



UCS

UNIVERSIDADE
DE CAXIAS DO SUL

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

MESTRADO PROFISSIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL

Guia Didático

*Cartas de ensino de um
jovem mestre a
professores de Física*

ELIEL FELIZARDO

FRANCISCO CATELLI

Apresentação!

As marcas da pandemia da COVID-19 ainda se fazem sentir na sociedade, especialmente no âmbito escolar. As precárias condições da educação brasileira, intensificadas nesse período (defasagem de aprendizagem, cortes de investimentos, falta de profissionais, desmotivação dos alunos, etc.), exigem do professor que desempenhe diversos papéis, dentre os quais se destaca o de problematizador do conhecimento.

Paulo Freire, em sua obra “Pedagogia da autonomia” (1997), já nos alertava para a importância de o educador ir além da mera transmissão de conhecimentos. Segundo ele, “ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a própria produção ou a sua construção” (p. 52).

Compreendemos que este é um momento desafiador para todos os envolvidos na educação. As “barbáries” que antes combatíamos agora retornam às nossas salas de aula, gerando angústia e desânimo. No entanto, contamos com a paixão e o compromisso que nos motivaram a escolher a carreira docente. Estamos dispostos a ensinar e a aprender, sempre buscando alternativas para superar os obstáculos.

Encontramos inspiração em dois grandes pensadores da educação: Paulo Freire e Balduino Andreola. Freire, com sua visão crítica e propositiva, nos ensina que a educação deve ser um processo transformador, capaz de empoderar os alunos e construir uma sociedade mais justa. Andreola, por sua vez, nos convida a mantermos viva a chama da esperança, mesmo em meio às dificuldades. Suas palavras nos lembram que “a luta não acabou” e que devemos continuar lutando por um mundo sem exclusões, onde o amor possa florescer (Andreola, 1997, p. 47).

Motivados por esse espírito de amorosidade pelo trabalho pedagógico e pela busca por uma educação emancipadora, desenvolvemos um projeto inovador: as cartas de ensino. Fruto de nossa pesquisa no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, as cartas apresentam estratégias de ação didática para o ensino de Eletrodinâmica (Resistores, Nós, Ramos, Malhas, Lei dos Nós, Lei das Malhas, Associação de Resistores em Série, Paralelo e Mista e a Interdisciplinaridade entre Energia elétrica e Consumo Consciente).

Através da Transposição Didática, buscamos realizar a passagem exitosa do Saber Sábio ao Saber Ensinado, de forma experimental, interdisciplinar e crítica. Nossa proposta rompe com o sistema apostilar que, infelizmente, tem tomado conta do ensino básico brasileiro, promovendo a padronização e a desmotivação dos alunos.

Acreditamos que a educação é, por si só, uma forma de resistência. E essa resistência só se torna possível quando o professor tem autonomia para exercer seu papel com liberdade e criatividade. Isso significa ter a capacidade de elaborar suas próprias estratégias de ensino, desenvolver materiais didáticos inovadores e utilizar a experimentação como ferramenta para promover uma aprendizagem significativa e duradoura.

Em um contexto marcado por desafios e incertezas, a educação assume um papel ainda mais crucial. Através da problematização do conhecimento, da interdisciplinaridade e da experimentação, podemos construir uma escola mais justa, humana e transformadora. As cartas de ensino, nesse sentido, se configuram como um convite à reflexão e à ação, um instrumento para que professores e alunos, juntos, construam um futuro melhor.

Os autores.

Sumário!

Orientações para o professor	4
Introdução	5
Um breve referencial	7
Carta aos professores	8
Cartas de ensino	9
Reflexões	75
Conheça-nos	80
Referências	82

Orientações para o professor!

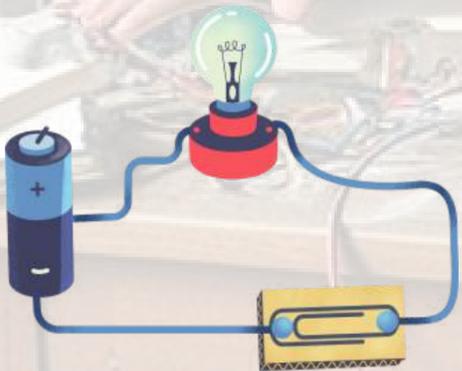
Ao longo deste guia didático teremos diferentes tipos de estratégias de ensino e recursos para proporcionar uma maior construção cognitiva nos processos de ensino e de aprendizagem.

Alguns deles são:



CONTEÚDO DIGITAL

- Essa ferramenta será responsável por promover atividades utilizando softwares digitais.



EXPERIMENTAÇÃO

- Essa ferramenta será responsável por promover atividades utilizando experimentações físicas.



ARQUIVO PDF

- Simboliza um PDF (arquivo de texto) disponível para estudo.

Assista ao vídeo abaixo para ver o nosso agradecimento especial por estar utilizando este material!

Para disponibilizar acesso a conteúdos multimídia utilizados neste material, ao longo do presente, empregaremos o Código QR.

Para acessar o conteúdo a que ele remete, use um smartphone com leitor QR e escaneie o código.



Sugestão!

Utilize com os seus alunos um DIÁRIO DE BORDO para registrar as atividades!

Introdução

Em um passado não muito distante, as cartas eram o principal meio de comunicação entre pessoas queridas, carregando em cada linha o afeto e a admiração nutridos por aqueles que as escreviam. Hoje, convido você, professor, a se conectar comigo através deste guia didático, um convite para juntos transformarmos o ensino de Eletrodinâmica no Ensino Médio e inspirarmos nossos alunos a serem agentes de mudança no mundo.

Desvendando os Mistérios da Eletrodinâmica: Uma Abordagem Ativa e Investigativa

Ao longo de nossas jornadas como professores, já nos questionamos sobre a origem das fórmulas que ensinamos, como a Lei de Ohm, ou mesmo quem foi o brilhante cientista por trás dela. Frequentemente, essas fórmulas são repassadas e decoradas sem que sejam exploradas em sua essência, criando um vazio de compreensão e desperdiçando o potencial de investigação e descoberta que a física oferece.

A Experimentação como Chave para a Desmistificação e Aprendizagem Significativa

Acredito que a Física pode ser uma experiência transformadora, e a experimentação é a chave para desvendar seus mistérios. Através da experimentação, física ou digital, podemos oferecer aos nossos alunos a oportunidade de visualizar, explorar, construir e manipular conceitos, desmistificando o ensino de ciências e respondendo às suas perguntas e curiosidades.

Cartas de Ensino: Um Guia Completo para Transformar o Ensino de Eletrodinâmica

Este guia didático, organizado em “cartas de ensino”, oferece um roteiro completo para transformar o ensino de Eletrodinâmica no Ensino Médio. As cartas refletem sobre a realidade educacional atual e apresentam dicas pedagógicas práticas, com foco no uso de estratégias de aprendizagem ativa, experimentações e simulações em softwares de física. O guia pode ser utilizado na íntegra, em partes ou adaptado à realidade de cada escola.

