de resistência elétrica nula, ou seja, $r = 0$, deixando assim a resistência R_2 em curto circuito.

Figura 19 - (a) Imagem de um curto-circuito; (b) esquema do curto-circuito



(a)



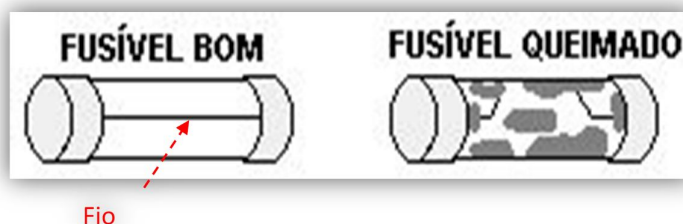
(b)

Fonte: imagens de curto-circuito. Disponível em: <www.google.com>. Acesso em 2015.

Fusíveis

Fusíveis são dispositivos de segurança, constituídos por um fio ou lâmina condutora, dentro de um invólucro. O fio ou lâmina condutora (prata, cobre, chumbo...) é calibrado de forma a poder suportar sem fundir, a intensidade para a qual está calibrado. Se a intensidade ultrapassar razoavelmente esse valor, ele deve fundir (interrompendo o circuito), tanto mais depressa quanto maior for o valor da intensidade da corrente. A Figura 20 representa um fusível funcionando normalmente e outro queimado.

Figura 20- Funcionamento de fusíveis



Fonte: imagens de fusíveis. Disponível em: <:www.google.com>. Acesso em 2015.

AULA 09

O plano dessa aula representada no Quadro 12, tendo como tema: A equação de Ohm. A equação de Ohm se utiliza da linguagem matemática, e procura evidenciar como as variáveis, tensão elétrica e intensidade de corrente elétrica variam proporcionalmente, se a resistência elétrica for mantida constante.

No estudo dos condutores (fios homogêneos), para manter a resistência constante é necessário: variar o comprimento do condutor, ou a sua área de seção reta.

Os materiais individualmente, possuem outra propriedade qualificada como resistividade, que junto com a resistência podem variar com a variação de temperatura.

Quadro 12: plano da aula Nº 09

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 09	Duração: 120min
Tema	A equação de Ohm
Conteúdos	Resistência elétrica e associação de resistores
Estratégias	Aula expositiva, dialogada e experimental
Materiais/equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro, pincel e Power Point

Fonte: elaborado pelo próprio autor

O objetivo dessa aula está em compreender que a resistência é uma oposição a passagem de corrente elétrica. A resistividade é uma propriedade dos materiais, que depende do material e da temperatura. Os brilhos das lâmpadas diminuem ou aumentam de intensidade, conforme o tipo de associação, a qual elas são submetidas.

Foram utilizadas atividades experimentais (experimentos simples e de baixo custo) e simulações, pois confiamos ser ferramentas educacionais pertinentes ao estudo. Sendo possível verificar a diferença entre uma associação em série de outra em paralelo.

Resistência elétrica

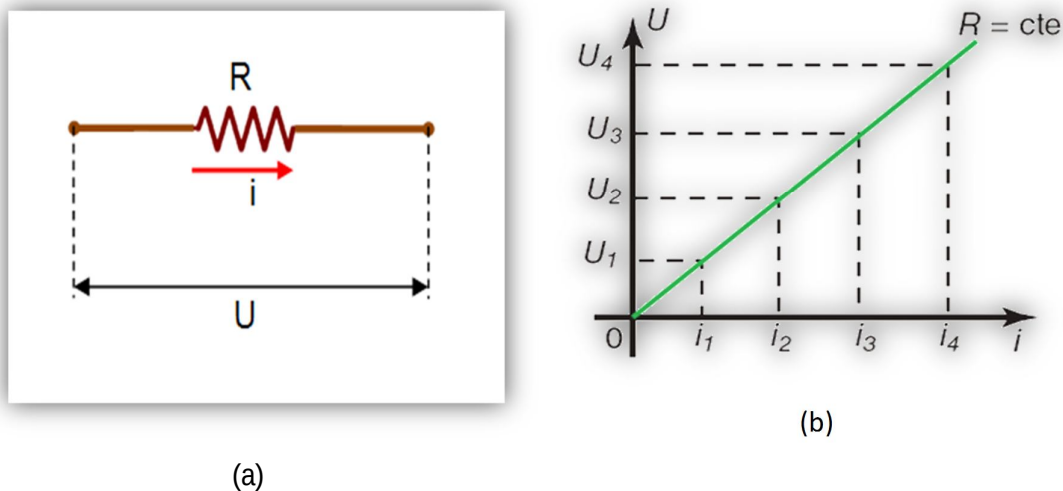
Na resistência elétrica ocorre transformação de parte da energia cinética dos elétrons em energia térmica que aquece o material.

Resistores são dispositivos elétricos que tem como a principal função, converter energia elétrica.

A equação de Ohm estabelece as relações entre as variáveis U tensão elétrica ou diferença de potencial, R (resistência elétrica) e I (intensidade de corrente elétrica), é expressada matematicamente por: $U = R \cdot I$ onde R é a constante de proporcionalidade.

A Figura 21(a) representa esquematicamente um circuito elétrico com as três grandezas: um resistor de resistência elétrica R , onde a corrente elétrica é I , e a tensão elétrica é U . A Figura 21(b), representa graficamente uma característica de um condutor ôhmico, onde a sua resistência elétrica é constante ($R = \text{cte}$). O gráfico representa a variação tensão elétrica em função da corrente elétrica.

Figura 21 - (a) esquema de um resistor; (b) sua representação gráfica



Fonte: disponível em: < <https://www.google.com.br> >. Acesso em nov. De 2014.

Na intenção em verificar de que forma a equação de Ohm relaciona-se a um circuito simples utilizamos quatro simulações, onde ajustando a tensão e a resistência elétrica verificou-se a mudança na corrente elétrica de acordo com a lei de Ohm. As

simulações tiveram caráter de comparação com a representação gráfica da Figura 21(b).

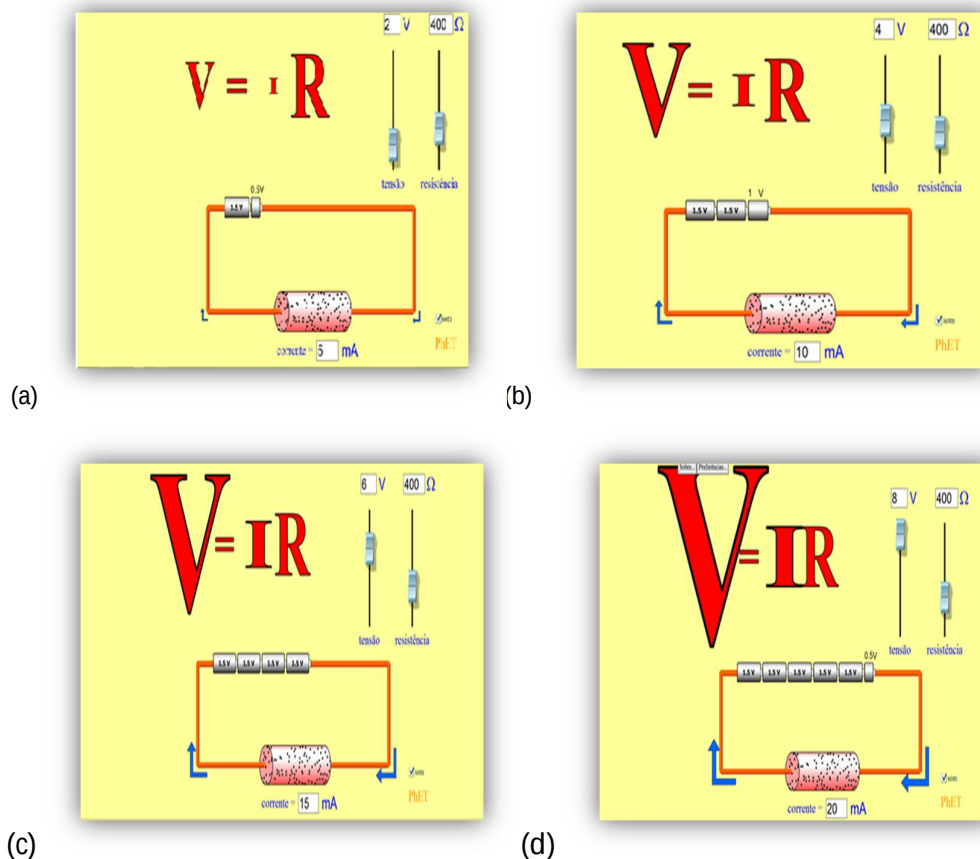
Para a primeira simulação representada na Figura 22(a), a tensão elétrica foi calibrada em $U_1 = 2V$, e a resistência elétrica foi mantida constante para todas as simulações, sendo seu valor igual a 400Ω . A corrente elétrica se manteve em $I_1 = 5mA (1mA = 10^{-3} A)$.

Para a segunda simulação representada pela Figura 22(b), a tensão elétrica foi ajustada para $4V$, e a corrente elétrica para $10mA$. Aplicando matematicamente a lei de Ohm, ou seja, $U = \frac{R}{I}$ temos que $I = \frac{U}{R}$ o que pode ser verificado que $I_2 = \frac{4V}{400\Omega} = 10 \text{ mA}$.

Para a terceira simulação, representada pela Figura 22(c), a tensão elétrica foi ajustada para para $6V$, e $I_3 = \frac{6V}{400\Omega} = 15 \text{ mA}$. Matematicamente se verifica, que se matendo constante a resistência elétrica R , a intensidade de corrente elétrica I , é diretamente proporcional a variação da tensão elétrica, que são características de um condutor ôhmico.

Calculando a a corrente elétrica I_4 , para a quarta simulação, representada pela Figura 22(d), percebe-se que a lei de Ohm se estabeleceu, ou seja : $I_4 = \frac{8V}{400\Omega} = 20 \text{ mA}$.

Figura 22 - Simulando as proporções da lei de ohm.



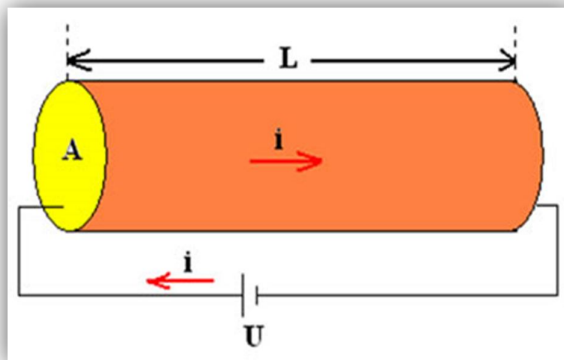
Fonte: elaborado pelo próprio autor

Resistividade

A resistividade (ρ) elétrica é uma propriedade do material de que são construídos os dispositivos elétricos, a sua unidade de medida no SI é o Ohm.metro ($\Omega.m$).

A resistência elétrica de um espécime uniforme do material ou condutor, de comprimento (L) medido em metros (m), de área ou de seção reta (A) medida em (m^2), que depende de três fatores, além do comprimento do fio e da área, ela depende também, da resistividade (ρ) do material de que é feito o condutor. A Figura 23, representa um condutor de comprimento (L) e de área de seção (A), submetido a tensão (U), sendo percorrido pela corrente elétrica (I).

Figura 23 - Esquema de um condutor cilíndrico e homogêneo



Fonte: disponível em:< <https://www.google.com.br>>. Acesso em nov. De 2014.

Onde matematicamente é representada assim: $R = \rho \frac{L}{A}$ em que ρ ($\Omega \cdot m$), é a resistividade elétrica em ($\Omega \cdot m$); R é a resistência elétrica de um espécime uniforme do material (Ω); L é o comprimento do espécime (m); A é a área da seção do espécime (m^2). Quanto maior o comprimento do fio, maior a resistência elétrica do fio; quanto maior a área A de secção, menor a resistência; materiais com ρ entre 10^{-8} e 10^{-6} $\Omega \cdot m$ são condutores; materiais com ρ entre 10^{10} e 10^{16} $\Omega \cdot m$ são isolantes. No Quadro 13 é representada a tabela de resistividade de alguns materiais.

Quadro 13 - Tabela de resistividade de alguns materiais a 20°C.

Material	(ρ) em $\Omega \cdot m$ a 20 °C	Material	(ρ) em $\Omega \cdot m$ a 20 °C
Prata	1.59×10^{-8}	Constatam	4.9×10^{-7}
Cobre	1.72×10^{-8}	Mercúrio	9.8×10^{-7}
Ouro	2.44×10^{-8}	Nicromo	1.10×10^{-6}
Alumínio	2.82×10^{-8}	Carbono	3.5×10^{-5}
Tungstênio	5.60×10^{-8}	Germânio	4.6×10^{-1}
Níquel	6.99×10^{-8}	Silício	6.40×10^2
Latão	0.8×10^{-7}	Vidro	10^{10} a 10^{14}
Ferro	1.0×10^{-7}	Ebonite	Aprox. 10^{13}
Estanho	1.09×10^{-7}	Enxofre	10^{15}
Platina	1.1×10^{-7}	Parafina	10^{17}
Chumbo	2.2×10^{-7}	Quartzo fundido	7.5×10^{17}

Fonte: Disponível em: <<https://www.google.com.br>>. Acessado em nov. De 2014.

É importante salientar que essa relação não é geral e vale apenas para materiais uniformes e isotrópicos, com seções transversais também uniformes. Felizmente, os fios condutores normalmente utilizados apresentam estas duas características.

Potência elétrica dissipada por um resistor

Um resistor transforma a energia elétrica recebida de um circuito em energia térmica; daí ser usual dizer que um resistor dissipa a energia elétrica que recebe de um circuito. Assim, a potência consumida por um resistor é dissipada, ao combinar a equação $E = P \cdot \Delta t$ onde E é energia e Δt é tempo e P é potência, com a equação de trabalho (energia) $E = \Delta q \cdot u$ onde Δq é a quantidade de cargas elétricas e é

A ddp. Obtêm-se $P = \Delta q \cdot \frac{U}{\Delta t}$ onde $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ a intensidade de corrente elétrica, vem que: $P = U \cdot I$ combinando essa equação com a equação de Ohm em que

$$U = R \cdot I \text{ configura as equações a seguir: } P = U \cdot I \text{ ou } P = \frac{U^2}{R} \text{ e } P = R \cdot I^2.$$

A importância da resistência elétrica em alguns aparelhos está relacionada com o aquecimento do resistor devido a passagem da corrente elétrica. Esse aquecimento é conhecido como efeito Joule. Como seria por exemplo a vida sem um chuveiro elétrico? Um ferro de passar roupas? Um aquecedor de ar nos dias frios? A chapinha para os cabelos? Ficamos a imaginar a importância desse fenômeno para a produção das lâmpadas incandescentes seu onde seu filamento alcança cerca de 2500°C. Onde só se usava velas e candeeiros para iluminar o ambiente. São aparelhos simples que dispõem apenas de um ou de alguns resistores para o aquecimento.

A intensidade de corrente elétrica é a medida do fluxo de elétrons que passam em uma determinada seção normal de um condutor em um certo intervalo de tempo. Em todo condutor existe uma certa resistência a passagem da corrente elétrica o que provoca o aquecimento.

Em um circuito elétrico para que haja um fluxo de elétrons de haver uma diferença entre os potenciais elétricos aplicados em dois pontos diferentes do fio o que gera um campo elétrico e conseqüentemente uma força elétrica, fazendo com que os elétrons se desloquem através do circuito. A diferença entre os potenciais elétricos aplicados é o que chamamos de diferença de potencial ou tensão elétrica.

O cientista James Prescott Joule estudou o aquecimento de condutores devido a passagem de corrente elétrica, onde deduziu uma relação entre a corrente elétrica resistência e calor dissipado em um determinado intervalo de tempo como $Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$ ou mais conhecida como $P = R \cdot I^2$, por isso esse fenômeno ficou conhecido como efeito Joule.

Outra aplicação importante do efeito Joule é a proteção de equipamentos elétricos com a utilização de fusíveis. Esses dispositivos são compostos por um filamento metálico que tem baixo ponto de fusão e ao aquecer é rompido devido a uma corrente elétrica indevida, interrompendo a passagem da corrente, o que evita danos mais sérios ao equipamento.

A resistência elétrica de um fio condutor depende da sua resistividade, do seu comprimento e de sua área de seção normal. A resistividade é uma característica do material de que é feito o fio. Ela depende de outros parâmetros como a temperatura do material. Ao fazer uma análise interna do material veríamos que a estrutura atômica de cada um deles seria diferente. Também veríamos que existe alguns que contêm impurezas, além das diferenças de elétrons livres em cada material.

Vamos imaginar os elétrons livres de um condutor sendo orientados por um campo elétrico. Existindo por exemplo, uma dificuldade na sua passagem causada pelos prótons, elétrons não livres e impurezas dificultado a passagem dos elétrons livres. Quando há um aumento de temperatura, há um aumento da vibração dessas partículas dificultando ainda mais a passagem dos elétrons livres (não em todo material, mas na maioria dele). Logo pode se concluir que, tanto as características dos materiais, quanto a temperatura, influenciam na resistência elétrica. O coeficiente de temperatura da resistividade α , varia entre $2,3 \cdot 10^{-4}$ a $5 \cdot 10^{-3} \text{ C}^{-1}$. A resistividade de uma lâmpada incandescente torna-se maior quando acesa do que à temperatura ambiente, pois a resistividade do tungstênio (filamento da lâmpada) é tanto maior quanto maior for a sua temperatura.