Explorando Conceitos Essenciais: Uma Jornada de Aprendizagem Conjunta

Nesta jornada de aprendizado, exploraremos juntos conceitos fundamentais da Eletrodinâmica que fazem parte do nosso cotidiano escolar e profissional, como:

EFEITO JOULE, RESISTORES E LEIS DE OHM

NÓS, RAMOS E MALHAS

LEI DOS NÓS E LEI DAS MALHAS

ENERGIA ELÉTRICA E CONSUMO CONSCIENTE

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE, PARALELO E MISTA

Introdução

Estratégias Educacionais Inovadoras: Abrindo Caminhos para a Descoberta

Para alcançarmos os resultados propostos, utilizaremos diversas estratégias educacionais, desde atividades simples até simulações complexas em softwares de física. Não se preocupe, não é necessário ter habilidades especiais para implementá-las. Este guia o conduzirá passo a passo, fornecendo instruções detalhadas e recursos complementares.

Preparando-se para a Jornada:

Esteja pronto para utilizar o computador, tomadas, cabos, amperímetros e outros instrumentos de medição.

Abra sua mente para novas ideias e metodologias de ensino.

Abrace o entusiasmo e a curiosidade dos seus alunos, pois eles serão seus principais parceiros nesta jornada.

Juntos, podemos transformar o ensino de Eletrodinâmica em uma experiência inspiradora e transformadora para nossos alunos, preparando-os para serem cidadãos conscientes, críticos e preparados para os desafios do mundo contemporâneo. Este guia didático é apenas o ponto de partida. Sua paixão pela educação e sua criatividade serão os instrumentos essenciais para construirmos uma sala de aula vibrante, onde a aprendizagem é sinônimo de descoberta, colaboração e transformação.

Lembre-se:

Este guia é um convite para a reflexão, experimentação e adaptação. Sinta-se à vontade para adaptá-lo à sua realidade e estilo de ensino.

A experimentação é fundamental para a aprendizagem significativa. Incentive seus alunos a questionar, investigar e construir seus próprios conhecimentos.

O aprendizado é um processo contínuo. Esteja aberto a novas ideias e estratégias de ensino.

Compartilhe suas experiências e ideias conosco!

Adoraríamos saber como você está utilizando este guia em suas aulas. Compartilhe suas experiências, sugestões e ideias. Juntos, podemos construir uma comunidade de educadores apaixonados por transformar o ensino de física e inspirar a próxima geração de cientistas e inventores.

Com votos de sucesso,
Os autores.

Um breve referencial!

A intersecção entre educação, sociologia e consciência crítica tem sido um campo fértil para a análise e reflexão sobre os processos educacionais e sociais. Neste contexto, temas como transposição didática, obstáculos epistemológicos, apresentação literal dos saberes e ensino apostilar, consumo consciente e trabalho colaborativo e cooperativo emergem como áreas-chave de estudo e prática. As visões de Bourdieu e Durkheim, se constituem no apoio teórico, tanto para a dissertação, quanto para este produto.

A transposição didática, conceito desenvolvido por Chevallard (1991), destaca a importância de adaptar o conhecimento científico ao contexto educacional, considerando as características dos alunos e os objetivos pedagógicos. Já os obstáculos epistemológicos, delineados por Bachelard (1996), referem-se às barreiras mentais que os estudantes enfrentam ao tentar assimilar novos conhecimentos, ressaltando a necessidade de abordagens pedagógicas que superem tais desafios.

A apresentação literal dos saberes e o ensino apostilar representam abordagens educacionais tradicionais que enfatizam a mera transmissão de informações, sem estimular a reflexão crítica ou a construção ativa do conhecimento por parte dos alunos, conforme discutido por autores como Freire.

No âmbito do consumo consciente, Bourdieu (1983) e Durkheim (2011) oferecem perspectivas complementares: Bourdieu analisa o consumo como um reflexo das estruturas de poder e desigualdades sociais, enquanto Durkheim o interpreta como uma expressão dos valores e normas coletivas da sociedade.

Ao considerar o consumo consciente em relação à física, surge a necessidade de refletir sobre o impacto ambiental e social das escolhas de consumo, especialmente em relação a produtos relacionados à física, como energia, materiais e tecnologia.

Por fim, o trabalho colaborativo e cooperativo, fundamentado em teorias sociointeracionistas de aprendizagem, destaca a importância da interação entre os membros do grupo para alcançar objetivos comuns, diferenciando-se na distribuição de responsabilidades e na forma como as metas são atingidas.

Esses temas, embora diversos, convergem em torno da ideia de promover uma educação crítica, reflexiva e socialmente consciente, capaz de contribuir para uma sociedade mais justa e sustentável.

Desejamos que este guia didático, à luz dos teóricos renomados referidos acima, possa ser um transformador nas vossas práticas educativas e que juntos possamos tornar o ambiente de aprendizagem um verdadeiro momento educativo, no qual a acolhida e a escuta sejam a regra, não a exceção.

Carta aos professores!

Assim como a Física é a ciência, não dos objetos, mas das relações entre eles, o conhecimento só adquire sentido através das relações que ele nos propicia. Mas, como nos ensina Freire, à identificação destas conexões segue-se necessariamente, a ação, ação essa que, em algum grau, muda o objeto do conhecimento. É esse caminho que o presente produto educacional pretende trilhar, e as diferentes direções são apresentadas pelo que os autores denominarão “cartas de ensino”.

Os recursos para a caminhada são requisitados não por serem atuais, ou “da moda”, ou por qualquer razão assemelhada, eles o são por serem necessários. Então, o leitor encontrará neste produto simulações computacionais, lado a lado com objetos concretos, instrumentos, dispositivos, objetos do cotidiano selecionados de modo a desempenharem funções específicas, e outros tantos recursos que não nominaremos aqui.

No que diz respeito ao cotidiano, sua concretude, e as ciências, esse produto nos ensina que o caráter social do conhecimento é – insistimos – fruto da necessidade, e não de uma preferência qualquer de determinado grupo de teóricos. Tentemos, então, caracterizar o rol dessas necessidades.

A ciência, na forma como é produzida, é inacessível ao cidadão não especializado. A primeira questão então é: como “transmutar” conteúdos da ciência sem deformá-los excessivamente? A segunda questão decorre da primeira: quais conteúdos deverão ser selecionados para sofrerem essa “transmutação”? Em terceiro lugar, quem fará essa seleção?

As questões se multiplicam. Tentemos uma breve síntese. Os conteúdos das ciências se manifestam, não por eles mesmos, mas por suas conexões. Essas conexões, quando apresentadas ao cidadão comum, o são (idealmente) a partir de relações com problemas que o cidadão vê, percebe, sente. Mas, para que o sentido se estabeleça, os conteúdos conexos precisam ser transpostos, de modo a se tornarem minimamente inteligíveis. Aqui, entra um aspecto adicional: um problema que mereça esse nome nunca é restrito ao âmbito de uma única disciplina. Então, a interdisciplinaridade vem, não como mero capricho, mas porque se faz necessária.

Por fim, mas ainda no âmbito dessa visão social da ciência, cabe uma menção à individualidade do aprendiz. Cada aprende de formas que lhe são peculiares. Sim, sempre haverá elementos comuns aos mais diversos aprendizes e suas diferentes formas de aprender. Mas cada aprendiz é único.

O leitor dirá: considerando tudo isso, ensinar não deve ser fácil! De fato, não é. E essa dificuldade, a de integrar esses múltiplos aspectos (e tantos outros não destacados nesta breve introdução) explica o trabalho longo, árduo, mas – sobretudo – qualificado, desenvolvido pelo autor principal, o Mestre Eliel. Sua capacidade de trabalho é inacreditável! Fico feliz em ter podido participar, mesmo que de forma mínima, deste belo trabalho, e esta felicidade é minha forma de expressar meu agradecimento a ele.

Os colegas professores que lerem este produto poderão toma-lo como ponto de partida, e fazerem os ajustes, adaptações, recortes, acréscimos e modificações que julgarem necessários. E, claro, enviem-nos sugestões sobre como melhorá-lo!

Cartas de ensino!

$V_0 = 10 - 10 \text{ mV}$
 $W_a = 0.2 - 10 \text{ pA}$
 $W_{10} = 12 - 0 \text{ K}$
 $W_{15} = 10 \text{ K}$

Carta I: A Inspiração Freiriana e o Desafio da Transposição

Didática em Eletrodinâmica

Prezado(a) Colega Professor(a),

Ao longo da minha jornada pela graduação, tive a oportunidade de me aprofundar nas ideias de Paulo Freire, um dos maiores pensadores da educação. Entre seus muitos ensinamentos, me marcou profundamente o gênero textual das “Cartas Pedagógicas”, nas quais ele refletia sobre a prática educativa em tempos conturbados.

Inspirado por essa pedagogia engajada e reflexiva, apresento a você um plano de ensino em forma de “Cartas de Ensino”. Nestas cartas, compartilharei minhas reflexões e um plano de ação didática sobre os conceitos da Eletrodinâmica. Meu objetivo é utilizar as teorias de Yves Chevallard sobre a Transposição Didática para oferecer uma alternativa ao ensino apostilar predominante em nossas realidades.

A Transposição Didática, como você sabe, representa a jornada do conhecimento desde sua origem na academia (Saber Sábio) até sua aplicação em sala de aula (Saber Ensinado). Essa jornada passa por diversas etapas, desde a seleção e adaptação dos conteúdos até a criação de materiais didáticos e a implementação de práticas pedagógicas.

No contexto atual, marcado pela ascensão das tecnologias e da Inteligência Artificial, torna-se ainda mais crucial buscarmos métodos inovadores para envolver e inspirar nossos alunos. As apostilas, muitas vezes desatualizadas e acríticas, não mais atendem às necessidades dos estudantes do século XXI.

Ciente das limitações que enfrentamos em nossa prática docente, não podemos nos acomodar com o mínimo. Precisamos reacender a chama da paixão pelo ensino e erguer novamente a bandeira da educação de qualidade.

Juntos, podemos construir um país onde o conhecimento seja valorizado acima de tudo, onde os políticos atuem com ética e responsabilidade, e onde a educação seja a base para a construção de uma sociedade mais justa e próspera.

Enquanto estivermos em nossas salas de aula, mesmo diante das adversidades, continuaremos lutando por uma aprendizagem significativa e duradoura para nossos alunos.

Reconhecemos que a individualidade de cada aluno exige diferentes abordagens pedagógicas. Através da criatividade, do diálogo e do uso de ferramentas tecnológicas, podemos oferecer a cada um a oportunidade de aprender e se desenvolver de acordo com suas potencialidades.

Nesta jornada, a união entre nós, professores, é fundamental. Compartilhando experiências, ideias e materiais didáticos, podemos construir um saber coletivo que beneficie a todos os nossos alunos.

Lembre-se, caro(a) colega, que a educação é a chave para a transformação social. Juntos, podemos construir um futuro mais promissor para as novas gerações.

Com os mais sinceros votos de sucesso,
Professor Eliel Felizardo.

Carta II: Rompendo com o Tradicional e Abraçando o Novo Paradigma da Educação em Física

Prezado(a) Colega Professor(a),

O cenário educacional atual se encontra em um momento de profunda transformação. De um lado, o mundo contemporâneo, marcado pela vertiginosa velocidade da informação e pelo avanço das tecnologias, exige novas habilidades e competências dos indivíduos. Do outro lado, o modelo educacional tradicional, arraigado em práticas pedagógicas ultrapassadas, luta para se adaptar a essa nova realidade.

Na área da Física, em particular, essa dicotomia se torna ainda mais evidente. A disciplina, por sua natureza complexa e abstrata, exige uma abordagem inovadora que se desprenda da simples memorização de fórmulas e conceitos. É preciso repensar o papel do professor, do aluno e da própria escola para construirmos um processo de ensino e aprendizagem realmente significativo.

Nessa jornada em busca de um novo paradigma educacional, encontramos na teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard um valioso aliado. Essa teoria nos convida a refletir sobre o processo de transformação do conhecimento científico em conteúdo escolar, desde sua origem na academia até sua aplicação em sala de aula.

Ao incorporarmos os princípios da Transposição Didática em nossa prática docente, podemos criar ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e engajadores, onde os alunos são protagonistas do seu próprio aprendizado. A experimentação física, nesse contexto, assume um papel fundamental, permitindo que os alunos explorem os conceitos físicos de forma concreta e vivencial.

É compreensível que, diante dos desafios do sistema educacional atual, muitos professores se sintam cansados e desmotivados. No entanto, como nos ensina Michel Foucault em sua obra "A Microfísica do Poder", podemos e devemos ser agentes de resistência.

Através da nossa prática docente, podemos questionar o status quo e propor alternativas inovadoras para o ensino da Física. Podemos criar comunidades de aprendizagem colaborativas, onde professores e alunos compartilham conhecimentos e experiências. E podemos utilizar as ferramentas tecnológicas disponíveis para ampliarmos o acesso à informação e democratizarmos o conhecimento.

O caminho para a transformação da educação em Física não é fácil, mas é possível e necessário. Através da colaboração entre professores, alunos e comunidade escolar, podemos construir um novo paradigma educacional que prepare os jovens para os desafios do século XXI.

Juntos, podemos fazer a diferença!

Com os mais sinceros votos de sucesso,
Professor Eliel Felizardo.

PLANO DE AÇÃO DIDÁTICO

Componente curricular: Física

**Conteúdo programático:
Efeito Joule, Resistores e Leis de Ohm**

**Duração:
8 horas-aula**

**Habilidade:
EM13CNT301**

Resultados de aprendizagem esperados:

- Utilizar da experimentação para verificação do Efeito Joule;
- Aplicar a teoria de resistores em situações-problema;
- Compreender as Leis de Ohm e saber aplicá-las em diferentes contextos;
- Relacionar a função afim do tipo $f(x) = ax+b$ como a determinação de um resistor ôhmico e quando não aplicada é um resistor não ôhmico;
- Manipular o software Phet Colorado para a simulação das Leis de Ohm.

AVALIAÇÃO: A avaliação se dará ao longo do processo de construção da aprendizagem, com olhar atento às conclusões obtidas na experimentação do efeito joule, na compreensão e resolução de atividades sobre a Primeira e Segunda Leis de Ohm, a observação da relação entre o gráfico e a definição de um resistor e a manipulação do Phet Colorado para a simulação das Leis de Ohm.