A resistividade e a resistência elétrica podem variar com a variação de temperatura onde matematicamente são representadas respectivamente pelas equações: $\rho = \rho_0 [1 + \alpha \cdot (\theta - \theta_0)]$ e $R = R_0 [1 + \alpha \cdot (\theta - \theta_0)]$ em que: α é o coeficiente de temperatura, θ é a temperatura final e θ_0 é a temperatura inicial em 20°C , R_0 é a resistência inicial em 20°C e R é a resistência após a variação de temperatura, ρ é a resistividade com a varia a variação de temperatura e ρ_0 é a resistividade inicial em 20°C .

No Quadro 13 são apresentados alguns exemplos de valores do coeficiente de temperatura.

Quadro 13 - Valores do coeficiente de temperatura de alguns materiais

Substância	$\alpha \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$
Alumínio	0,0036
Cobre	0,0040
Níquel	0,0050
Prata	0,0040
Manganina	0,00003
Niquelina	0,00023

Fonte: Disponível em:< <http://efisica.if.usp.br>>. Acesso em jan. 2015

Associação de resistores

Questões que achamos pertinentes como introdução.

Você sabe como ligar uma lâmpada de tensão 110V em uma rede de 220V sem que ela queime?

Que tipo de associação usamos nos equipamentos de casa, em série ou em paralelo? Por que fazemos este tipo de associação?

Ao associarmos três lâmpadas de potências e resistências elétricas idênticas, numa associação em série e depois em uma associação em paralelo, sob a mesma tensão elétrica. Em qual tipo de associação o brilho das lâmpadas é mais intenso? Porque o brilho das lâmpadas, diminui ou aumenta de intensidade, conforme o tipo de associação, a qual as lâmpadas se submetem?

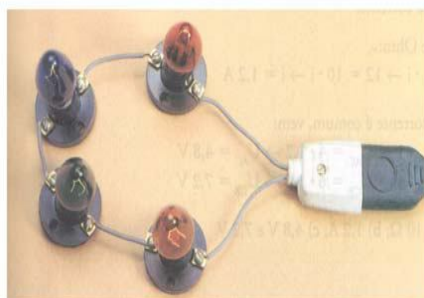
Dois resistores iguais, são associados em um circuito elétrico em série e o outro num circuito elétrico em paralelo, sob a mesma tensão elétrica. Em qual circuito se consome mais energia? Justifique a sua resposta.

Associação de resistores em série

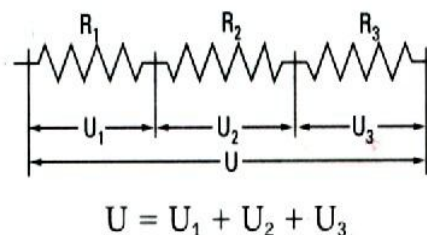
Nesse tipo de associação a corrente elétrica percorre todos os resistores antes de retornar à tomada. Para efeito de cálculos, em muitos casos será necessário descobrir como a série de resistores se comporta como um todo. Nestes casos utilizamos o conceito de resistor equivalente. Trata-se de um resistor que tem as mesmas propriedades da associação, ou seja, uma resistência que seja a mesma do

conjunto, esta resistência é chamada resistência equivalente. Na associação em série todos os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica. Os resistores são ligados um em seguida do outro, em uma sequência na conexão, existindo apenas um caminho para a corrente elétrica. A Figura 24(a) representa esquematicamente uma associação em série, onde cada componente do circuito é ligado ao outro, seguindo uma sequência, polo positivo do primeiro ligado ao polo negativo do posterior, ou seja, cada componente da associação é um interruptor de energia do circuito elétrico, não sendo possível o funcionamento dos circuitos se um dos componentes estiver desconectado. A Figura 24(b), representa a tensão individual de cada resistor em uma associação em série, onde a soma das tensões de cada resistor, resulta na tensão total da associação do circuito.

Figura 24 - Representação e esquema de uma associação em série



(a)



(b)

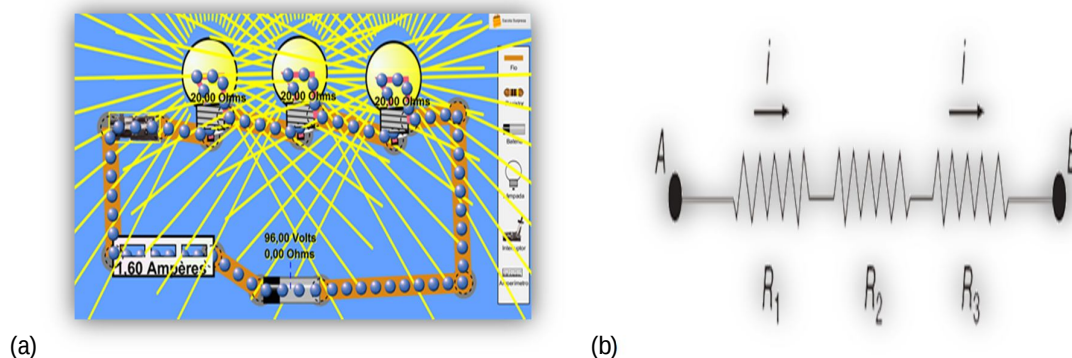
Fonte: disponível em:< <https://www.google.com.br>>. Acesso em jan. de 2015.

Por exemplo: a Figura 25(a) mostra a simulação de uma associação de resistores em série com três lâmpadas de resistências iguais a 20Ω , as quais são submetidas a tensão elétrica média igual a 96V. A corrente elétrica da associação vai resultar em 1,6A, a diferença de potencial de cada lâmpada é igual a 12V, conforme a simulação computacional abaixo (Figura 25).

Em relação a simulação anterior, representada pela Figura 25(a), a tensão elétrica da associação será igual a: $U = [(R1.I) + (R2.I) + (R3.I)]$ ou seja,
 $U = [(20.1,6) + (20.1,6) + (20.1,6)]$ logo; $U = [32 + 32 + 32]$ então
 $U=96V$. Para calcular a tensão individual temos; $U1 = R1.I$, $U2 = R2.I$ e

$U_n = R_n \cdot I$. A Figura 25(b), representa resistores sendo submetidos pela mesma corrente elétrica, eles são ligados um em seguida do outro, seguindo uma sequência na confecção, existindo apenas um caminho para a corrente elétrica.

Figura 25 - (a) Simulação computacional e (b) representação da corrente elétrica na associação em série.



Fonte: (a) elaborado pelo próprio autor; e (b) disponível em: < <https://www.google.com.br> >. Acesso em jan. de 2015.

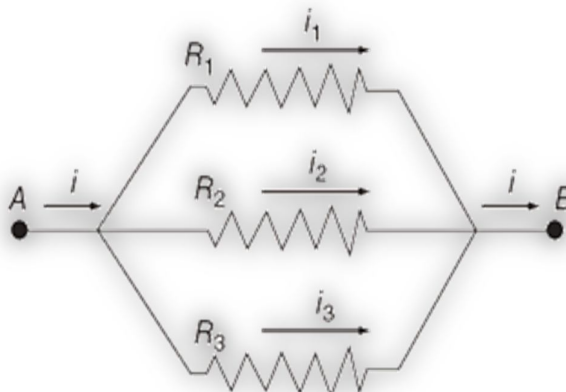
A resistência equivalente

O valor da resistência equivalente é dado pela soma das resistências dos resistores que constituem a associação em série. $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \dots$

Associação de resistores em paralelo

A associação de resistores em paralelo é um conjunto de resistores ligados de maneira a todos estar submetidos a mesma diferença de potencial. Neste tipo de associação, existem dois ou mais caminhos para a corrente elétrica, e desta maneira a corrente elétrica se divide em pontos definidos como nós da malha, assim cada resistor é percorrido por corrente elétrica individual. A soma de cada corrente elétrica individual resulta na corrente elétrica total da associação. A Figura 26 caracteriza uma associação em paralelo.

Figura 26 - Esquema de associação de resistores em paralelo



Fonte: Disponível em: < <https://www.google.com.br> >. Acesso em jan. de 2015

A corrente elétrica em uma associação de resistores em paralelo é calculada por: $I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 ..$

Para o cálculo da resistência equivalente da associação, temos que o inverso da resistência equivalente da associação de resistores em paralelo, é igual a soma do inverso da resistência de cada resistor. Matematicamente é representada por:

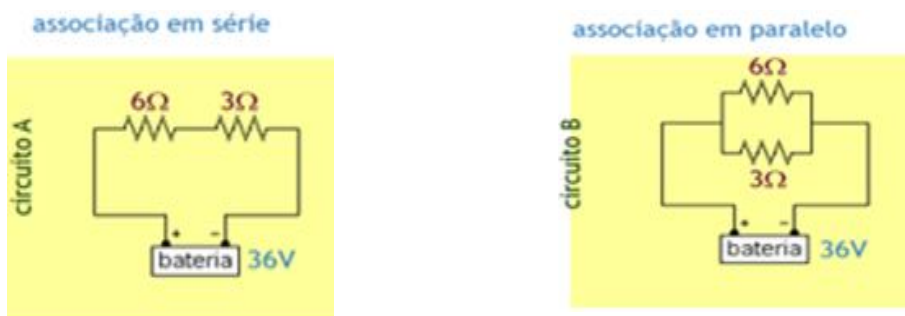
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Potência dissipada

Para calcular a potência consumida somente por um resistor, que está associado a outro ou mais resistores em paralelo, devemos definir a corrente que passa somente por esse resistor; e multiplicar pela tensão aplicada na associação em paralelo, pois a tensão elétrica é constante neste tipo de associação, sendo P a potência, U a tensão elétrica e I a intensidade corrente elétrica, a potência consumida é calculada por: $P = U \cdot I$

Abaixo são apresentados alguns exemplos, onde são efetuados os cálculos da resistência equivalente, da corrente elétrica, e da potência elétrica consumida numa associação em série e outra em paralelo. A Figura 27 representa dois resistores, ($R_1 = 6\Omega$ e $R_2 = 3\Omega$) uma bateria de tensão $U = 36V$ e fios de resistências desprezíveis, associados em série e em paralelo.

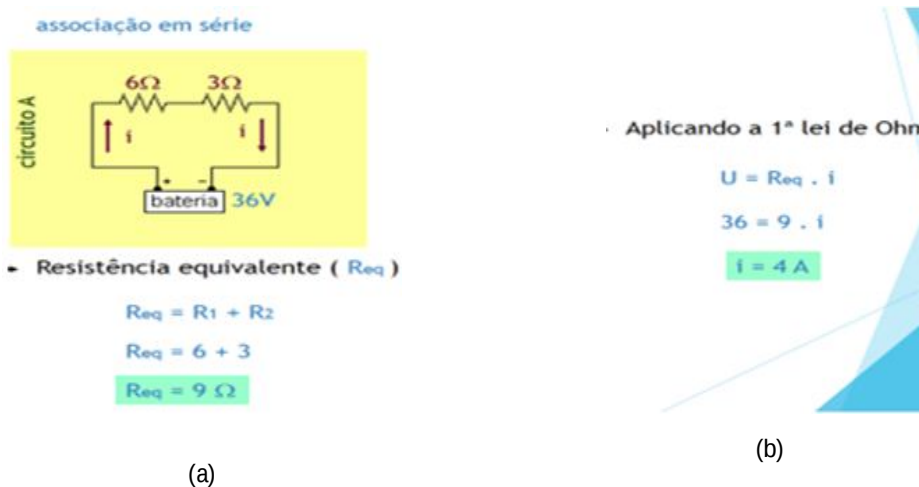
Figura 27 - Circuito A em série e circuito B em paralelo



Fonte: disponível em< <http://batista.xpg.uol.com.br>>. Acesso em fev. de 2015.

Na Figura 28(a) são efetuados os cálculos para a resistência equivalente (R_{eq}) Obtendo-se de resistência equivalente igual $R_{eq} = 9\Omega$, e para a corrente elétrica (I) na associação em série Figura 28(b) $I = 4 A$.

Figura 28- (a) Resistência equivalente e (b) a corrente elétrica no circuito A



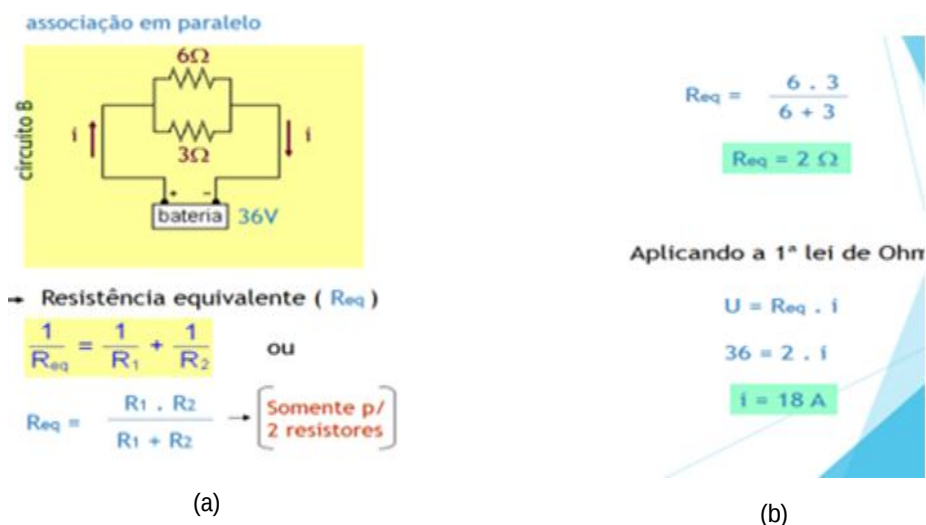
(a)

(b)

Fonte: disponível em< <http://batista.xpg.uol.com.br>>. Acesso em fev. de 2015.

Na Figura 29(a) é efetuado o cálculo para a resistência equivalente e em (b), o da corrente elétrica na associação em paralelo do circuito B, obtendo-se o valor respectivamente igual a $R_{eq} = 2\Omega$ e $I = 18 A$.

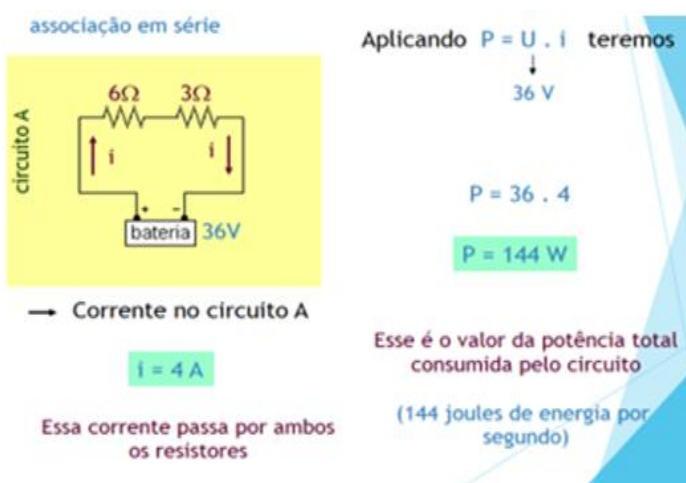
Figura 29- (a) Resistência equivalente e (b) a corrente elétrica no circuito B



Fonte: Apresentações de resistores em Power Point. Disponível em <http://batista.xpg.uol.com.br>. Acesso em fev. de 2015.

A Figura 30 representa a potência total consumida pelo circuito em série, sendo a potência $P = 144W$.

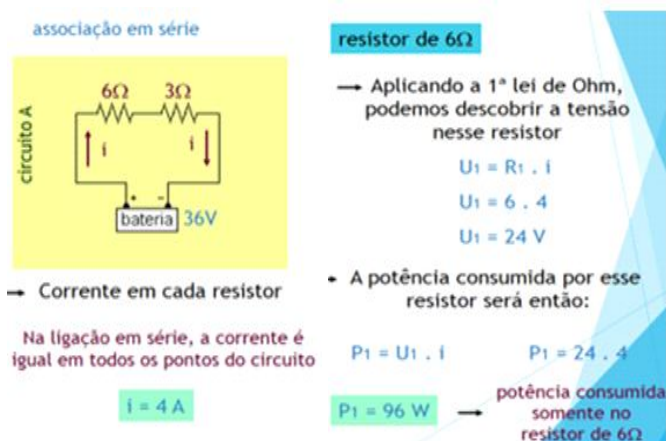
Figura 30 - A potência total consumida pelo circuito A



Fonte: Apresentações de resistores em Power Point. Disponível em <http://batista.xpg.uol.com.br>. Acesso em fev. de 2015.

A Figura 31 representa a potência consumida apenas no resistor de 6Ω , em série, sendo seu valor igual a $P = 96W$.

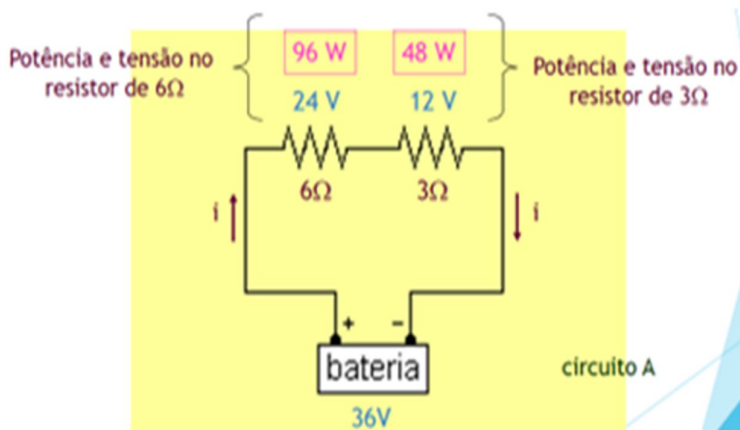
Figura 31- A potência consumida no resistor de 6Ω do circuito A



Fonte: Apresentações de resistores em Power Point. Disponível em<
<http://batista.xpg.uol.com.br>>. Acesso em fev. de 2015.