METODOLOGIA

ETAPA I:

Utilizando a estratégia ativa *Think-Pair-Share* (Pense – discuta com um colega – compartilhe com o grande grupo) iniciar apresentando o seguinte vídeo (para visualizá-lo é só apontar a câmera e ler o Qr Code):

Após, realizar o seguinte questionamento:



Um pássaro, ao subir num fio, toca neste em dois pontos (as duas patinhas dele). Mas são dois pontos do mesmo fio. Não há risco (neste caso) para o pássaro. Agora, se um electricista descuidado, sobre o solo, manuseia uma escada metálica comprida, e a extremidade desta toca um fio da rede elétrica, há uma diferença (de fato, há risco de morte!). Vocês conseguem elaborar uma explicação para estas duas situações?

Fase 1: “PENSE”: Dar um instante (em torno de 2 minutos) para que pensem sobre o assunto.

Fase 2: “DISCUTA COM UM PAR”: Em seguida, separar a turma (escolher o critério: afinidade, ordem alfabética, etc.) e solicitar que discutam sobre a resposta de cada um. É um exercício para que comparem e identifiquem dentre as suas respostas às quais acham serem mais corretas, melhores, mais convincentes, ou mais originais.

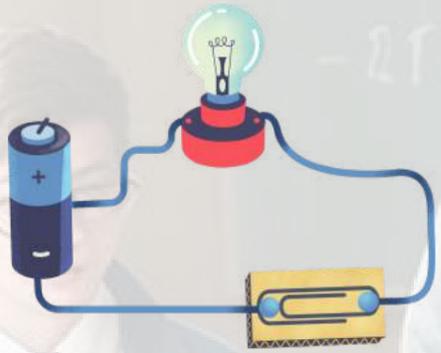
Fase 3: “COMPARTILHE COM O GRANDE GRUPO”: Depois que os alunos conversaram entre si por alguns minutos (em torno de 2 ou 3 minutos), pedir para que os grupos compartilhem com o grupo suas ideias com o resto da turma (escolher novamente um critério para a apresentação: sentados sentido anti-horário, horário, disponibilidade, etc.). Nesse instante, é imprescindível que sejam escritas na lousa as respostas dos alunos ou que sejam gravadas no celular a fim de verificar posteriormente.

Feito isso, começar e refletir sobre as respostas e em um processo de eliminação ir descartando quais não fazem sentido aos questionamentos feitos.



ETAPA II: Experimentação do efeito joule

EXPERIMENTO – RESISTORES



Materiais: palha de aço, uma fonte (três pilhas AA), uma lâmpada que acende com estas três pilhas e (opcional) um multi-teste.

Procedimento: Separe um fio de palha de aço, de uns 15/20 cm de comprimento, e cole suas extremidades dele em uma folha de papel, mantendo-o ligeiramente esticado. Agora, ligue a lâmpada às pilhas, porém com a conexão passando pelo fio da palha de aço.

Para visualizar a montagem do experimento e o seu desenvolvimento, aponte a câmera e faça a leitura do código Qr:

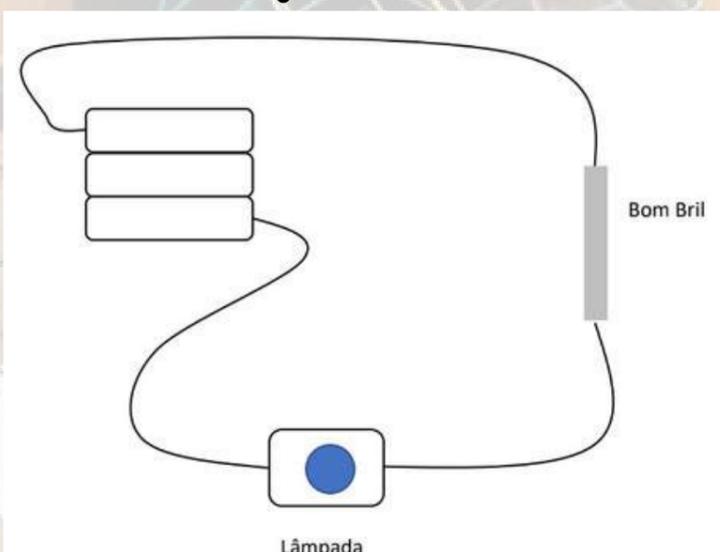


Explicação do experimento:

Orientação: Professor (a) deixe que os seus alunos façam a atividade abaixo e discutam a explicação do experimento. Após discutirem sobre a explicação intuitivamente, explique de modo formal o que aconteceu, conforme a orientação abaixo:

O experimento é uma introdução às Leis de Ohm, em que, resumidamente, a primeira lei afirma que a diferença de potencial entre dois pontos de um resistor é proporcional à corrente elétrica que é estabelecida nele. Além disso, de acordo com essa lei, a razão entre o potencial elétrico e a corrente elétrica é sempre constante para resistores ôhmicos. Essa diferença pode ser associada aos elétrons, uma vez que essas partículas transferem parte de sua energia aos átomos da rede cristalina, quando conduzidos em meios que apresentem resistência à sua condução. O fenômeno que explica tal dissipação de energia é chamado de efeito Joule (o qual pode ser percebido na queima da palha de aço).

ESQUEMA DE LIGAÇÃO



Conclusões do experimento:

Feito o experimento, o professor entrega a questão abaixo:

Ótimo, você explorou o fato que a corrente elétrica num condutor sempre estará acompanhada de um aumento de temperatura. Você poderia relatar brevemente algum episódio, ou aparelho, no qual este aumento de temperatura te pareceu evidente? Este episódio, ou aparelho, poderia representar algum risco para a segurança das pessoas? Queres tentar explicar o que você acha a respeito, com base na teoria que você acabou de estudar?

ETAPA III: Colocar a cabeça para funcionar:

Propor perguntas para os alunos discutirem entre si e formarem um consenso em conjunto:

1. Por que quando a distância entre os jacarés é maior não há efeito joule?

2. O que você acha que aconteceu com o Bombril ao ligar o interruptor?

3. Escreva sobre o que você pensa que aconteceria se tivesse mais fios de Bombril colocados em paralelo?

Respostas, clique [aqui!](#)



DICA DE OURO!

Professor (a): Peça aos alunos que anotem as respostas destas perguntas e entrem em um consenso do que é pertinente, tendo em mente que a diferença entre dois pontos é proporcional à corrente elétrica, além de que se houver mais filamentos de “bombril” a lâmpada acenderia, já que a passagem da corrente elétrica é maior. Para explicar o motivo de por que o “bombril” pegou fogo, sugiro um trabalho interdisciplinar com o/a professor (a) de Química para explicar as propriedades do aço.

ETAPA IV: Experimentando no simulador PHET Colorado



Feito a atividade experimental e as conclusões conjuntas, o professor pode propor uma experimentação utilizando o Phet Colorado, a partir da adaptação de atividades propostas pelo Prof. Wellington de Queiroz – IFCE, vide instruções abaixo:

Atividade experimental I - Acesse o PDF clicando na imagem ao lado.



Realizada a primeira atividade prática experimental, discutir cada resposta apresentada pelos alunos, mas solicitar que a mantenham sem fazer alterações.

Concluído, propor a segunda atividade prática, ver abaixo:



Atividade experimental II - Acesse o PDF clicando na imagem ao lado

Discutir, novamente, cada resposta feita pelos alunos, salientando que não alterem, para que depois o conteúdo seja sistematizado com a resposta deles.

ETAPA V: Exploração da função afim e sua relação com a Física

Nesta etapa, é para, você, ao notar que precise revisar o conceito de função afim, gráficos e depois relacionar com a Física.

Para ter acesso, faça a leitura do Qr-Code da explicação de uma Função Afim ou Função Polinomial do 1º grau com atividades de fixação.



SUGESTÃO!



SCAN ME

Respostas, clique aqui!

ETAPA V: Sistematização do conhecimento e tarefas de fixação

Inicialmente, retomar a primeira atividade prática e discutir com os alunos, em especial, os seguintes tópicos:

- Qual o tipo de gráfico vocês obtiveram? Que função matemática vocês estudaram e é semelhante a esse gráfico? Por que vocês dizem isso?
- O que precisamos fazer para determinar o coeficiente angular do gráfico?
- Você saberia calcular e determinar o coeficiente angular do gráfico?
- O que podemos concluir da relação
- Como poderiam sintetizar em uma lei o que foi realizado na atividade prática?

Feitas as discussões, retomar a segunda atividade prática e discutir sobre os seguintes tópicos:

- Quais elementos que apareceram na tela do simulador;
- Havia uma resistência mínima e máxima fornecida pelo programa?
- Qual o tipo de gráfico que se formou? Que função matemática você estudou e é semelhante a esse gráfico? Por que você diz isso?
- Você saberia calcular e determinar o coeficiente angular do gráfico?
- Qual é a equação que resumiria as conclusões feitas no software?

Em seguida, com as respostas das duas atividades práticas o professor pode construir com os alunos o conhecimento associado à primeira atividade (sobre a Primeira Lei de Ohm) e à segunda atividade (prática, sobre a Segunda Lei de Ohm). A construção, individual ou coletiva, de um mapa conceitual também é uma possibilidade interessante.

Feitas as discussões e sistematizações prévias, o professor disponibilizará o material a seguir para a leitura sobre os Resistores e as Leis de Ohm, a partir do Código Qr abaixo:



Uns cinco minutos antes de finalizar o tempo previsto do encontro, o professor pede aos estudantes que, individualmente, escrevam se ainda persistem houberam dúvidas sobre o tema abordado nesta aula e/ou sintetizem o conhecimento.

Carta III: Navegando na Diversidade e Superando Desafios com Criatividade e Tecnologia

Prezado(a) Colega Professor(a),

As palavras de Comênio, que nos convidam a “ensinar tudo a todos”, ecoam em nossos corações como um ideal inspirador. No entanto, a realidade da sala de aula nos confronta com a imensa diversidade de estilos de aprendizagem, inteligências e experiências que nossos alunos trazem consigo.

Diante dessa complexa realidade, surge o desafio de adaptar nossas práticas pedagógicas para atender às necessidades de cada um. Como podemos garantir que todos os alunos, independentemente de suas origens ou realidades, tenham acesso a um aprendizado significativo e de qualidade?

A ideia de partir do senso comum para construir o aprendizado é, sem dúvida, um princípio fundamental. Mas qual senso comum utilizar como referência? Como podemos conectar os saberes dos alunos, muitas vezes marcados por realidades socioeconômicas desafiadoras, com os conceitos abstratos da Eletrodinâmica?

É nesse ponto que a criatividade e a sensibilidade do professor assumem um papel crucial. Devemos buscar exemplos e analogias no cotidiano dos alunos, por mais simples que pareçam. A natureza, as roupas que vestimos, as estruturas das cidades, tudo pode se tornar um ponto de partida para a construção do conhecimento científico.

É importante reconhecer que a educação, por si só, não é capaz de transformar o mundo. Precisamos do apoio do governo e da comunidade para garantir que nossas escolas tenham infraestrutura adequada, recursos didáticos de qualidade e formação continuada para os professores.

Somente com um esforço conjunto e com a implementação de políticas públicas eficazes poderemos construir um sistema educacional que realmente atenda às necessidades dos nossos alunos e prepare-os para os desafios do futuro.

Ao abordar os conceitos de nós, ramos e malhas, podemos utilizar uma estratégia interdisciplinar que aproxima a ciência da realidade dos alunos. Ao relacionar esses conceitos com elementos do cotidiano, como nós e malhas em roupas e ramos de plantas, facilitamos a compreensão e despertamos o interesse dos alunos.

Além disso, podemos explorar a história da ciência e explicar como os primeiros cientistas utilizavam o latim como língua universal de comunicação. Ao traduzir seus trabalhos para outras línguas, buscavam termos semelhantes que permitissem aos estudiosos e leitores entender do que se tratava.

Essa abordagem interdisciplinar nos permite conectar o conhecimento científico à linguagem universal, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

A jornada de ensino da Eletrodinâmica exige criatividade, flexibilidade e um compromisso com a justiça social. Através de uma abordagem interdisciplinar, contextualizada e que valorize

Com os mais sinceros votos de sucesso,
Professor Eliel Felizardo.

PLANO DE AÇÃO DIDÁTICO

Componente curricular: Física

**Conteúdo programático:
Nós, ramos e malhas**

**Duração:
4 horas-aula**

**Habilidade:
EM13CNT301**

Resultados de aprendizagem esperados:

- Definir o que é um nó numa perspectiva da eletricidade e identificá-lo em um circuito elétrico.
- Diferenciar os ramos das malhas que fazem parte de um circuito elétrico.
- Dialogar sobre a nomenclatura dos termos utilizados na Física.

AVALIAÇÃO: A avaliação se dará ao longo do processo de construção da aprendizagem, na percepção dos nós, ramos e malhas de um circuito elétrico nos exercícios propostos.

METODOLOGIA

ETAPA I: Kahoot sobre os conceitos



Para introduzir os conceitos, iniciar com um questionário digital para ter acesso aos conhecimentos prévios sobre circuitos elétricos.