A Figura 32, representa o valor da potência, da resistência elétrica e da tensão elétrica em cada resistor da associação em série, onde matematicamente, pode ser obtida como $P = 36W \cdot 4A = 144W$ ou somando-se $96W + 48W = 144W$

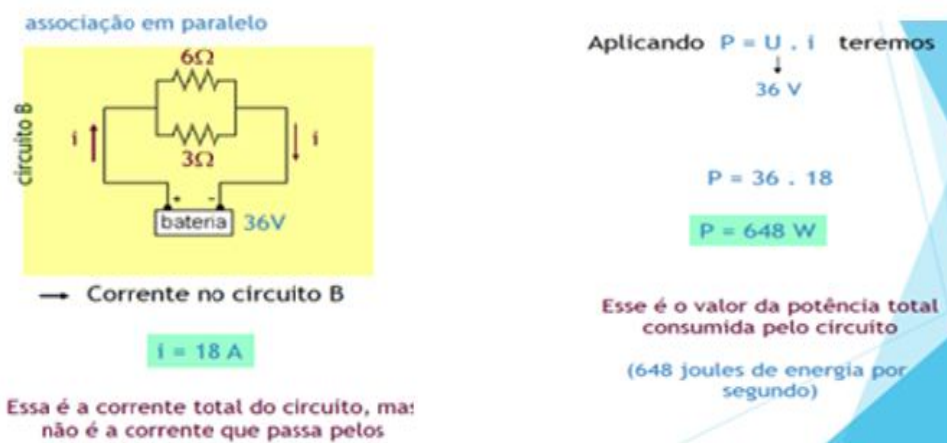
Figura 32 - Representação da potência, da tensão em cada resistor do circuito A



Fonte: Apresentações de resistores em Power Point. Disponível em<
<http://batista.xpg.uol.com.br>>. Acesso em fev. de 2015.

A Figura 33 representa em (a) a potência total e em (b) a corrente elétrica total no circuito em paralelo. Sendo $I = 18A$ e $P = 648W$.

Figura 33 - (a) A potência total e (b) a corrente elétrica do circuito B em paralelo



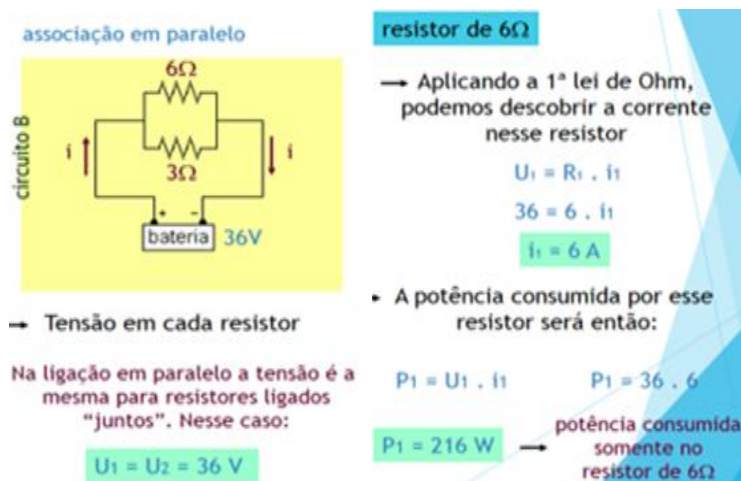
(a)

(b)

Fonte: Apresentações de resistores em Power Point. Disponível em<
<http://batista.xpg.uol.com.br>>. Acesso em fev. de 2015.

A Figura 34, representa a potência consumida no resistor de 6Ω no circuito em paralelo, sendo seu valor igual a $P=216W$.

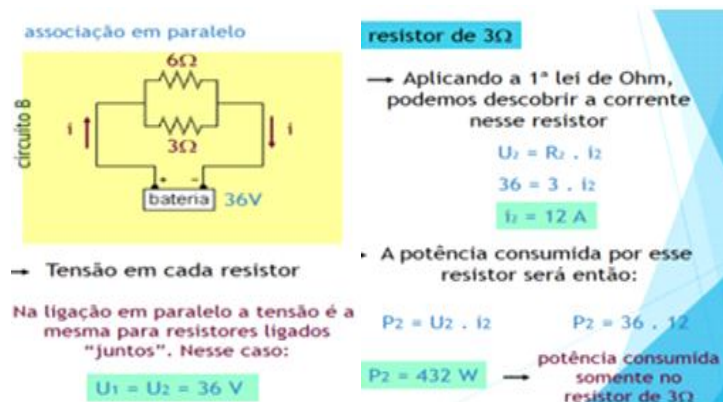
Figura 34- Potência consumida no resistor de 6Ω do circuito B



Fonte: apresentações de resistores em Power Point. Disponível em<
<http://batista.xpg.uol.com.br>>. Acesso em fev. de 2015.

A Figura 35 representa a potência consumida no resistor de 3Ω no circuito em paralelo. Sendo seu valor igual $P=432W$.

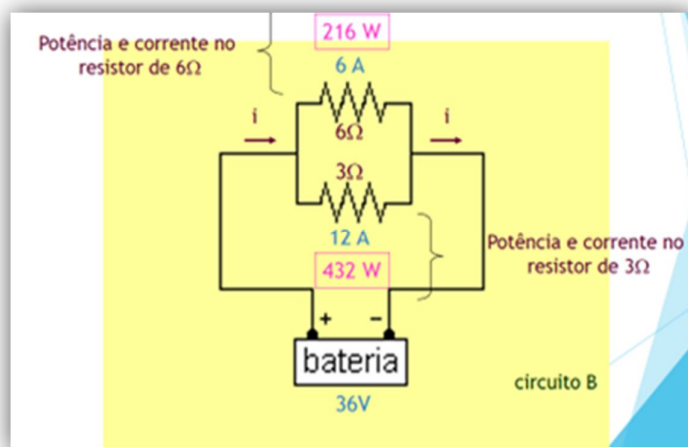
Figura 35 - Potência consumida no resistor de 3Ω do circuito B



Fonte: Apresentações de resistores em Power Point. Disponível em<
<http://batista.xpg.uol.com.br>>. Acesso em fev. de 2015.

A Figura 36 representa a potência, a corrente elétrica e a resistência em cada resistor do circuito em paralelo. Sendo os valores respectivamente iguais a 216W no resistor de resistência igual a 6Ω , e 432W no resistor de resistência igual a 3Ω .

Figura 36- A potência, a corrente elétrica em cada resistor do circuito B



Fonte: Apresentações de resistores em Power Point. Disponível em<
<http://batista.xpg.uol.com.br>>. Acesso em fev. de 2015.

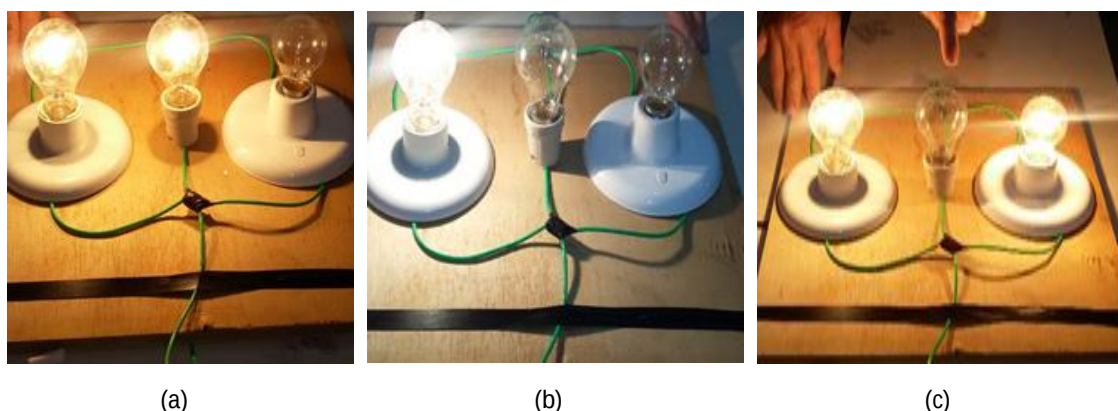
Experimento de baixo custo: associação de resistores

Objetivos: montar dois circuitos distintos (um em série e outro em paralelo) e verificar as diferentes características que ele apresenta quando submetidos a mesma tensão. O experimento consistiu em analisar o comportamento dos resistores, quando neles são inseridas uma diferença de potencial (voltagem) e a partir desse fato, observar o comportamento da corrente elétrica que por eles passam, provocando brilho diferentes e observar os pontos onde ela se divide ou se segue o mesmo caminho do circuito. A montagem do circuito se dá de forma simples e prática, a qual, foi formulada e dividida em duas equipes, uma desempenhou esforços em confeccionar uma associação em série e a outra em paralelo.

Materiais: lâmpadas incandescentes, pedaço de madeira (base), pedaço de fio de instalação elétrica, soquetes e tomadas e uma fonte de tensão elétrica.

Procedimentos: é apresentado um circuito com três lâmpadas incandescentes associadas em paralelo (Figura 37). Em (a) ao desligar uma das lâmpadas da extremidade direita, as outras duas continuam acesas e com os mesmos brilhos. Em (b) ao desligar duas lâmpadas em sequência, uma ainda continua funcionando e em (c) ao desligar a lâmpada do meio as outras duas das extremidades continuam acesas.

Figura 37- associação de lâmpadas em paralelo



Fonte: elaborado pelo próprio autor

Na Figura 38, é apresentado um circuito com duas lâmpadas incandescentes associadas em série, onde o funcionamento de uma lâmpada depende do funcionamento da outra, pois uma é a chave de ligação da outra. Em (a) lâmpadas

acesas e em (b) uma das lâmpadas é desligada e as outras duas se apagam. Em (c) são comparados os circuitos com três lâmpadas cada, um em série e outro em paralelo, ambos ligados numa mesma fonte de tensão elétrica. Mesmo as lâmpadas sendo iguais, ou seja, elas têm as mesmas potências e as mesmas resistências elétricas, percebe-se que o brilho das lâmpadas que estão associadas em série é menor que o brilho das lâmpadas que estão associadas em paralelo.

Figura 38- Em (a) associação em série lâmpadas funcionando em (b) desligadas e em (c) comparação das associações quanto ao brilho das lâmpadas



(a)



(b)



(c)

Fonte: elaborado pelo próprio autor

AULA 10

A décima aula representada pelo Quadro 14, tem como tema: simulando associação de resistores. As simulações são recursos didáticos interessantes, atualmente muito difundido nos processos de aprendizagem.

Quadro 14: plano da aula N° 10

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 10	Duração: 60min
Tema	Simulando associação de resistores
Conteúdos	Resistência elétrica e associação de resistores
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Laboratório de informática, computadores

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Os objetivos para essa aula: a manipulação e aquisição de dados no computador, recursos hipermídios, realidade virtual, internet e simulações computacionais, para estudar associação de resistores. Este conteúdo apresenta uma ampla “resistência” na pré-disposição em estudar por parte dos alunos.

Numa simulação de associação de resistores em série, é possível perceber que a corrente elétrica não se divide, ela é constante para todos os resistores da associação. A tensão elétrica para uma associação de resistores em série (tensão elétrica total), é a soma da tensão de cada resistor. Na associação em paralelo, a corrente elétrica total se divide, e se torna corrente independente para cada resistor. A corrente elétrica total é a soma das correntes independentes de cada resistor associado. A tensão elétrica é uma grandeza constante para o circuito da associação da associação em paralelo. No quadro 15 são apresentadas algumas questões pertinentes, para desenvolver habilidades na construção das simulações.

Quadro 15: atividades propostas para a aula de Nº10 - associação em série

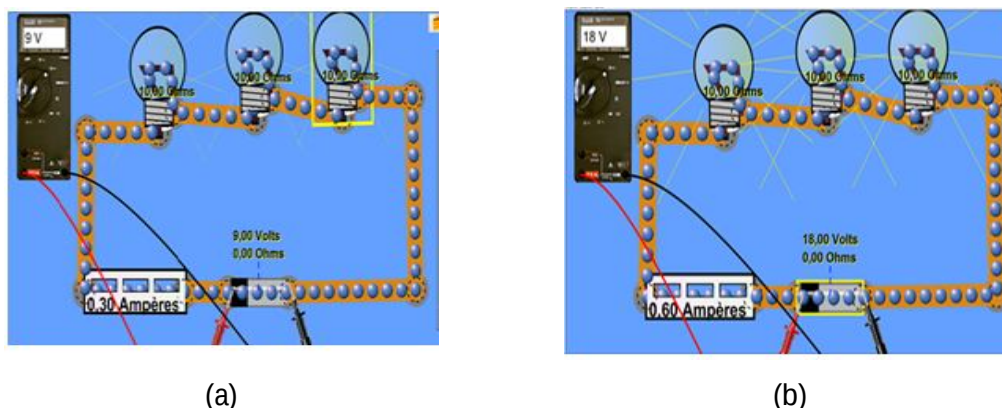
Ao associar as lâmpadas em série, numa fonte de 9, 0 volts e depois em 18 volts. Verificar na simulação, se as variáveis se conferem:

Resistência equivalente	
Tensão em cada resistor	
Corrente em cada resistor	
Potência total dissipada	
Potência em cada resistor	
A marcação do voltímetro	
A marcação do amperímetro	

Fonte: elaborado pelo próprio autor

A Figura 39 representa uma simulação computacional de uma associação em série, em (a) as três lâmpadas de resistências iguais a 10Ω são associadas em série, a resistência equivalente é obtida somando todas as resistências do circuito, ou seja, $R_{eq} = 10\Omega + 10\Omega + 10\Omega = 30\Omega$. O valor da intensidade de corrente elétrica é constante e igual $0,30\text{ A}$. Essa corrente elétrica é assim obtida, $I = \frac{V}{R_{eq}}$ ou seja, $I = \frac{9V}{30\Omega}$ que é igual a $0,30\text{ A}$. Na simulação as lâmpadas estão associadas em série e submetidas a tensão elétrica igual a $9V$. É possível ainda, obter a tensão elétrica de cada lâmpada $U = R.I$ ou seja, $U_1 = R_1.I$ logo; $U_1 = 10\Omega.0,30\text{ A} = 3,0\text{ V}$

Figura 39 - (a) Circuito em série de 9 V em (b) numa fonte de 18V

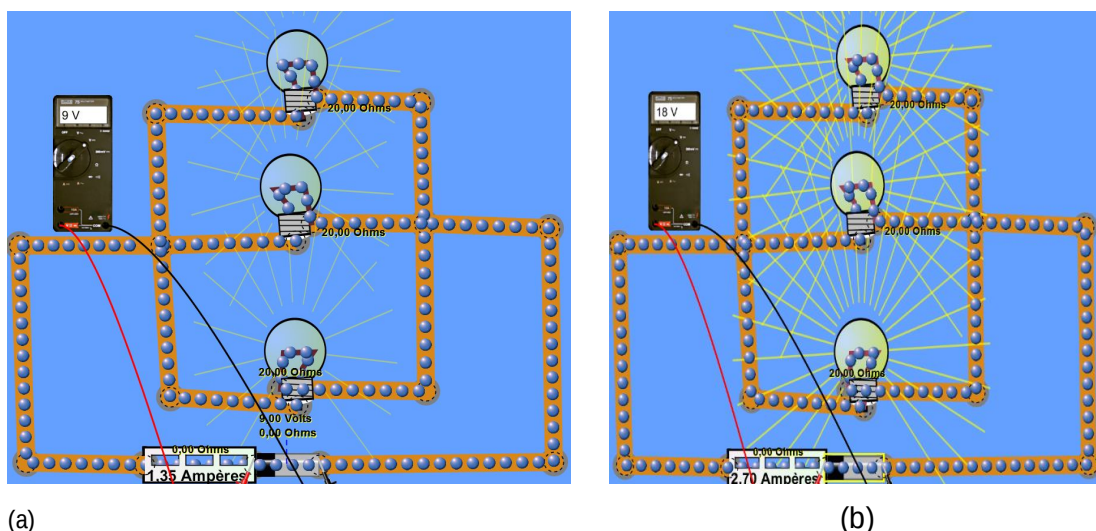


Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

Na segunda simulação em (b) as mesmas lâmpadas são submetidas a uma fonte de tensão elétrica igual a **18 volts**. A tensão individual dos resistores aumentou para 6 volts e a intensidade de corrente elétrica também aumentou para **0,60 A**. Assim, nas duas simulações prevaleceu a lei de Ohm $R = \frac{U}{I}$ onde R é resistência, U é a diferença de potencial ou tensão elétrica e I é a intensidade de corrente elétrica.

A Figura 40 representa uma simulação em paralelo as resistências foram ajustadas para $20\ \Omega$. Em (a) as lâmpadas são submetidas a tensão elétrica igual a **9volts**. Calculando a resistência equivalente e a intensidade de corrente elétrica, temos: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ para essa simulação, ou seja, $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \dots$. Resulta em $R_{eq} = \frac{20}{3}\ \Omega$ e aplicando a equação $I = \frac{U}{R}$ vem que $I = \frac{9}{\frac{20}{3}}$ que é igual $\frac{9}{20} \cdot 3 = 1,35\ A$. Em (b) as mesmas lâmpadas são submetidas a tensão elétrica igual a **18V** e o amperímetro registra **2,7 A**. O que também está de acordo com as equações $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \dots$ e $I = \frac{U}{R}$.

Figura 40 - Lâmpadas associadas em paralelo a fonte de tensão: em (a) 9 V e em (b) 18 V



Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

Questão que achamos pertinente para discussão: ao se comparar as simulações, percebe-se que o brilho das lâmpadas da Figura 40(b) é mais intenso do que as da Figura 40(a). Qual é a variável responsável pela mudança no brilho das

lâmpadas? Dê uma explicação plausível para o fenômeno ocorrido. No quadro 16, apresentamos as atividades propostas para a aula que achamos pertinentes.

Quadro 16: atividades propostas para a aula 10 – associação em paralelo

Ao associar três resistores de 10Ω em paralelo, numa fonte de 27 volts e depois em outras fontes de 18 e depois em 10volts. Verificar na simulação, se matematicamente as variáveis se conferem:

Resistência equivalente	Tensão em cada resistor
Corrente elétrica em cada resistor	Corrente elétrica da associação
Potência total dissipada	Potência em cada resistor
A marcação do voltímetro	A marcação do amperímetro
O polo negativo	O polo positivo
Porque utilizar o voltímetro em paralelo	Porque utilizar o amperímetro em série

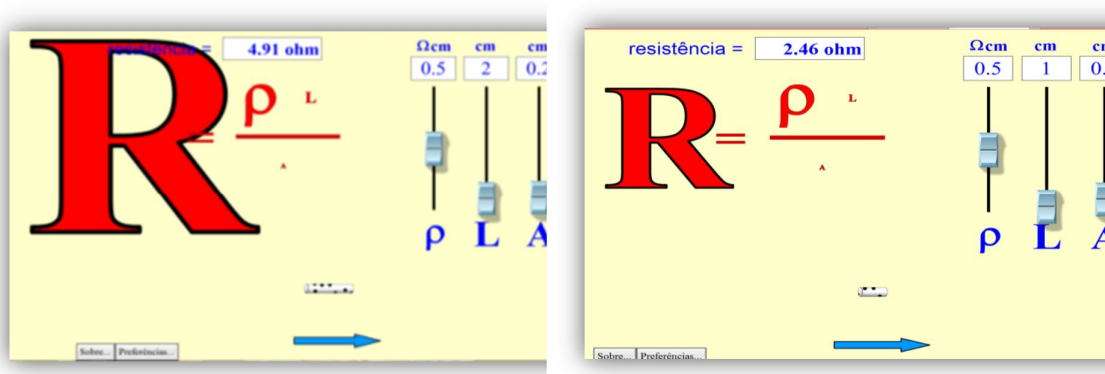
Fonte: elaborado pelo próprio autor

Simulação equação de Ohm

Atividades: verificar matematicamente, na simulação computacional a seguir, se as proporções das variáveis resistência elétrica, comprimento, área de seção reta e a resistividade elétrica, se constituem matematicamente com a lei de ohm. Na simulação representada pela Figura 41, em (a) utilizou-se a um condutor de 2cm de comprimento e $0,2 \text{ cm}^2$ de seção reta, e de resistividade igual a $0,5 \Omega\text{cm}$, obtendo como resistência elétrica 4,91 ohms que corresponde matematicamente com a lei

$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$. Em (b) se manteve a resistividade, e a seção reta, e diminui o comprimento para 1cm, que é a metade do comprimento do exemplo anterior, a resistência elétrica, também cai pela metade em relação ao exemplo anterior.

Figura 41- simulação: comparando a variação da resistência elétrica.



(a)

(b)

Fonte: elaborado pelo próprio autor

AULA 11

A décima primeira aula tem como tema: o sentido convencional da corrente elétrica. Esta é uma definição convencional, que abrange possibilidades para introdução do conceito de campo elétrico pois o sentido convencional das linhas de campo elétrico, é semelhante ao sentido convencional da corrente elétrica. Os polos de uma bateria, por exemplo, (Figura 42), o polo positivo é um gerador de linhas de campo elétrico, e o polo negativo um “consumidor” de linhas de campo elétrico, outra semelhança em relação ao sentido convencional da corrente elétrica. Uma carga positiva é geradora de campo elétrico, suas linhas de campo elétrico são definidas convencionalmente como sendo geradas no centro e se afastando radialmente desse centro (gerador). Sendo uma carga negativa uma espécie de “sumidouro” de linhas de campo elétrico (receptor), os sentidos das linhas de campo elétrico se aproximam radialmente para seu centro. Então há a possibilidade, em se fazer analogias entre o sentido convencional das linhas de campo elétrico, com o sentido convencional da corrente elétrica. A corrente é gerada no polo positivo e consumida no polo negativo da fonte de energia. No Quadro 17, apresentamos o plano da aula número 11.

Quadro 17: plano da aula Nº 11

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 11	Duração: 60min
Tema	O sentido real e convencional da corrente elétrica
Conteúdos	Corrente elétrica e campo elétrico.
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro e pincel, e Power Point

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Os objetivos para essa aula, estão em definir o sentido convencional da corrente elétrica, fazendo analogia com sentido convencional das linhas do campo elétrico de uma carga elétrica positiva. A Figura 42, representa as extremidades de um condutor metálico sendo submetidas a diferença de potencial representando o sentido convencional da corrente elétrica.

Corrente elétrica (detalhando o sentido real e convencional)

O movimento ordenado de partículas carregadas é o que se denomina por corrente elétrica, sendo a intensidade da mesma usualmente medida em ampère (A). Embora se saiba hoje que nos metais as partículas móveis são os elétrons, quaisquer partículas carregadas em movimento direcionado implicam em corrente elétrica. Íons positivos ou negativos movendo-se em uma solução salina ou em um sal iônico fundido são casos típicos de corrente elétrica presente de forma dissociada do movimento de elétrons. Nos semicondutores, tanto os elétrons como os "buracos", essas quase-partículas positivamente carregadas, movem-se em sentidos contrários a fim de definir a corrente elétrica total que circula material, que, ao contrário do que a primeira impressão sugere, não é nula nesse caso.

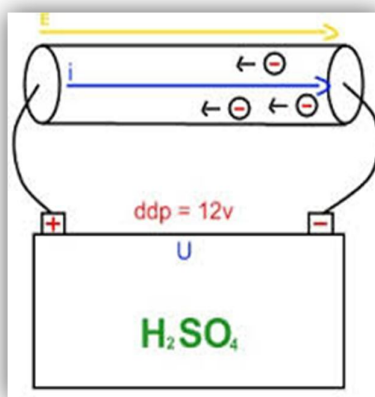
Por razões históricas, uma corrente positiva é definida como possuindo o mesmo sentido de movimento de qualquer portador de carga positiva que ela contenha, ou, de forma análoga, contudo mais geral, em sentido que leva da parte mais positiva do circuito à parte mais negativa do mesmo. As correntes definidas com essa orientação são denominadas correntes convencionais. Essa determinação foi proposta por Benjamin Franklin, o qual considerou em suas observações a corrente como um fluido positivo em escoamento. Apesar de sabermos que a carga é quantizada, essa aproximação é razoável para grande parte dos casos, visto que qualquer material possui uma quantidade praticamente infinita de portadores e ainda que o movimento dos elétrons em um circuito seja uma das formas mais comuns de corrente, para cômputo da corrente convencional basta tratar as cargas negativas como se fossem positivas movendo-se em direção contrária. A situação hipotética onde há apenas portadores de cargas positivas em movimento é amplamente empregada por simplificar a análise em tais situações e de forma geral a análise de circuitos elétricos.

A corrente causa uma série de efeitos observáveis, e historicamente a presença destes é utilizada como meio de identificar a presença daquela. O fato da água ser decomposta por uma corrente elétrica oriunda de uma pilha voltaica foi descoberto por William Nicholson e Anthony Carlisle mediante o processo hoje conhecido por eletrólise. Os trabalhos desses foram consideravelmente expandidos por Michael Faraday até o ano de 1833. Uma corrente através de uma resistência

causa aquecimento localizado, um efeito matematicamente estudado por James Prescott Joule em 1840.

Tanto em aplicações domésticas ou industriais a corrente elétrica é usualmente caracterizada como sendo ou uma corrente contínua (CC, ou em inglês, DC) ou uma corrente alternada (CA, ou em inglês, AC). Esses termos referem-se à variação da corrente no tempo. A corrente contínua, como aquela produzida por uma bateria ou a necessária ao funcionamento da maioria dos circuitos eletrônicos, consiste em um fluxo sempre unidirecional da corrente convencional, direcionada das partes mais positivas para as partes mais negativas do circuito através do mesmo. Se a corrente real consiste em elétrons em movimento, como nos casos mais comuns, os elétrons estarão movendo-se em sentido contrário, conforme antes discutido. Corrente alternada é qualquer corrente que inverta seu sentido repetidamente no tempo; quase sempre de forma representada por uma sinusóide. Um portador de carga em uma corrente alternada move-se adiante e para trás no interior do condutor sem, contudo, deslocar-se de forma efetiva ao longo do tempo. A média temporal da corrente alternada é zero, contudo essa libera energia tanto em um sentido quanto no reverso. As correntes alternadas são influenciadas por propriedades elétricas que não se manifestam no caso da corrente elétrica contínua quando estabelecida, tais como indutância e capacitância (Eletricidade - Fundação Francesco Provenza, disponível < <http://www.fundacaofprovenza.org.br>. Acesso em 2015).

Figura 42- sentido convencional da corrente elétrica

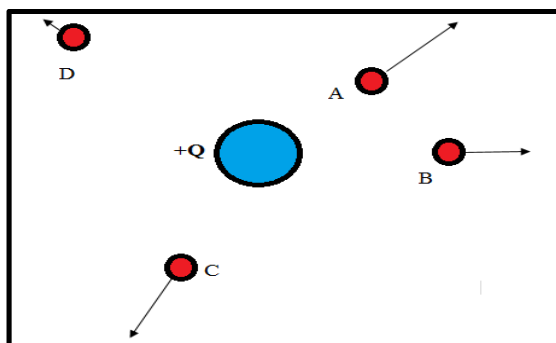


Fonte: Imagens sentido convencional da corrente elétrica. Disponível em <<https://www.google.com.br>>. Acesso em fev. de 2015.

O Conceito de Campo Elétrico

Pelo simples fato da existência de uma carga elétrica em um ponto do espaço, essa perturba o espaço radialmente em relação ao ponto, ou seja, existe um campo elétrico associado a esta carga. O campo elétrico existe independentemente do movimento de uma carga atraída ou repelida. A carga que colocamos em um ponto para verificar a existência ou não de um campo elétrico na região, é uma carga de prova ou carga-teste, e não é ela a responsável pela geração do campo. A Figura 43, representa uma carga Q positiva, a qual perturba o espaço e existe em qualquer ponto um campo elétrico associado a ela. As setas (vetores) nos pontos A, B, C e D ao seu redor indicam a direção e o sentido do campo elétrico, e seus módulos ou intensidades vão ter magnitudes mais ou menos intensas, se os pontos estiverem mais ou menos próximos da carga geradora.

Figura 43 - Sentido do campo elétrico gerado por uma carga Q positiva

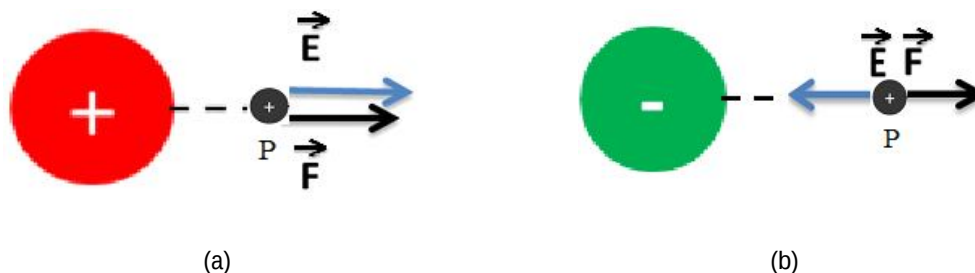


Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Uma carga de prova q (pequena em módulo e sempre positiva) é colocada em um ponto P do espaço, na presença da carga geradora do campo elétrico e a mesma sofre a ação de uma força elétrica F . A Figura 44, em (a) representa o campo elétrico gerado pela presença de uma carga elétrica positiva no espaço. Verifica-se que a razão entre F e q é igual ao módulo do campo elétrico E naquele ponto. Matematicamente é representada por: $E = \frac{F}{q}$ sendo F o módulo da força elétrica e q o módulo da carga de prova, verifica-se ainda que F e E tem o mesmo sentido e a mesma direção. A Figura 44 (b) representa a direção e o sentido do campo elétrico e

da força elétrica, ou seja, dos vetores F e E que têm a mesma direção e sentidos opostos, quando a carga q (carga de prova) está próxima do campo elétrico de uma carga Q negativa em um ponto P .

Figura 44 - (a) O campo elétrico gerado pela presença de uma carga elétrica positiva no espaço, e em (b) o campo elétrico de uma carga negativa



Fonte: Imagens sentido convencional da corrente elétrica. Disponível em <https://www.google.com.br>. Acesso em fev. de 2015.

Unidades de Medida do Campo Elétrico

No Sistema Internacional, a unidade de medida utilizada para expressar o módulo de uma força é o Newton (N), e a unidade utilizada para expressar o valor de uma carga elétrica é o Coulomb (C). Assim, N/C é a unidade utilizada no SI para expressar o módulo da grandeza campo elétrico. Também pode ser apresentada no SI por V/m (volt por metro). Para uma carga elétrica pontual, o módulo do vetor campo elétrico é representado matematicamente por: $E = K_0 \frac{Q}{d^2}$ onde K_0 é a constante eletrostática no vácuo e seu valor no SI é $K_0 = 9 \times 10^9 \text{ N/C}^2 \cdot \text{m}^2$, Q é carga geradora de campo e d é distância de onde é gerado o campo até o ponto onde-se procura estudar as características do campo elétrico e da força elétrica.

Linhas de campo

Foi um conceito introduzido por Michel Faraday (1791-1867) como uma forma de representar um campo vetorial, em particular o campo elétrico, desenhando-se as linhas de campo ou linhas de força. Estas são linhas (ou curvas) imaginárias traçadas de tal forma que sua direção e sentido em qualquer ponto sejam os do campo elétrico

naquele ponto. Tais linhas são curvas contínuas exceto nas singularidades, tais como as cargas puntiformes. Estas linhas não dão diretamente o valor do campo, mas de uma maneira geral, elas convergem quando são aproximadas de uma região onde o campo é intenso e se separam em uma região de campo fraco.

As linhas de campo ou linhas de força são tratadas de tal forma que o número de linhas que atravessam a unidade de área de uma seção perpendicular à direção das mesmas é proporcional ao módulo de E . Assim sendo, nas regiões em que as linhas de força são mais próximas E é grande, e nas regiões em que elas são afastadas E é pequeno.

De acordo com o postulado das linhas de força estabelecido por Faraday.

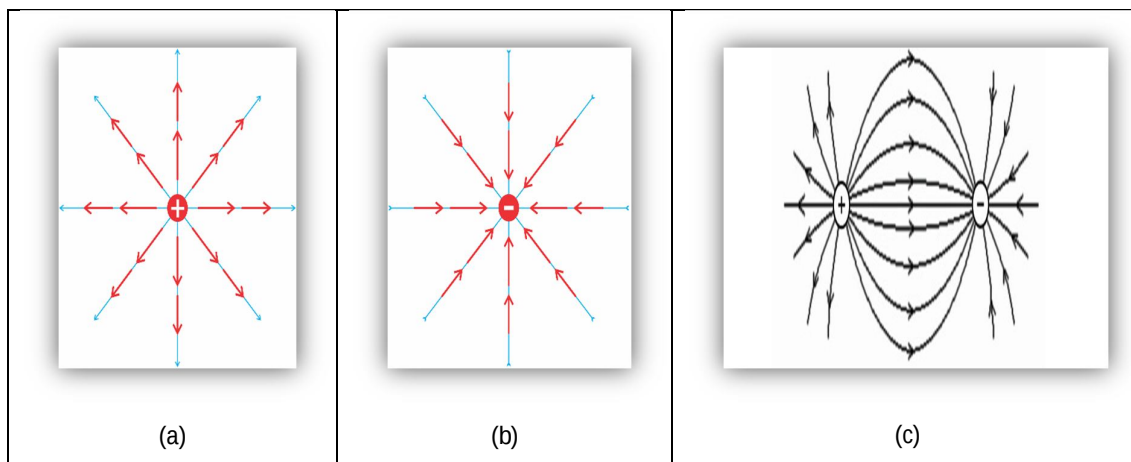
- ✓ As linhas de campo são contínuas, exceto nas fontes de campo ou cargas elétricas.
- ✓ As linhas de campo originam-se nas cargas positivas e terminam nas negativas.
- ✓ O número de linhas de campo é proporcional ao valor absoluto da carga.
- ✓ A densidade de linhas de campo é uma medida do campo elétrico.
- ✓ O sentido das linhas de campo é, em todos os pontos, o mesmo do campo elétrico.
- ✓ As linhas de campo geradas por cargas elétricas em repouso, não podem ser linhas fechadas.

(Fonte: Os Fundamentos da teoria eletromagnética/ John R. Reitz páginas 40,41).

O comportamento das linhas de campo de duas cargas elétricas, são as seguintes: se a carga elétrica for positiva, ela é geradora de campo elétrico e suas linhas de campo elétrico são definidas convencionalmente, como sendo as que saem do centro da carga elétrica geradora, ou seja, o sentido de cada vetor, é divergente do ponto onde foi criado e se prologam na direção radial (Figura 45(a)). Se a carga elétrica que originou o campo elétrico for negativa (Figura 45(b)), suas linhas de campo elétrico, são definidas convencionalmente, como sendo as que entram no centro da carga elétrica que originou o campo elétrico, ou seja, o sentido de cada vetor, é convergente ao do ponto onde foi criado e se prologam na direção radial. Em (c) as linhas de força entre duas cargas elétricas pontuais (dipolo elétrico), onde na sua representação as linhas iniciam-se ou divergem do centro da carga elétrica positiva e terminam ou convergem para o centro da carga negativa. No sentido macroscópico, uma carga

pontual é aquela cujas dimensões são muito pequenas em comparação a qualquer comprimento pertinente ao problema em consideração.

Figura 45 - Representação de linhas de campo (a) carga geradora e em (b) carga receptora em (c) dipolo elétrico.



Fonte: Os Fundamentos da Física volume 3. Disponível em:

<<http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br>>. Acesso em nov. de 2014.