Acesse o Qr-Code abaixo, onde utilizando o Kahoot realizaremos atividades introdutórias do conteúdo de nós, ramos e malhas:

Kahoot! é uma plataforma de aprendizado baseada em jogos, usada como tecnologia educacional em escolas e outras instituições de ensino. Seus jogos de aprendizado, "Kahoots", são testes de múltipla escolha que permitem a geração de usuários e podem ser acessados por meio de um navegador da Web ou do aplicativo Kahoot. Para maiores informações de como uma conta no Kahoot e como utilizá-lo acesse:

<https://canaltech.com.br/internet/o-que-e-kahoot/>



ETAPA II: Sistematização do conhecimento

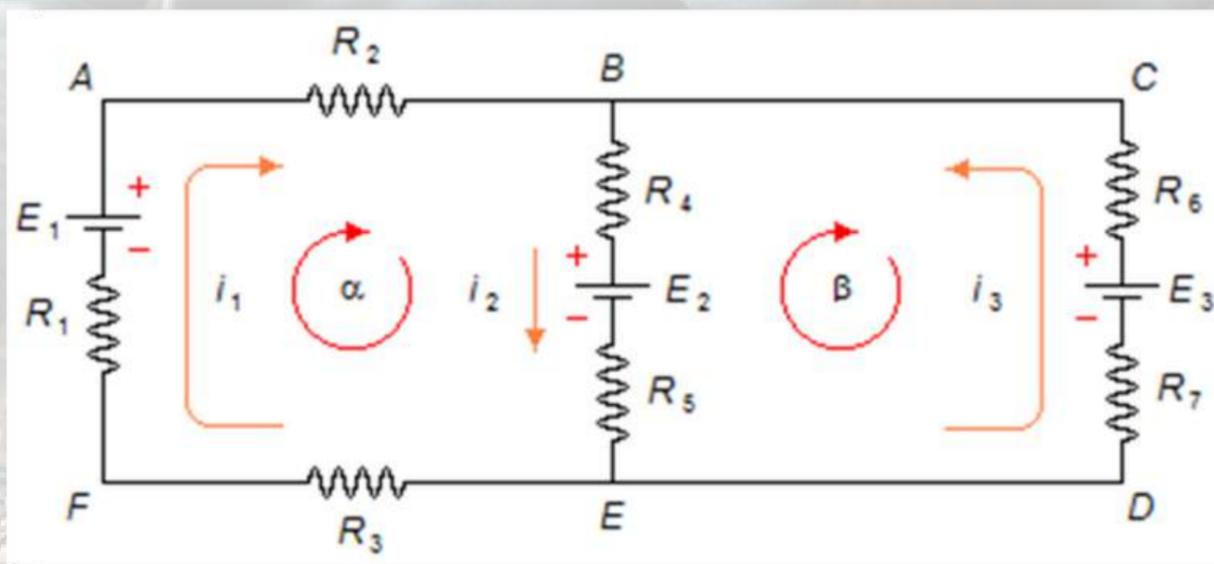
Feito o Kahoot e verificando as respostas de cada pergunta, utilizar a estratégia do *one minute paper*, em que os alunos escreverão uma pergunta no *Google Forms* sobre o que ficaram na dúvida do conteúdo de nós, ramos e malhas.



Logo após, o professor deve recolher todas as perguntas e as respostas do Kahoot e começar a explicação dos conceitos, utilizando a teoria abaixo:

NÓS, RAMOS E MALHAS

Quando lemos o título nós, ramos e malhas, intuitivamente nos lembramos de alguma peça de roupa de tricô (“malha”); os ramos nos remetem a uma árvore e nós ao cadarço dos tênis, não é? No entanto, na Física esses são alguns termos utilizados para utilizar na associação de resistores, geradores e capacitores. Engraçado, não? Considere um circuito elétrico como o da figura abaixo:



Nó: ponto do circuito em que dois ou mais fios de diferentes partes do circuito estejam ligados.

Ramo: é o caminho entre dois nós. A corrente elétrica num ramo é sempre a mesma.

Malha: caminho fechado, constituído por um ou mais ramos.

TAREFA: Identifique no circuito acima quais são os nós, os ramos e as malhas e escreva abaixo: (os nós são identificados por uma letra, os ramos, por duas, a letra de início e a letra de fim do ramo, e por fim, as malhas são identificadas por uma sucessão de letras, em número variável, no mínimo, duas).

Nós:

Ramos:

Malhas:

Nesta etapa, primeiramente, o (a) professor (a) com o uso do Datashow projetar um circuito simples e faz a análise dele com os alunos. Em seguida, em um circuito mais elaborado explica as definições de nó, ramo e malha e interage com os alunos para criar novos significados para uma mesma palavra adquiridas com a leitura e o que mudou das primeiras percepções do jogo on-line.

Consequente, utilizando o Kahoot realizar novamente as atividades sobre o conteúdo abordado.

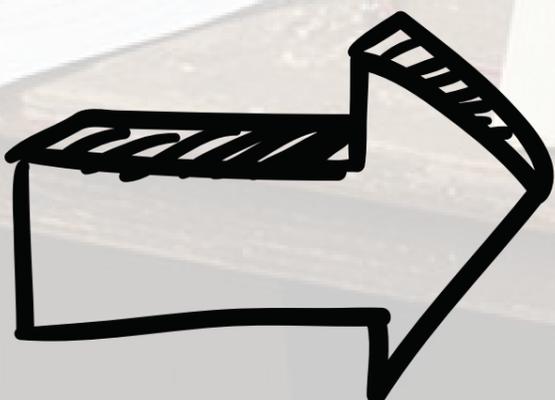


ETAPA III: Diálogo sobre a linguagem da ciência

A curiosidade é um potencializador para a aprendizagem e é uma ferramenta que o professor deve usar para despertar o aprendizado nos seus alunos.

Sendo assim, para a construção de um novo conceito de nós, ramos e malhas, é interessante que o professor dialogue com os seus alunos sobre a evolução da linguagem da ciência (no passado e atualmente), por isso, o professor, com o uso do Datashow ou desenhos no quadro, discutirá sobre ciência, tecnologia e sociedade ao longo do tempo, a partir do livro: Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Disponível no Qr-Code abaixo:

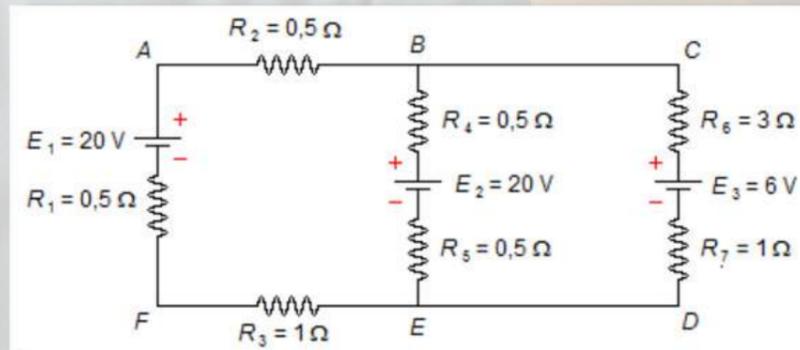


ETAPA IV: Exercícios adicionais

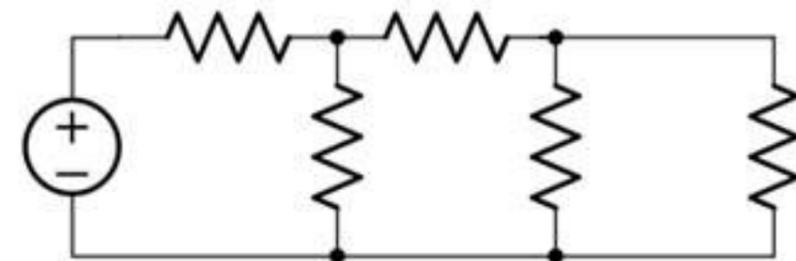
Na última etapa, o professor entrega as tarefas do conteúdo abordado.