AULA 12

A décima segunda aula tem como tema: os processos de eletrização e apresentação de experimentos. Embora os corpos em geral se encontrem em condições de neutralidade, o objeto de estudo da Eletricidade, são as manifestações elétricas produzidas nesses corpos por meio de processos de eletrização. São apresentados alguns experimentos de como se eletrizar os corpos, e as manifestações elétricas produzidas. A percepção dessas manifestações pode ser bem trabalhada através de atividades experimentais. Apresentamos os processos de eletrização por atrito, eletrização por contato e eletrização por indução.

Os objetivos para essa aula estão em estudar os processos de eletrização, compreender a importância dos corpos ou partículas eletrizadas no estudo da força elétrica e do campo elétrico. O plano da aula de número 12, está representado no Quadro 18.

Quadro 18: plano da aula Nº 12

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 12	Duração: 120min
Tema	Os processos de eletrização e apresentação de experimentos
Conteúdos	Campo e força elétrica
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro e pincel, e Power Point

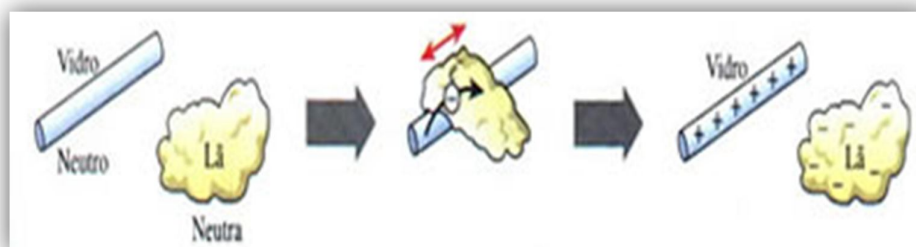
Fonte: elaborado pelo próprio autor

Eletrização por atrito

Alguns corpos possuem propriedades elétricas distintas, relacionadas a sua constituições materiais, dentre essas propriedades está a de receber e a de doar elétrons, o corpo que doa elétrons fica eletrizado positivamente e o que recebe fica eletrizado negativamente, mas que na maioria das vezes na natureza se apresentam

neutros (número de prótons iguais a de elétrons). Na eletrização por atrito, dois corpos com propriedades físicas diferentes são atritados, um perde elétrons e o outro ganha e se eletrizam em virtude do atrito, um dos corpos ficará eletrizado com carga positiva e o outro com carga negativa. A Figura 46, representa o atrito entre um bastão de vidro e um pedaço de lã, no final do processo a lã fica eletrizada negativamente (ganha elétrons), e o bastão de vidro fica eletrizado positivamente (perde elétrons). Uma das características no processo de eletrização por atrito é que no final do processo os corpos ficam eletrizados com cargas de sinais opostos.

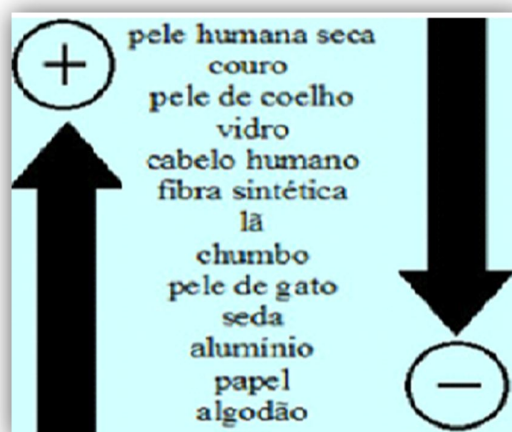
Figura 46 - Representação do atrito entre um bastão de vidro e um pedaço de lã



Fonte: Imagens de processos de eletrização. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>. Acesso em dez. de 2014.

A Figura 47 representa uma série triboelétrica onde as setas indicam como os corpos ficam eletrizados por atrito, exemplo: como o vidro está acima da lã, ao atritar vidro com lã, o vidro fica eletrizado positivamente e a lã negativamente.

Figura 47 – representação de uma série triboelétrica



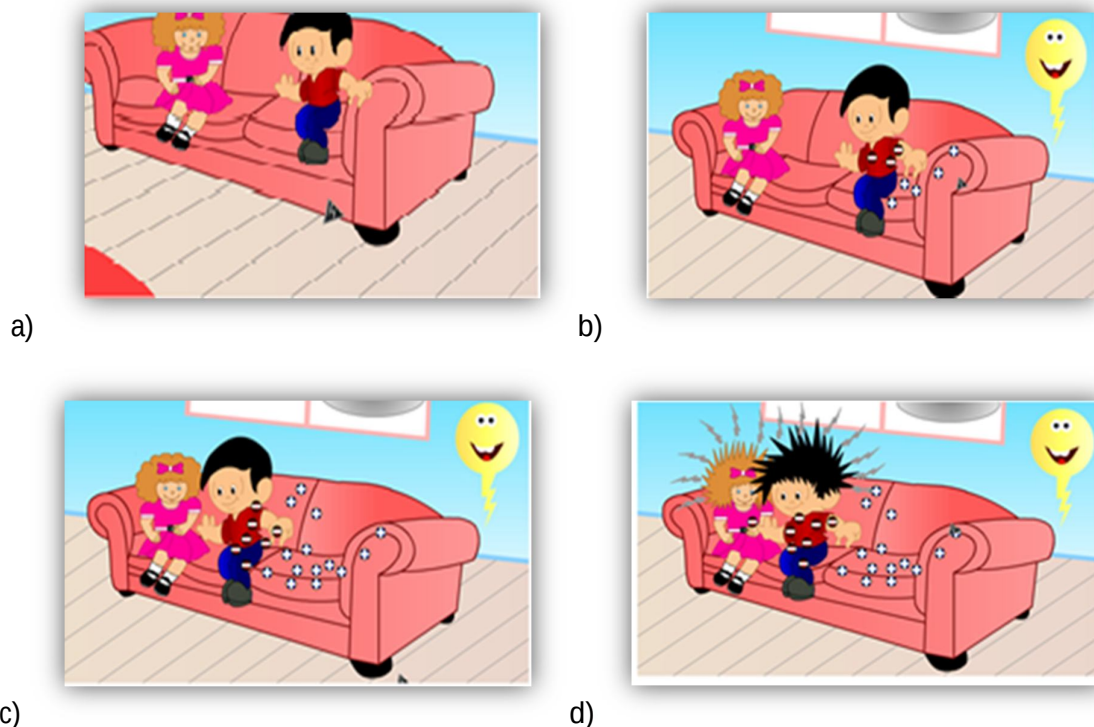
Fonte: Imagens de processos de eletrização. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>.

Acesso em dez. de 2014.

A Figura 48 representa uma situação de eletrização, a medida em que o menino se aproxima da menina, na sequência de (a) para (d), há um atrito entre sua roupa e o material do sofá, como por exemplo poliéster e couro. Desta maneira o menino ficará eletrizado e ao tocar as mãos da menina haverá uma descarga elétrica.

O fenômeno da eletrização no sofá exemplifica a situação de que os elétrons são transferidos pelo atrito quando um material é esfregado em outro. O ato de esfregar a roupa no sofá (e/ou a roupa na pele) e a roupa estar em contato com o corpo produz uma eletrização tanto no sofá como na pessoa. Esta eletrização pode ser verificada na descarga elétrica entre o menino e a menina, quando o menino toca a menina uma rápida transferência de carga produz um choque elétrico. O tempo seco é importante para a observação deste fenômeno, já que as cargas elétricas também são transferidas para as moléculas do ar, descarregando o corpo.

Figura 48 - Fenômeno da eletrização



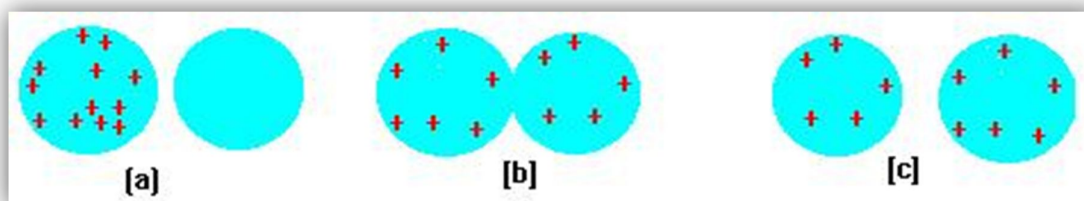
Fonte: Objetos de aprendizagem: Processos de eletrização. Disponível em:

<http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php>. Acesso em jan. de 2015.

Eletrização por contato

Quando dois corpos (um eletrizado e outro inicialmente neutro) entram em contato, o corpo neutro se eletriza com carga de mesmo sinal do eletrizado. A Figura 49 representa o processo de eletrização por contato de dois corpos, um está neutro e o corpo está eletrizado positivamente. Em sequência: em (a) o indutor (corpo eletrizado), está separado do induzido (corpo neutro); em (b) o corpo eletrizado e o corpo neutro são colocados em contato, as cargas se redistribuem, em (c) os corpos são separados e ambos ficam eletrizados positivamente.

Figura 49 - Eletrização por contato



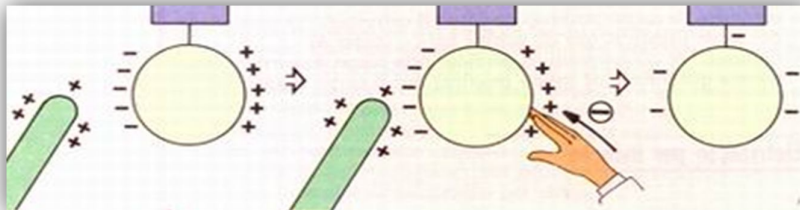
Fonte: Imagens de processos de eletrização. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>. Acesso em dez. de 2014.

Eletrização por indução

É quando a eletrização de um corpo inicialmente neutro (induzido) acontece por simples aproximação de um corpo carregado (indutor), sem que haja contato e nem atrito entre os corpos. O induzido deve estar ligado a Terra ou a um corpo maior que possa lhe fornecer elétrons ou que dele os receba num fluxo provocado pela presença do indutor.

A Figura 50, apresenta um corpo neutro (induzido), na presença de outro eletrizado (indutor), as cargas se distribuem separadamente nas extremidades dos corpos criando dois “polos” (polarização), na presença da (aterramento), o corpo neutro se eletriza sendo separado da presença do indutor. Neste processo os corpos se eletrizam com cargas de sinais opostos.

Figura 50 – Eletrização por indução



Fonte: Imagens de processos de eletrização. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>. Acesso em dez. de 2014.

Apresentação dos experimentos

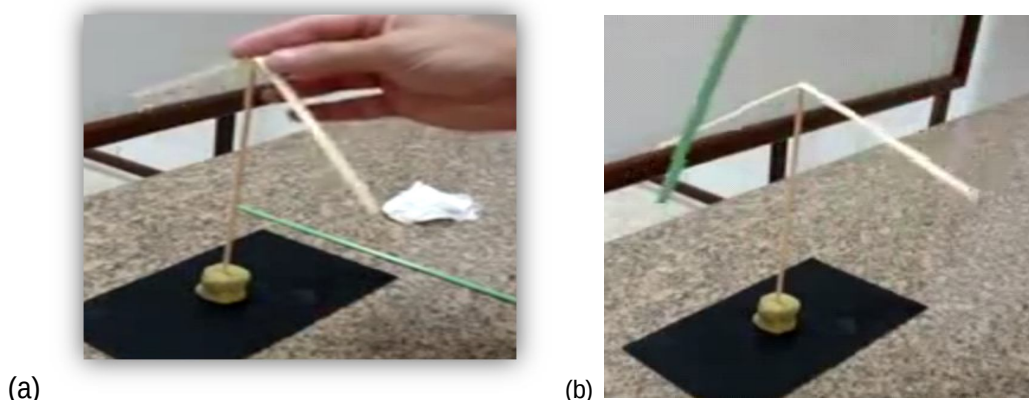
Experimento 1: Experimento de eletrostática (*versorium*)

Objetivos: estudar a eletrização de um corpo, a natureza de atração e repulsão da força de atração elétrica, e os conceitos de campo elétrico.

Materiais: 2 Canudos; folhas de papel higiênico ou folha de caderno (para atrito); um palito de madeira para suporte; 1 placa retangular para a base de suporte; uma rolha, e um pedaço de borracha, para isolar a base da superfície que estiver em contato.

Preparo: construir uma base com o palito de madeira sobre a rolha e a placa retangular. A Figura 51 representa a sequência do experimento. Em (a) fixamos um dos canudos no palito de madeira em (b) o outro canudo é atritado em uma folha de papel e aproximado do canudo que está sobre a base, e ele começa a girar por repulsão em relação ao canudo que está sendo segurado.

Figura 51- Representação do experimento.



Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=versorium+imagem>

O atrito entre substâncias diferentes pode produzir um desequilíbrio na distribuição das cargas elétricas. Quando atritado com o pedaço de papel higiênico, o canudo de plástico, fica eletrizado. No processo de eletrização por atrito, são os elétrons que se transferem de um corpo para o outro, sendo a sua carga negativa, segundo a convenção historicamente adotada que é inteiramente arbitrária.

A transferência ocorre por contato, e o objetivo do atrito é meramente o de incrementar o contato. O sinal da carga adquirida por um corpo na eletrização por atrito depende da substância com a qual é atritado (Nussenzveig, 1997; p. 3 e 4).

É importante a utilização de um isolante, pois um isolante elétrico é considerado um material que não apresenta facilidade de movimento de suas cargas (escoamento). A princípio os canudos e o papel estavam neutros, ou seja, os átomos que os compõem possuem cada um a mesma quantidade de prótons e elétrons.

Quando atritamos os canudos com o papel, alguns elétrons do papel passaram para os canudos. Eles ficaram com excesso de cargas negativas (mais elétrons do que prótons) isto é, ficam eletrizados negativamente e o papel perdeu cargas negativas ficando com excesso de cargas positivas (eletrizados positivamente). Por atritar os canudos com o papel, damos o nome de eletrização por atrito.

O que se conclui é que a força de repulsão surgiu porque os canudos eletrizados passaram a apresentar cargas negativas em excesso e como cargas de mesmo sinal se repelem, os canudos eletrizados com cargas iguais após serem atritadas se repeliram. O experimento direcionou a análise e a observação de tais fenômenos, especificamente para a distribuição de cargas elétricas nos corpos o

princípio da atração e repulsão e o estudo das cargas elétricas em repouso, ou seja, o estudo da energia estática

Experimento 2: Eletrizando um balão de festa(bexiga) por atrito.

Objetivos: estudar a eletrização de um corpo, os princípios da força de atração e repulsão, os conceitos de campo elétrico e força elétrica.

Materiais: balão de festa; pedaços de papel(folha de caderno picotada) e os cabelos para a eletrização do balão.

Procedimento: picotar a folha em pedaços bem pequenos e colocar sobre o livro didático, atritar o balão nos cabelos e aproximá-lo dos pedaços de papel.

Inicialmente os pedaços de papéis estavam neutros, ao aproximarmos o balão (bexiga) eletrizado negativamente devido ao atrito com o cabelo, ele provocou uma separação de cargas, ou seja, criando um dipolo elétrico, onde os pedaços de papéis têm cargas positivas e negativas, isto fez com que ele repelisse as cargas negativas para uma extremidade e as cargas positivas para a extremidade próxima do balão, sendo atraídas para o balão. Como houve apenas uma separação de cargas nos papéis ele continuou neutro. Ao final da experiência para retirar a eletricidade do balão basta passar a mão no balão. O balão eletrizado Figura 52 passa a atrair por indução eletrostática os pequenos pedaços de papel.

Figura 52 - Balão atraindo os pedaços de papel



Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

Experimento 3: pêndulo eletrostático.

Fonte do experimento: NUNES, Luiz Antônio de Oliveira; ARANTES, Alessandra Riposati. Física em casa. São Carlos: USP/Instituto de Física, 2006.

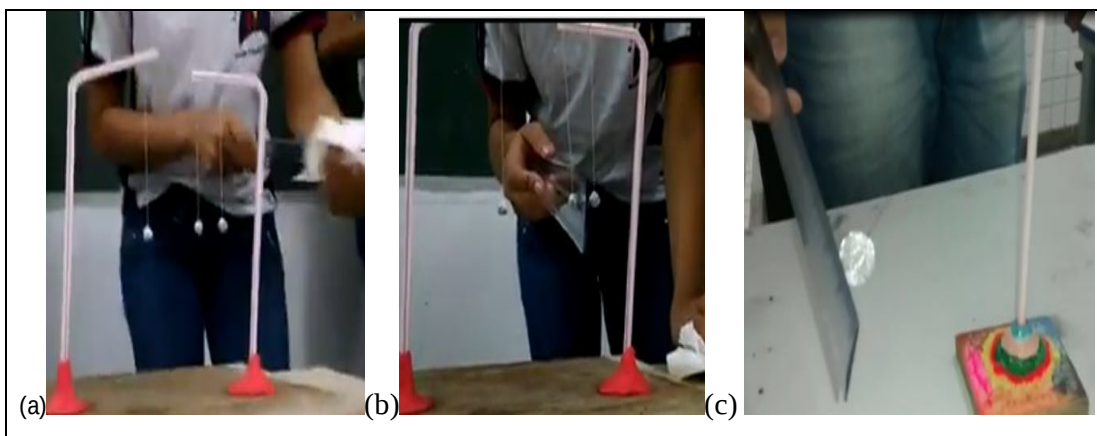
Objetivos: estudar a eletrização de um corpo, os princípios da força de atração e repulsão, os conceitos de campo elétrico e força elétrica.

Materiais: um pedaço de madeira, 3 Canudos; folhas de papel higiênico (para atrito), massa de modelar para suporte dos pêndulos; um pedaço de fita branca para fixar, canudos de plástico; fio de náilon, linha de algodão ou linha sintética; fita adesiva; papel alumínio ou um pedaço de alumínio; uma tesoura e régua.

Preparo: sobre o pedaço de madeira, fixa-se os canudos, o pedaço de papel alumínio é amassado e toma forma de pequenas bolinhas, conforme está representado na Figura 53. Em (a) as pequenas bolinhas são unidas a um pequeno pedaço de linha, que é amarrado no canudo, formando um pêndulo.

Em (b) do lado esquerdo temos um pêndulo com uma bolinha e do lado direito dois pêndulos. Em seguida a régua é atritada com o pedaço de papel higiênico, é colocada entre os pêndulos do lado direito, e passa a atraí-los.

Figura 53- Representação do experimento.



Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

Em (c) a régua eletrizada atrai uma placa de papel alumínio por indução. No processo de indução é possível um corpo eletrizado atrair um corpo neutro, mas não há possibilidade da repulsão, pois, durante a separação das cargas, as cargas de

mesmos sinais ficam muito distantes, já as cargas de sinais contrários ficam mais próximas, prevalecendo a força de atração sobre a de repulsão.

AULA 13

A décima terceira aula tem como tema: simulação de força elétrica e de campo elétrico. Associar diversas situações diferentes, utilizando a carga geradora positiva e a carga receptora negativa, pode despertar nos alunos a visualização da variação módulo do vetor campo elétrico em relação à distância. Abre possibilidades de trabalhar com interação (força elétrica) entre cargas elétricas. No Quadro 19, apresentamos o plano da aula de número 13.

Quadro 19: plano da aula Nº 13

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 13	Duração: 60min.
Tema	Simulação de força elétrica e de campo elétrico
Conteúdos	Campo e força elétrica
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Laboratório de informática, computadores

Fonte: elaborado pelo próprio autor

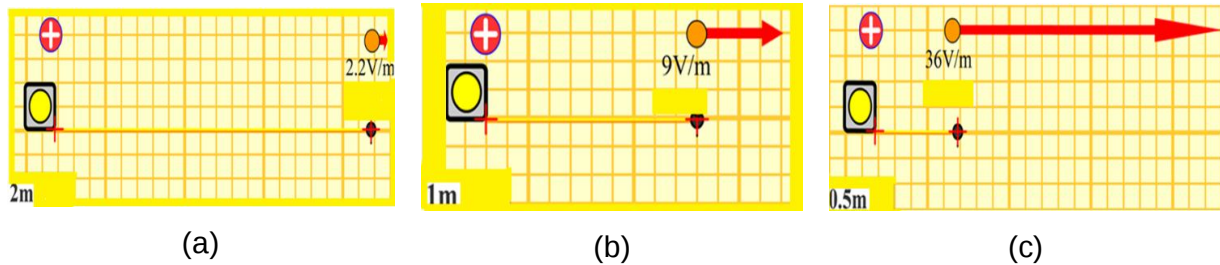
Os objetivos dessa aula: perceber que o módulo do vetor campo elétrico diminui ou aumenta de intensidade em pontos mais distantes ou mais próximos de onde se originou o campo elétrico. Observar como é a interação entre corpos eletrizados.

A seguir apresentamos três simulações representadas pela Figura 53, objetivando descrever situações diferentes, na visualização de como se comporta o módulo dos vetores, campo elétrico, quando estudamos a sua intensidade em pontos diferentes em relação à carga geradora. Em seguida, utilizar a equação $E = K_0 \frac{Q}{d^2}$ e verificar matematicamente, se as variáveis, carga elétrica Q , a distância d e vetor unitário campo elétrico E , se estabelecem.

Em (a) na primeira simulação é utilizada uma carga elétrica positiva de módulo igual a 1 nanocoulomb, e foi marcado um ponto a uma distância d igual a 2m da carga elétrica, onde visualiza-se o módulo vetor unitário campo elétrico $E_0 = 2,25V/m$, igual a um quadradinho (cada quadradinho mede 10 cm). Sendo a diferença de potencial entre dois pontos (A e B) de um campo elétrico uniforme $V_a - V_b = \frac{\tau}{q}$ e o trabalho da

força elétrica em campo elétrico uniforme $\tau = F \cdot d$, como a força a relação de força e campo elétrica é $F = q \cdot E$ vem que $\tau = q \cdot E \cdot d$ substituindo em $V_a - V_b = \frac{q \cdot E \cdot d}{q}$ vai resultar em $E = \frac{V_a - V_b}{d}$ onde a unidade de medida de campo elétrico passa a ser Volts/metro (V/m).

Figura 54 - Representação do vetor campo elétrico



Fonte: elaborado pelo autor

Em (b) na segunda simulação o ponto foi aproximado da carga elétrica geradora a uma distância $\frac{d}{2}$ em relação a Figura 54a, percebemos que o módulo do vetor aumentou para 4 quadradinhos, ou seja, para quatro vezes o valor inicial $4E_0$ pois $4 \times 2,25 = 9V/m$.

Em (c) na terceira simulação o ponto foi aproximado ainda mais da carga geradora a uma distância $\frac{d}{4}$ ou seja, a 50 cm dela, percebemos que o módulo do vetor aumentou para $16E_0$, pois $16 \times 2,25 = 36V/m$ ou 16 quadradinhos.

Nas simulações, empregou-se a relação matemática que define o módulo do vetor de $E = K_0 \frac{Q}{d^2}$. Por exemplo, quando utilizamos na simulação, uma carga elétrica geradora de módulo igual a 1nC (nC = 10^{-9} C), e marcamos pontos para as simulações, comparando sempre com a distância da Figura 53. Sendo $d = 2m$. Calculando o primeiro caso sendo $K_0 = 9 \times 10^9 \text{ N/C}^2 \cdot m^2$, No SI. Logo, $E = 9 \times 10^9 \text{ N/C}^2 \cdot m^2 \cdot \frac{10^{-9} \text{ C}}{(2m)^2}$ o que resulta em $E = 2,25 \text{ N/C}$. Para a segunda simulação, sendo 1m a distância da carga elétrica ao ponto marcado, $E = 4(2,25 \text{ N/C}) = 9 \text{ N/C}$ e para a terceira simulação, sendo 50cm a distância até o ponto, o valor de $E = 16(2,25 \text{ N/C}) = 36 \text{ N/C}$.

AULA 14

A décima quarta aula tem como tema: força elétrica. Ela se manifesta da interação entre cargas elétricas. Sua natureza é de repulsão ou atração, conforme os sinais das cargas. A natureza da força entre cargas de sinais contrários é de atração, e a natureza da força entre cargas de sinais iguais é de repulsão. Quando uma carga elétrica cuja a dimensão é desprezível em comparação com a distância que a separa de outra carga elétrica, é definida como carga elétrica puntiforme. Ao estabelecer a interação entre duas cargas elétricas, q_1 e q_2 que podem ter sinais iguais ou diferentes, ou seja, a intensidade da força elétrica calculada, pode ser positiva ou negativa, a interpretação dos sinais é feita da seguinte forma:

- Quando q_1 e q_2 tem o mesmo sinal: $F > 0$; a força elétrica é positiva e de repulsão entre as cargas.
- Quando q_1 e q_2 tem sinais diferentes: $F < 0$; a força elétrica é negativa e de atração entre as cargas.

O módulo da força elétrica é calculado pela Lei Coulomb, que estabelece que: O módulo da força resultante (F), entre as cargas elétricas q_1 e q_2 é: diretamente proporcional ao produto do módulo das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância (d) entre elas. No Quadro 20, apresentamos o plano da aula de número 14.

Quadro 20: plano da aula N° 14

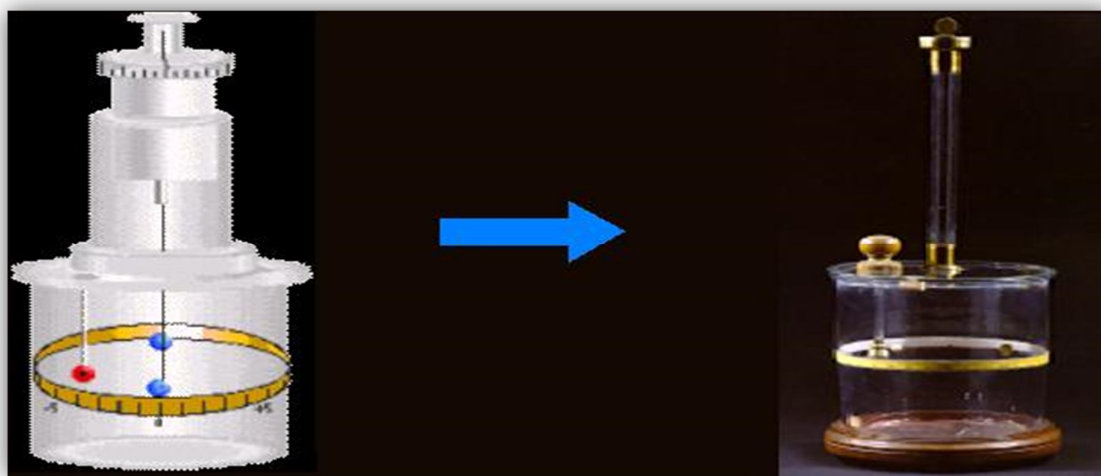
Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 14	Duração: 60min
Tema	Força elétrica
Conteúdos	Campo elétrico e força elétrica
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro e pincel, e Power Point

Fonte elaborado pelo próprio autor

O objetivo dessa aula é compreender o conceito de força elétrica. O módulo do vetor força resultante da interação entre duas cargas elétricas é calculado pela lei de Coulomb.

A força elétrica entre duas partículas eletrizadas foi determinada e comprovada experimentalmente pelo físico francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), por meio de uma de suas invenções: a balança de torção, ilustrada na Figura 55.

Figura 55- A balança de torção de Coulomb



Fonte: disponível em: <<http://www.geocities.ws/tmdcoulomb/balancadecoulomb.html>>. Acesso em jan. 2015

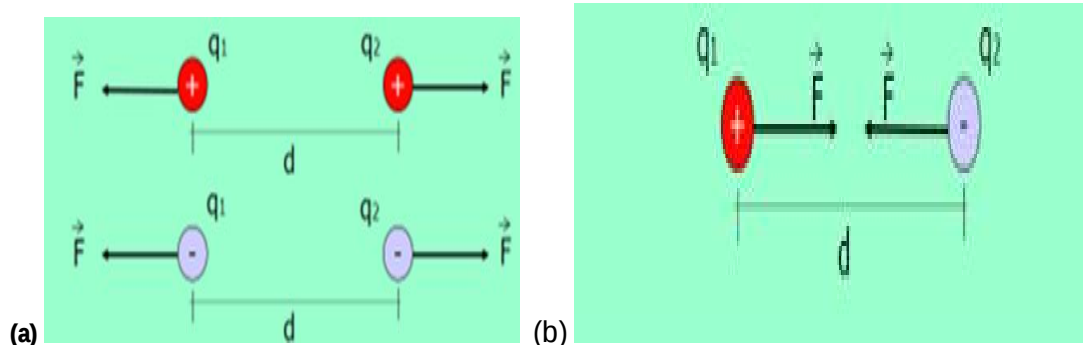
Conclusões experimentais de Coulomb

- As forças de Coulomb são diretamente proporcionais ao produto ao produto entre os módulos das cargas, ou seja, $F \propto q_1 \cdot q_2$
 - As forças de Coulomb são inversamente proporcionais ao quadrado da distância que separa as cargas elétricas, ou seja, $F \propto \frac{1}{d^2}$
 - Resumindo $F \propto \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$
 - A expressão matemática da lei de Coulomb é assim representada
- $$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

Sendo k a constante de Coulomb no vácuo, e seu valor no SI é de aproximadamente $k = 9 \times 10^9 \text{ N/C}^2 \cdot \text{m}^2$.

Conhecendo-se a expressão para a intensidade da interação elétrica entre duas cargas puntiformes, devemos agora estabelecer sua direção e seu sentido, uma vez que a força elétrica é uma grandeza vetorial. Lembrando que a força atua ao longo da reta que une as duas cargas. A Figura 56, mostra em (a) duas cargas positivas e duas cargas negativas interagindo, quando a distância entre elas é d . A força que a carga q_1 exerce sobre a carga q_2 é vetorial. O vetor unitário que define a linha que une as duas cargas e aponta de q_1 para q_2 . Em (b) mostra a orientação para as forças quando as cargas são de sinais contrários, ou seja, a configuração de atração entre elas. Como a força elétrica é uma força de interação, a 3ª. Lei de Newton nos diz que a carga q_2 exerce sobre q_1 uma força igual e contrária, ou seja, $F_{21} = -F_{12}$.

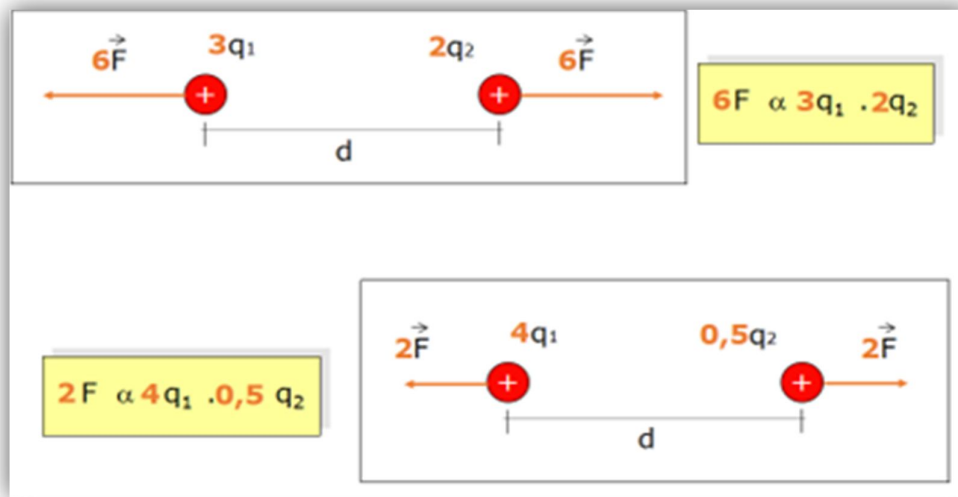
Figura 56- (a) Configuração de repulsão: em (b) configuração de atração



Fonte: coleção os Fundamentos da Física volume 3. Disponível em: <
<http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br>>. Acesso em nov. de 2014.

Para facilitar a compreensão em relação as proporções entre as grandezas envolvidas na Lei de Coulomb, apresentamos exemplos numéricos ilustrativos: na Figura 57, propomos variar somente as cargas elétricas, no primeiro exemplo os valores são $3q_1$ e $2q_2$ (módulos das cargas), o módulo do vetor força resultante é $6F$. No próximo exemplo, propomos $4q_1$ e $0,5q_2$ (módulo das cargas), o valor do módulo resultante da força é $2F$.

Figura 57- Variando somente as cargas elétricas

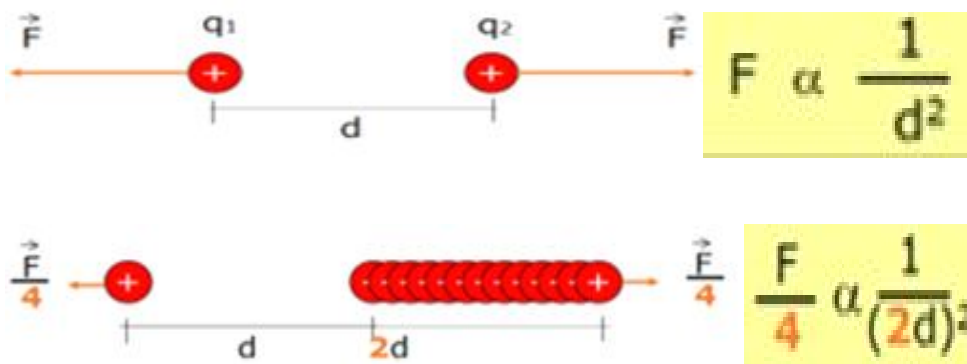


Fonte: disponível em:< www.machadodeassis.com.br>. Acesso em jan. de 2015.

Na Figura 58 propomos variar somente a distância entre as cargas. Na primeira situação, quando o módulo das cargas são q_1 e q_2 , e a distância entre elas é d , o módulo da força resultante é F .

Na segunda situação, ao duplicar a distância entre as cargas, o módulo do vetor força elétrica se reduz a um quarto. Percebe-se que as proporções de Coulomb se estabeleceram.

Figura 58- variar somente a distância entre as cargas elétricas

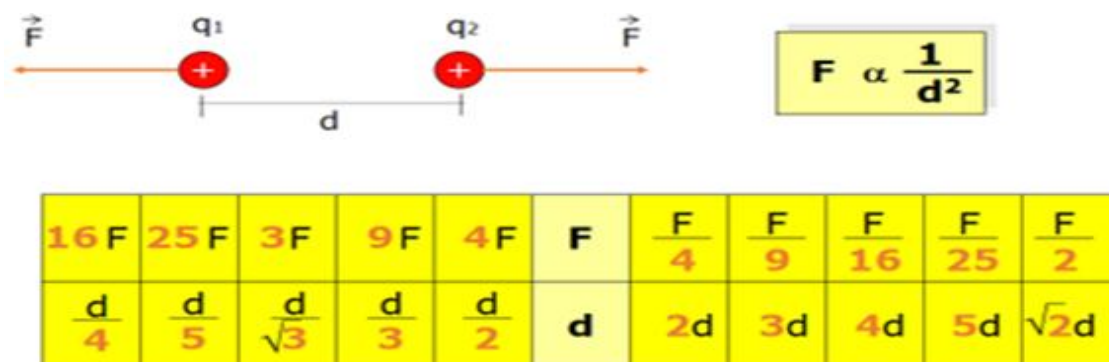


Fonte: disponível em:< www.machadodeassis.com.br>. Acesso em jan. de 2015.