ATIVIDADES

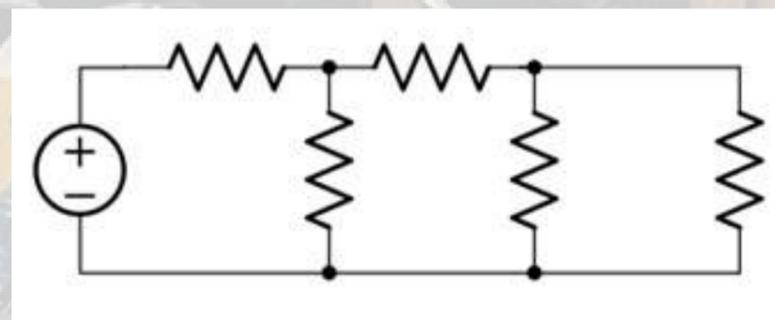
1) Identifique no circuito abaixo os nós, ramos e malhas.



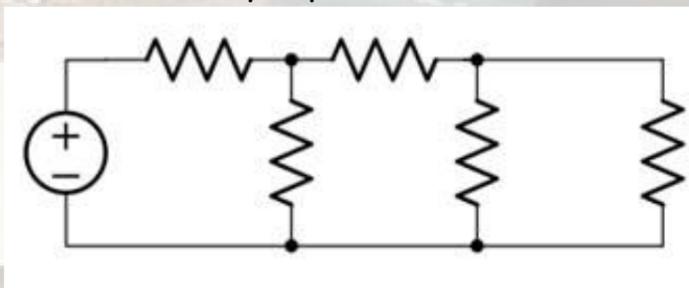
2) Quantos nós existem no diagrama abaixo? Por quê?



3) Quantos ramos existem no circuito a seguir? Poderia identificá-los?



4) Quantas malhas há neste circuito? Explique.



Acesse as respostas clicando [aqui](#)

Carta IV: Despertando o Poeta Interior: O Professor como Guia na Jornada do Aprendizado

Prezado(a) Colega Professor(a),

Em minhas reflexões sobre o papel do professor, deparei-me com uma frase inspiradora de Gaston Bachelard: “A primeira tarefa do poeta é despertar em nós uma matéria que quer sonhar (1998, p. 30)”. E me ocorreu que, de certa forma, o professor também é um poeta, pois tem o poder de despertar nos alunos essa “matéria que quer sonhar”, de revelar algo que está escondido em seu âmago.

Assim como o poeta, o professor guia os alunos em uma jornada de descobertas, desvendando os mistérios do conhecimento e abrindo portas para novos horizontes. Através da paixão pelo ensino e da criatividade, o professor transforma a sala de aula em um palco de sonhos, onde o aprendiz se torna uma experiência transformadora.

Nossa missão, como educadores, vai além da mera transmissão de informações. Buscamos despertar a curiosidade, a investigação, o senso crítico, o diálogo e os sonhos em nossos alunos, preparando-os para um futuro melhor. Somos o espelho que reflete seus questionamentos, seus anseios e suas esperanças, inspirando-os a buscar o conhecimento com entusiasmo e paixão.

Ao desempenharmos nosso papel no ato pedagógico, é fundamental revisitarmos nossas próprias concepções e as dos alunos sobre os fenômenos que nos cercam. Esse processo de revisão nos permite dar um novo significado ao mundo, construindo pontes entre o conhecimento científico e a realidade dos alunos.

Ao olharmos para uma árvore, por exemplo, a palavra “ramo” assume um significado “antigo” e familiar. No entanto, ao analisarmos as entranhas de um aparelho elétrico, “ramo” adquire um novo significado, relacionado aos circuitos elétricos.

O erro, muitas vezes visto como algo negativo, deve ser encarado como uma ferramenta valiosa para a construção do conhecimento. Ao permitir que nós e nossos alunos cometamos erros, abrimos espaço para o aprendiz e a reflexão crítica.

Ensinar as Leis de Kirchhoff, por exemplo, pode ser um desafio, pois envolve conceitos da Álgebra Linear que nem todos os alunos dominam. A busca por soluções para sistemas de equações, especialmente aqueles com três ou mais incógnitas, transcende os limites da Física e se insere em um território mais amplo da necessidade humana de compreender e modelar o mundo ao nosso redor.

Essa necessidade não surge de uma aplicação específica, mas sim de uma inquietação intrínseca do intelecto em desvendar padrões, relações e estruturas subjacentes aos fenômenos naturais e sociais. A álgebra, nesse contexto, emerge como uma ferramenta poderosa, capaz de abstrair e formalizar problemas complexos, permitindo-nos enxergar além das aparências e estabelecer conexões entre elementos aparentemente díspares. A resolução de sistemas de equações, portanto, não é apenas uma habilidade técnica, mas um reflexo da nossa busca incessante por ordem e significado em um universo caótico e complexo.

No entanto, essa dificuldade pode se tornar uma oportunidade para despertar o desejo de aprender e sonhar, incentivando os alunos a superarem seus obstáculos e descobrirem novas formas de pensar.

Ao abraçarmos a poesia do aprendiz e despertarmos a “matéria que quer sonhar” em nossos alunos, transformamos a sala de aula em um espaço mágico, onde o conhecimento se torna uma aventura empolgante e transformadora. Lembremo-nos: o professor é o poeta que guia os alunos nesta jornada, inspirando-os a sonhar, criar e transformar o mundo.

Com os mais sinceros votos de sucesso,
Professor Eliel Felizardo

PLANO DE AÇÃO DIDÁTICO

Componente curricular: Física

**Conteúdo programático:
Leis de Kirchhoff (Lei dos nós e Lei das malhas)**

**Duração:
4 horas-aula**

**Habilidade:
EM13CNT301**

Resultados de aprendizagem esperados:

- Explorar situações que envolvem a Lei dos Nós nos circuitos elétricos.
- Aplicar os conceitos na solução de situações-problemas envolvendo a Lei das Malhas.

AVALIAÇÃO: A avaliação se dará ao longo do processo de construção da aprendizagem.

Introdução

Aprender a usar as leis de Kirchoff num circuito de resistores, alimentado por uma fonte de corrente contínua vale muito a pena: trata-se de “fazer física”, muito mais do que “decorar fórmulas”. De forma bastante resumida, fontes de corrente contínua transferem energia para as cargas que, ao se moverem por um circuito, dissipam a energia adquirida nos resistores. É muito curioso: a única “fórmula” que usaremos daqui para a frente diz que $\varepsilon = Ri$. Só isso! Tem mais! Aprenderemos a resolver praticamente qualquer circuito que contenha fontes e resistores. Claro, circuitos mais complexos levarão a procedimentos proporcionalmente mais trabalhosos. Mas saberemos como fazer. Vamos lá?

ETAPA I: Lei das Malhas

Por mais complexo que seja um circuito elétrico, podemos identificar nele “caminhos”, pelo menos um, que tenham um ponto de partida qualquer e nos levem de volta a esse mesmo ponto de partida.

Estes são denominados caminhos fechados, ou malhas fechadas. Como já comentado anteriormente, para algumas finalidades, a corrente elétrica num condutor lembra a água que pode circular num encanamento. Então, lá vai a primeira “restrição”: ao percorrer uma malha, não é permitido retornar sobre os próprios passos. Por que? Tentemos entender com uma analogia: uma vez que água circule por um encanamento, com ou sem ramificações, num determinado trecho não poderemos ter, ao mesmo tempo, água indo e voltando, não é? O exemplo mais direto é o de um circuito série “puro”, como o da Figura 1.