Propomos como atividades para verificação de aprendizagem, três situações, que estão representadas respectivamente nas Figuras 59, 60 e 61. Nas atividades o

aluno vai completar as lacunas de uma tabela, de forma que a lei de Coulomb se estabeleça. A primeira atividade, está em variar a distância entre as cargas, de modo que o módulo da força, possa variar inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas.

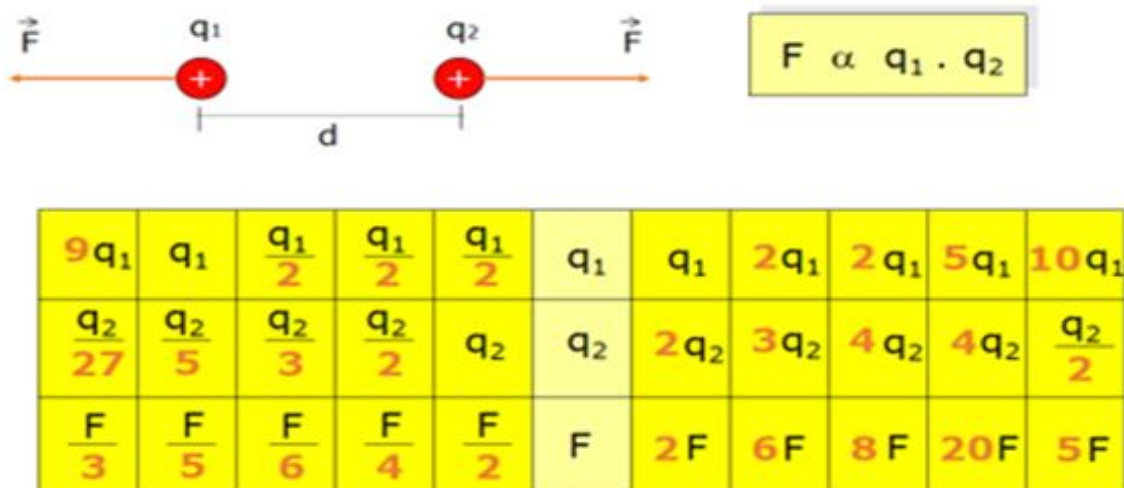
Figura 59 - Completar as lacunas de forma que a lei de Coulomb seja respeitada



Fonte: disponível em:< www.machadodeassis.com.br>. Acesso em jan. de 2015.

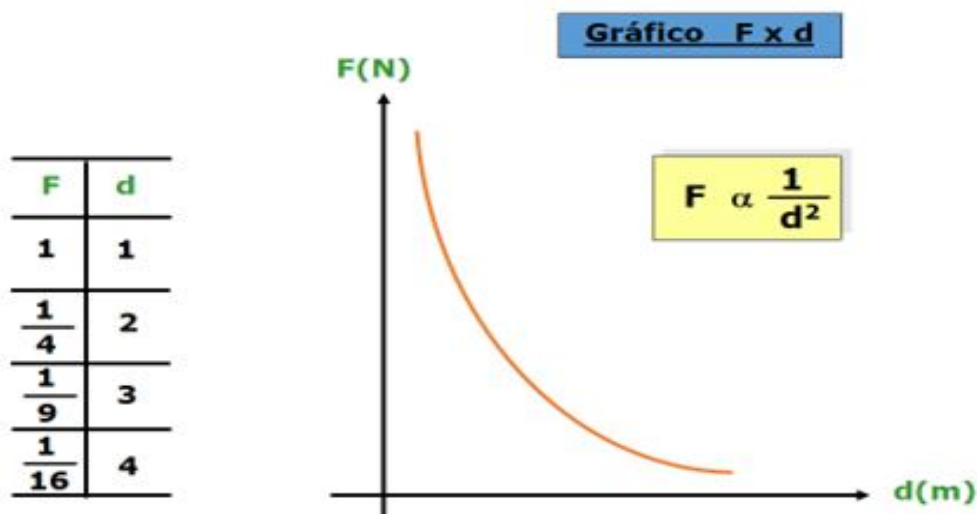
A segunda atividade, está em alterar somente o módulo das cargas elétricas, e verificar se o módulo da força elétrica, vai ser diretamente proporcional ao produto da cargas elétricas.

Figura 60 - Completar as lacunas da tabela, variando alterando o módulo das cargas elétricas



Fonte: disponível em:< www.machadodeassis.com.br>. Acesso em jan. de 2015.

A terceira atividade objetiva representar graficamente as proporções de Coulomb ($F \times d$).

Figura 61 - Representação gráfica da lei de Coulomb ($F \propto d$)

Fonte: disponível em: < www.machadodeassis.com.br >. Acesso em jan. de 2015.

Atividade proposta: no Quadro 21, propomos uma atividade para verificar se as proporções da lei de Coulomb, se estabeleceram.

Quadro 21: analisando as proporções da lei de Coulomb

$F(N)$	$d(m)$	$q_1(C)$	$q_2(C)$	Proporção da distância	Proporção da força elétrica
2,25	2	10^{-6}	10^{-3}		
1,44	2,5	10^{-6}	10^{-3}	1,25	1,5625
1	3	10^{-6}	10^{-3}	1,5	2,25

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Analisando o quadro, sendo a distância entre as cargas elétrica igual a 2m, utilizando as cargas elétricas $q_1 = 10^{-6} C$ e $q_2 = 10^{-3} C$, o módulo da força elétrica é igual a 2,25 N.

Mantendo o valor das cargas elétricas e aumentando a distância para 2,5 m, o módulo da força elétrica se reduz para 1,44N. Esse aumento de distância equivale em uma proporção igual $\frac{2,5}{2} = 1,25$, ou seja a distância aumentou 1,25 vezes em relação a 2m, por outro lado, o módulo da força elétrica diminuiu de 2,25N para 1,44N, o que equivale a uma proporção igual a $\frac{2,25}{1,44} = 1,5625$ ou seja, o módulo da força elétrica diminuiu com o aumento da distância ao quadrado, pois $(1,25)^2$ é igual a

1,5625. Assim como na distância de 3m em relação a distância de 2m, a distância aumentou em uma proporção igual a $\frac{3}{2} = 1,5$, o módulo da força elétrica diminui $(1,5)^2$ que é igual a 2,25. Analisando os resultados dessa atividade verifica-se que as proporções da lei de Coulomb se estabelecem.

Verificando os resultados, sendo a lei de Coulomb $F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$ e sendo k a constante de Coulomb no vácuo, e seu valor no SI é de aproximadamente $k = 9 \times 10^9 \text{ N/C}^2 \cdot \text{m}^2$.

$$\text{Quando } d = 2\text{m}, F = (9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-3}) / (2)^2 = 2,25\text{N}$$

$$\text{Quando } d=2,5\text{m}, F = (9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-3}) / (2,5)^2 = 1,44\text{N}$$

$$\text{Quando } d=3\text{m}, F = (9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-3}) / (3)^2 = 1\text{N}$$

AULA 15

A décima quinta aula tem como tema: campo elétrico. A ideia de campo é definida como sendo uma perturbação, pela simples presença de alguma “coisa”. No caso de um corpo massivo presente em um ponto, a definição no ponto é de campo gravitacional. O campo elétrico é definido como sendo uma perturbação pela presença de uma carga elétrica naquele ponto. As representações convencionais das linhas de campo, é um modo de simplificar a visualização, de onde são geradas as linhas e onde vão ser consumidas. Para determinar a manifestação do campo elétrico no ponto onde é gerado, introduz-se o conceito de carga de prova (teste). No Quadro 22, apresentamos o plano da aula número 15.

Quadro 22: plano da aula Nº 15

Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 15	Duração: 60min
Tema	Campo elétrico
Conteúdos	Campo e força elétrica
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Data show, notebook, quadro de vidro e pincel, e Power Point

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Os objetivos para essa aula: compreender o conceito de campo elétrico e a importância do uso correto da ferramenta matemática para a sua elucidação, entender a representação convencional das linhas de campo.

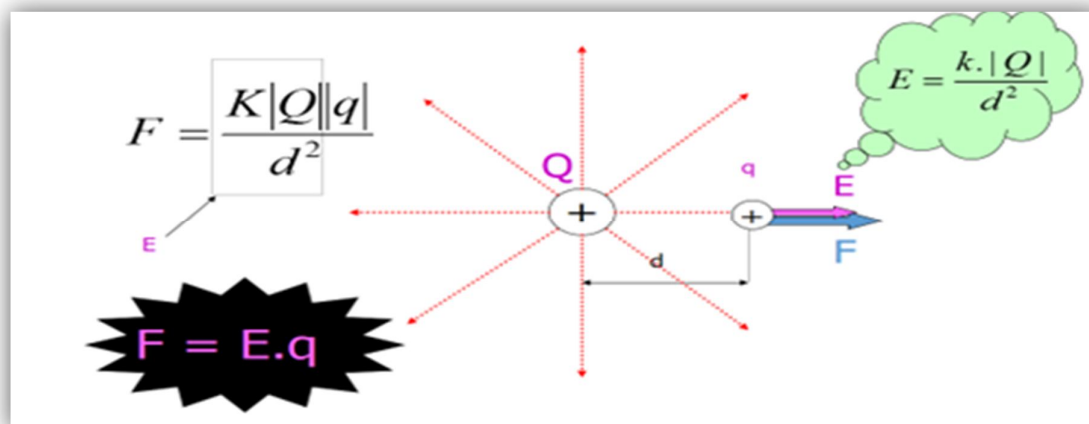
A presença de uma carga elétrica em um ponto, gera uma perturbação eletromagnética no ponto e a sua volta, essa perturbação é definida como campo elétrico. O campo elétrico da carga elétrica de módulo Q , pode influenciar a carga de prova q , próxima a ele. O módulo do campo elétrico (E) é definida como o quociente

entre a força de interação das cargas geradora do campo de módulo (Q) e da carga elétrica de prova (q) ou seja, $E = \frac{F}{q}$ vem que $E = K_0 \frac{Q \cdot q}{\frac{d^2}{q}} = K_0 \frac{Q}{d^2}$

O campo elétrico é estabelecido em todos os pontos do espaço sob a influência da carga elétrica de módulo Q que o gerou, de forma que qualquer carga de prova de módulo q , fica sujeita a uma força de interação (atração ou repulsão) exercida por Q (geradora do campo elétrico).

Na Figura 62, é apresentado a relação matemática entre força elétrica e campo elétrico e a representação do sentido do campo elétrico gerado por uma carga elétrica positiva. Matematicamente o módulo do vetor campo elétrico, é inversamente proporcional ao quadrado da distância, do ponto onde ele foi gerado, ao local onde se quer aferir (pontos próximos ao campo elétrico).

Figura 62 - Relação matemática entre força e campo elétrico



Fonte: coleção Os Fundamentos da Física volume 3. Disponível em:

<<http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br>>. Acesso em nov. de 2014.

Analisando a expressão $E = K_0 Q / d^2$

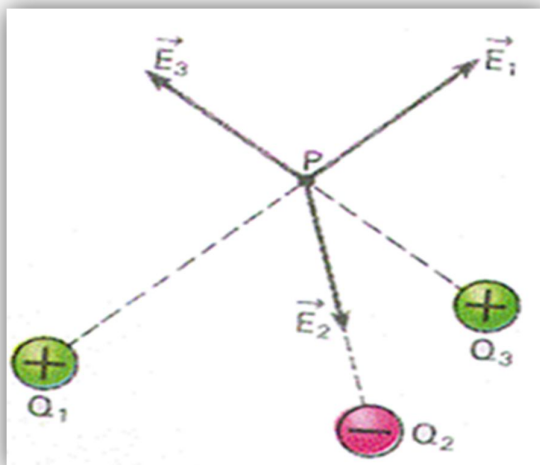
-Fixando a distancia d , o módulo do campo elétrico é diretamente proporcional ao módulo da carga Q , geradora do campo;

-Fixando o valor da carga Q , geradora do campo, o módulo do campo elétrico é inversamente proporcional ao quadrado da distância d ;

-A intensidade do campo elétrico só depende do valor da carga Q que criou o campo e portanto, é independente da carga de prova q que sofre a ação do campo.

Na Figura 63, temos um conjunto de cargas puntiformes: o vetor intensidade de campo elétrico no ponto P produzido pelo conjunto de cargas é igual a soma dos vetores intensidade de campo produzidos no ponto P pelas cargas pontuais(princípio da superposição), individualmente, ou seja: $E_r = E_1 + E_2 + E_3$ (lembrando que é soma vetorial).

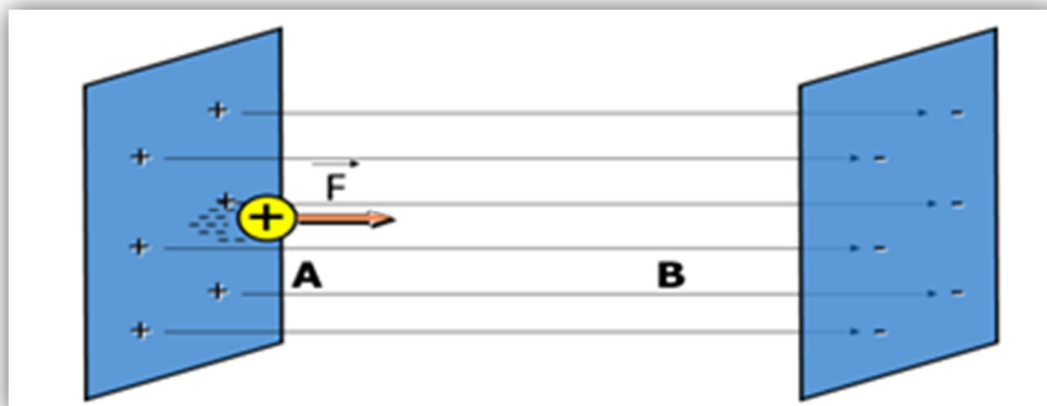
Figura 63- Conjunto de cargas puntiformes geradoras de campo



Fonte: Princípio da sobreposição. Disponível em: <<https://donaatraente.wordpress.com>>. Acesso em jan. de 2015.

O campo elétrico uniforme entre duas placas carregada com sinais opostos Figura 64. O sentido vetor campo elétrico, é o mesmo sentido da corrente elétrica convencional, ou seja, quando uma carga positiva é abandonada, próxima de uma placa carregada positivamente, por repulsão eletrostática, ela tende a se afastar da placa positiva, e se aproximar da placa carregada negativamente.

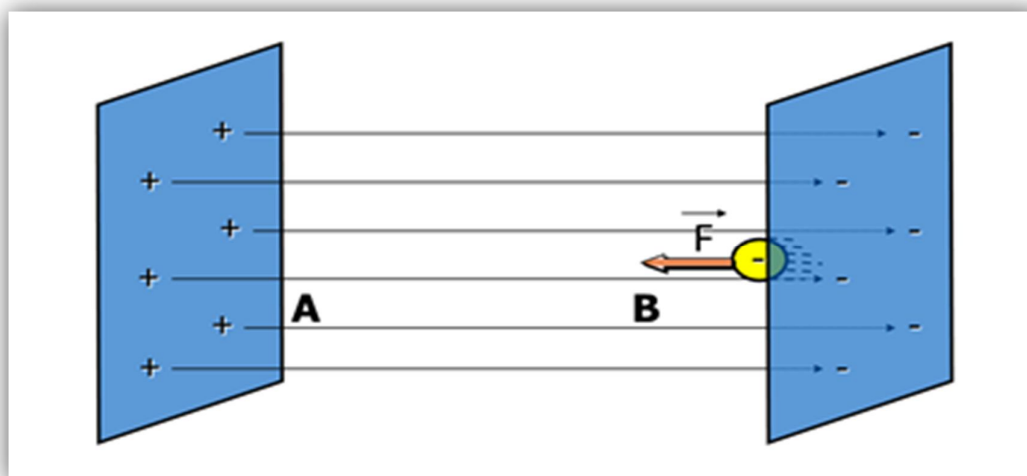
Figura 64 - Campo elétrico uniforme entre duas placas carregadas



Fonte: disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com>>. Acesso em 2015

Quando uma carga negativa, é abandonada entre duas placas carregadas com sinais opostos, pela força do campo elétrico uniforme, ela tende a se afastar da placa carregada negativamente Figura 65, assim o trabalho da força elétrica utilizado para deslocar a carga elétrica é menor.

Figura 65 - Uma carga negativa é abandonada em um campo elétrico uniforme



Fonte: disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com>>. Acesso em 2015

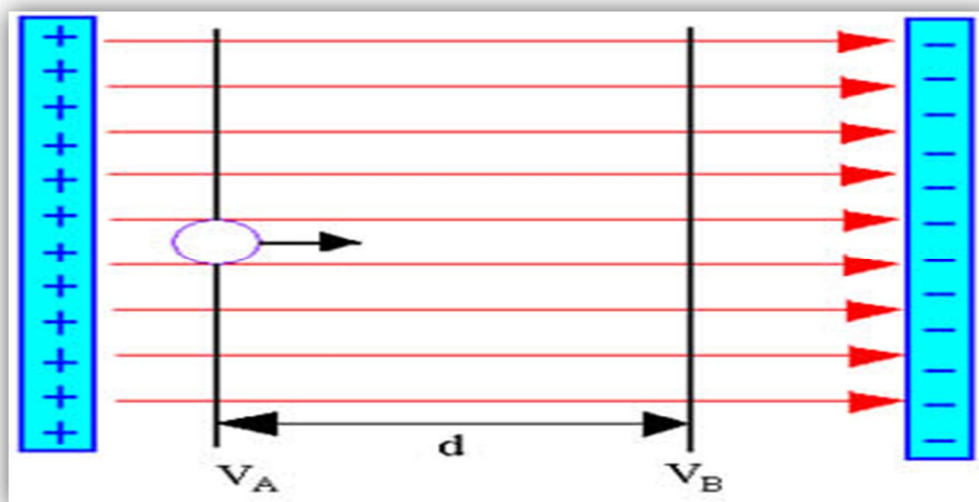
Trabalho da força elétrica em um campo elétrico uniforme

Como mostra a Figura 66, temos uma carga elétrica puntiforme positiva, que é colocada sob influência de um campo elétrico uniforme, onde o potencial elétrico é igual a V_A . Em virtude da ação da força elétrica, essa carga será deslocada até outro ponto onde o potencial elétrico é igual a V_B .

A força elétrica que atua no transporte da carga do ponto A até o ponto B realiza um trabalho que podemos expressar através das equações:

$\tau_{AB} = q \cdot (V_A - V_B) = q \cdot U$ e $\tau_{AB} = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ$ Igualando as duas equações, temos $F \cdot d \cdot \cos 0^\circ = q \cdot U$ Como a força elétrica é $F = q \cdot U$, e está na mesma direção do deslocamento da carga elétrica, então podemos escrever $q \cdot E \cdot d = q \cdot U$ ou simplesmente $U = E \cdot d$

Figura 66 - Representação do trabalho da força elétrica em um campo elétrico uniforme



Fonte: disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com>>. Acesso em 2015

É importante lembrar que a equação acima só se aplica para campos elétricos uniformes e que deve ser medida sempre paralelamente às linhas de força.

OBS: o vetor campo elétrico em um ponto, tem a direção da força que atua sobre uma carga de prova colocada no ponto. O vetor campo elétrico tem, no ponto, o mesmo sentido da força que atua sobre uma carga de prova positiva e sentido contrário ao da força que atua sobre uma carga de prova negativa.

AULA 16

A décima sexta aula tem como tema: elaborar mapa conceitual. É uma aula elaborada no laboratório de informática, mas que poderia ser utilizada uma sala de aulas comum, pois as ferramentas necessárias para a sua execução, são os computadores ou alguns aparelhos celulares, que possam baixar os aplicativos da Microsoft Word, ou do *CMAP TOOLS*, que são as ferramentas que foram utilizadas para a elaboração dessa aula ou mesmo papel e caneta. No Quadro 25, apresentamos o plano da aula 16.

Quadro 23: plano da aula Nº 16

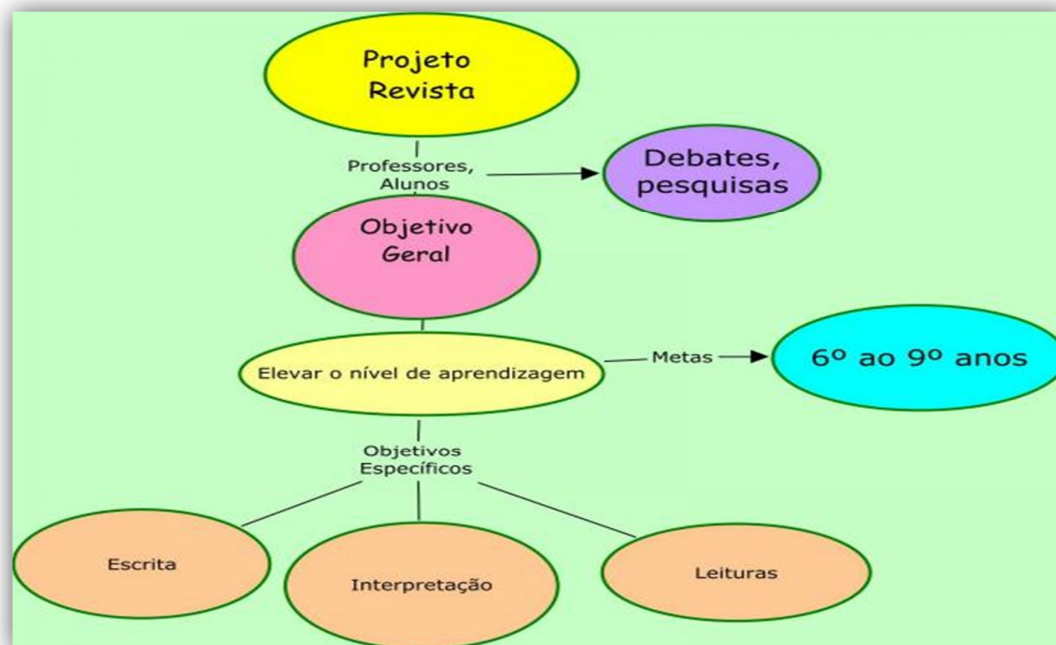
Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 16	Duração:60min
Tema	Elaborar mapa conceitual
Conteúdos	Eletricidade
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Laboratório de informática, Programa <i>Microsoft Word</i> , Aplicativo <i>CMAP TOOLS</i> e computadores

Elaboração de um Mapa Conceitual

A ideia principal do uso de mapas conceituais na avaliação dos processos de aprendizagem, é a de avaliar o aprendiz em relação ao que já sabe, a partir das construções conceituais que ele conseguir criar, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra os conceitos.

Isso significa que não existe um mapa conceitual correto, sua análise é essencialmente qualitativa. Nessa análise, quem vai avaliar, deve interpretar as relações que o mapa traz. Na Figura 67, apresentamos um modelo de mapa conceitual, elaborado no *WORD*.

Figura 67 - Modelo de mapa conceitual, elaborado no *WORD*.



Fonte: Mapa conceitual no Word. Disponível em:< <https://www.google.com.br>>. Acesso em jan. de 2015.

Como elaborar de um mapa conceitual no *Microsoft Word*. Abra o *Microsoft Word* no seu computador.

Clique no menu "Inserir" na barra de menus superior, clique no sub-menu "Formas" e selecione a forma de círculo, em seguida, vamos desenhar o círculo na folha do word. Para isso, basta clicar com o botão do lado esquerdo do mouse e arrastá-lo até ter o círculo do tamanho que desejar. Enquanto arrasta o rato, pressione Shift para manter o círculo com um tamanho proporcional. Lembre-se que poderá ajustar o tamanho do círculo sempre que desejar. Para tal, basta clicar em cima do círculo e arrastar os cantos do mesmo. Posteriormente, irá escrever no interior do círculo os conceitos que pretender. Basta clicar com o botão do lado direito em cima do círculo e selecionar "Adicionar texto". Se pretender mudar o tipo de letra ou tamanho da mesma, selecione o texto que digitou e escolha o tipo e o tamanho de letra no menu "Base" da barra superior de menus.

Repita novamente o processo anterior, para obter um novo círculo. Coloque-o junto ao primeiro e digite o conceito. Lembre-se que poderá alterar o tamanho do círculo, conforme a sua importância.

Para conectar os seus conceitos poderá utilizar uma linha ou uma flecha. Para desenhar uma seta ou flecha, vá novamente ao menu "Inserir" e clique no sub-menu "Formas" e selecione o tipo de linha ou flecha que desejar. Para desenhar a linha ou seta, clique com o botão do lado esquerdo do rato e arraste até obter o tamanho desejado. Arraste-a e coloque-a no local pretendido. Lembre-se que poderá alterar o tamanho da linha ou flecha, clicando em cima dela e arrastando os pontos que lhe aparecem nas pontas da mesma. Vá repetindo o processo, adicionando os restantes conceitos, até ter o seu mapa conceitual construído. No final, lembre-se de salvar o seu documento.

Outra maneira de elaborar um mapa conceitual é baixar o aplicativo grátis *CmapTools*. Optamos em utilizar o *CmapTools*.

AULA 17

Na décima sétima aula, finalizamos o minicurso presencial, tem com a apresentação dos mapas conceituais. Foram apresentados quatro mapas conceituais dos conceitos mais relevantes. Os conceitos de eletrostática, de eletrodinâmica, análise de uma conta doméstica de energia elétrica e economia de energia elétrica. No Quadro 24 apresentamos o plano da aula de número 17.

Quadro 24: plano da aula Nº 17

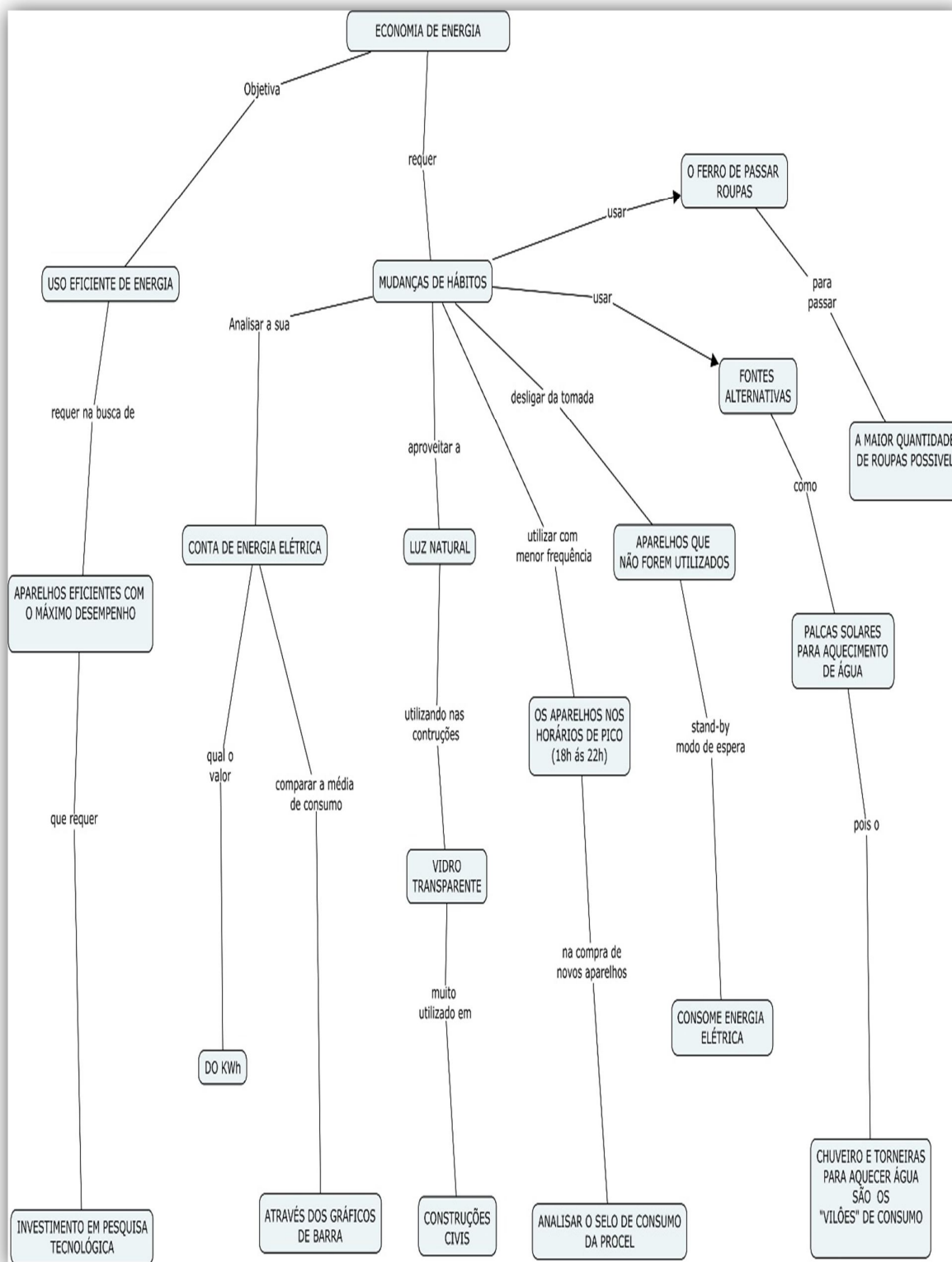
Plano de Aulas de Eletricidade/ Física	
Aula nº 17	Duração: aprox. 60min
Tema	Apresentação dos mapas conceituais
Conteúdos	Eletricidade
Estratégias	Aula expositiva e dialogada
Materiais/equipamentos	Sala de aulas, Data show, notebook e Power Point

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Os objetivos para essa aula: analisar o desempenho dos alunos, quanto às habilidades em se expressar oralmente frente ao grupo; avaliar o desempenho dos estudantes quanto a elucidação dos conceitos de Eletricidade, a sua organização hierárquica. Verificar se houve sensibilização quanto ao uso racional, aos impactos ambientais e socioculturais, quanto a geração de energia elétrica. Se houve o esclarecimento quanto as taxas de impostos e tributos embutidos na conta de energia elétrica. Se o material e as aulas fizeram com que os alunos se envolvessem com o conteúdo de Eletricidade.

A seguir, um dos mapas (Figura 68) é apresentado unicamente para fins de exemplificação com o tema “economia de energia elétrica”:

Figura 68- Mapa conceitual: economia de energia elétrica



Fonte: elaborado pelos alunos e configurado pelo próprio autor

TEXTOS CONSULTADOS

ABRADEE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Bandeiras Tarifárias**. Disponível em: < www.abradee.org.br>. Acesso em 01 fev. 2015.

AFONSO, A. P. **Eletrônica: Círculos Elétricos**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta. 2011.

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Por dentro da conta de luz: informação de utilidade pública**. 4 ed. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 02 mar. 2015.

DURAN, J. E. R. **Biofísica: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química**. São Paulo: Editora Moderna Ltda.,1990.

GUSSOW, M. **Eletricidade Básica**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

JANNUZZI, G. M. **Energia Crise e Planejamento: Energia e Meio Ambiente**. Disponível em:<<http://www.comciencia.br>>. Acesso em 20 fev. 2015.

LOURENÇO, S. R.; SILVA, T. A. F.; SILVA FILHO, S.C. Um estudo sobre os efeitos da eletricidade no corpo humano sob a égide da saúde e segurança do trabalho. **Exacta**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 135-143, 2007.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. vol. 3, 4 ed. São Paulo: Scipione,1997.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Relâmpagos e características da corrente elétrica**. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em 02 mar. 2015.

NUNES, L. A. O.; ARANTES, A. R. **Física em casa**. São Carlos: USP/Instituto de Física, 2006.

NUSSENZVEIG, M. H. **Curso de Física Básica: Eletromagnetismo**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1997.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. Faculdade de Engenharia. Grupo de Eficiência Energética, **USE - Uso Sustentável da Energia: Manual de Economia de Energia**. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/biblioteca/manualuse.pdf>>. Acesso em 10 mar. 2015.

RAMALHO, F.; FERRARO, N. G. ;SOARES, P. A. T. **Os Fundamentos da Física: Eletricidade - Introdução à Física Moderna- Análise Dimensional**. vol. 3. 8 ed. São Paulo: Moderna, 2003.

REITZ, J. R.; MILFORD, F. J.; CHRISTY, R. W. **Os Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio De Janeiro: Elsevier, 1982.

SILVA, D. C. M. **Modelos atômicos**. Disponível em <<http://www.brasilecola.com>>. Acesso em 03 mar. 2015.

SOUZA, L. A. Excitação Eletrônica. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com>>. Acesso em fev. 2015.

TIPLER, P. A. **Física para cientistas e engenheiros** - Volume 2 - Eletricidade e Magnetismo, Ótica. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SITES CONSULTADOS

A balança de Coulomb. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/tmdcoulomb/balancadecoulomb.html>>. Acesso em jan. 2015.

Associação de Resistores e Circuitos Simples. Disponível em: <<http://batista.xpg.uol.com.br>>. Acesso em fev. 2015.

Colégio Machado de Assis: Eletrostática. Disponível em: <www.machadodeassis.com.br>. Acesso em jan. 2015.

Copel: simulação do consumo de energia elétrica em uma casa virtual. Disponível em: <<https://www.copel.com>>. Acesso em 20 abr. 2015.

E-Física: Tabela de coeficientes de temperatura. Disponível em: <<http://efisica.if.usp.br>>. Acesso em jan. 2015.

Eletricidade: Fundação Francesco Provenza, disponível <<http://www.fundacaofprovenza.org.br>>. Acesso em abr. 2015.

Energisa: uma conta de energia elétrica. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br>>. Acesso em 07 mar. 2015.

Física CDCC: Fontes alternativas de energia. Disponível em: <<http://fisica.cdcc.sc.usp.br>>. Acesso em abr. 2015.

Globo Educação: Eletromagnetismo - Força elétrica e campo elétrico. Disponível em: <<http://educacao.globo.com>>. Acesso em dez. 2014.

Google: Imagens gráficas de um resistor, de fusíveis e efeitos da corrente elétrica. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>. Acesso em nov. 2014.

Google: Imagens de associação de resistores. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>. Acesso em jan. 2015.

Google: Imagens sentido convencional da corrente elétrica. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>. Acesso em fev. 2015.

Google: Mapa conceitual no Word. Disponível em: < <https://www.google.com.br>>. Acesso em jan. 2015.

Google: Mapa conceitual online. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>. Acesso em fev. 2015.

Google: Imagens de processos de eletrização. Disponível em: <<https://www.google.com.br>>. Acesso em dez. 2014.

MEC: Objetos de aprendizagem: Processos de eletrização. Disponível em: <http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php>. Acesso em jan. 2015.

Mundo Educação: Trabalho da força elétrica em campo elétrico uniforme. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com>>. Acesso em abr. 2015.

Os Fundamentos da Física. Disponível em: <<http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br>>. Acesso em nov. 2014.

PHET: Simulações Interativas em Ciências da Natureza e Matemática. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em jan.2015.

Portal Eletricista: riscos e efeitos do choque elétrico no corpo humano. Disponível em: < <http://www.portaleletricista.com.br>>. Acesso em jan. 2015.

Professor Phardal: A arte de Aprender Brincando - Como fazer uma super pilha caseira. Disponível em: < <http://professorphardal.blogspot.com.br>>. Acesso em mar. 2015.

Só física: Eletrostática, Eletrodinâmica e Eletromagnetismo. Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br>>. Acesso em fev. 2015.

UOL Educação: Corrente Elétrica - O movimento ordenado de elétrons em condutores. Disponível em: < <http://educacao.uol.com.br>>. Acesso em abr. 2015.