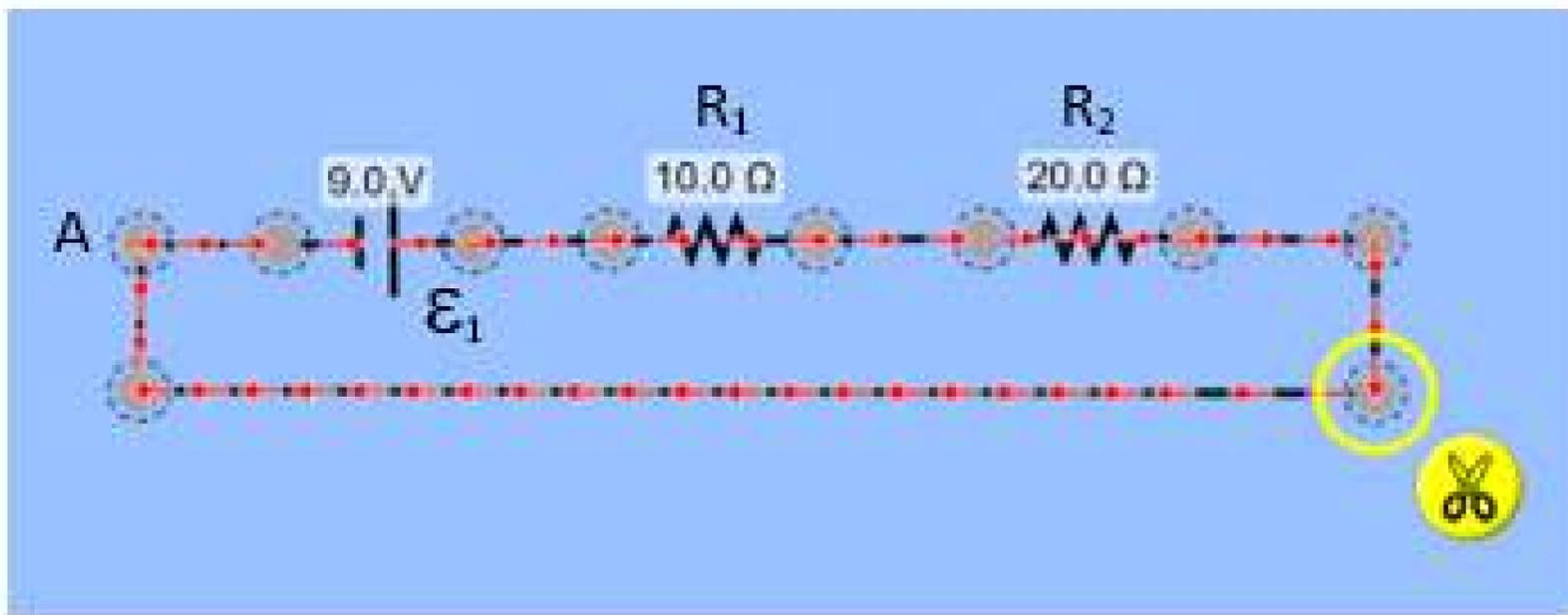


Figura 1. Um circuito série “puro”. Se sairmos do ponto A, só há um caminho para voltar até o mesmo ponto. Este caminho pode ser percorrido no sentido horário ou no sentido anti-horário, tanto faz. Este caminho é denominado “malha fechada” ou, abreviadamente, malha. (As figuras foram todas retiradas do simulador PHET).

As setas vermelhas indicam o sentido da corrente convencional, aquele que cargas positivas teriam se elas se movessem num fio. “*Há, mas num fio só elétrons podem se mover!*”, poderá argumentar algum aluno. A resposta é um tanto curiosa: a maior parte dos efeitos elétricos de elétrons (movendo-se no sentido anti-horário, no circuito da Figura 1) é a mesma que ocorreria se considerássemos cargas positivas, movendo-se no sentido horário, como representado pelas setas vermelhas na Figura 1. Daqui para a frente, salvo exceções que serão previamente alertadas, o sentido da corrente será o convencional, aquele do movimento das cargas positivas. Note: a bateria é representada por um risco maior e por um risco menor. **O risco maior representa o polo positivo, e o menor, o polo negativo**, como na Figura 2.

Muito bem. Agora, vamos à primeira regra. Ao percorrer uma malha (um caminho fechado, que volta ao ponto de partida, sem retornar sobre o caminho já percorrido), **ao atravessar uma fonte, ela terá o sinal do polo de saída da travessia**. Vamos entender: se a fonte ϵ_1 da Figura 1, ou da Figura 2, for percorrida entrando pelo polo negativo e saindo pelo polo positivo (sentido horário na Figura 1), ela será anotada como “ $+\epsilon_1$ ”. Caso contrário, ela será anotada como “ $-\epsilon_1$ ”.

Há uma justificativa para estes sinais? Sim, podemos pensar que uma carga positiva, ao entrar na fonte pelo polo negativo, e ao sair desta fonte pelo polo positivo, ganha energia. Esta energia, positiva porque é um ganho, ao ser dividida pelo valor da carga, resulta em uma diferença de potencial ϵ_1 .

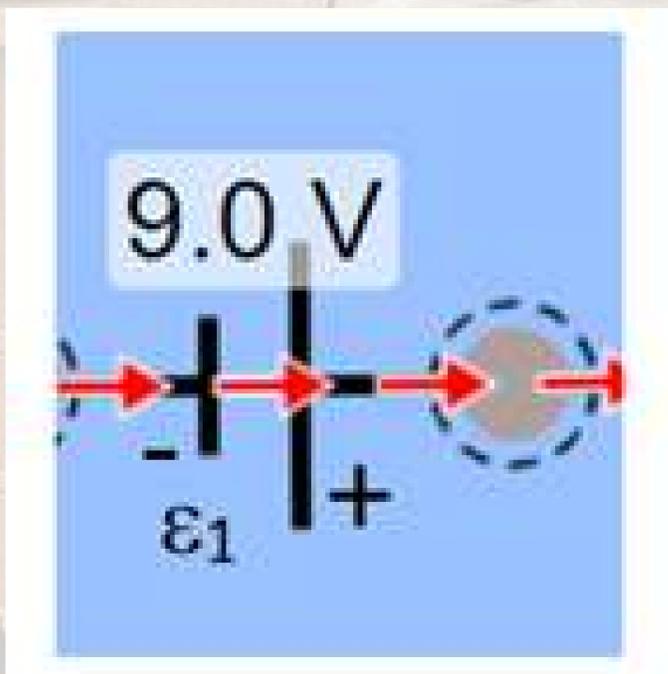


Figura 2. Uma fonte de corrente contínua. O polo positivo é representado pelo risco maior, e o negativo, pelo risco menor.

Vamos agora à segunda regra. Ao atravessar um resistor, no sentido da corrente convencional, a carga **transformará** energia em calor. Esta transformação de energia, para cada carga que atravessa o resistor, será anotada como “ $-Ri^2$ ”. Se o percurso for tal que o resistor seja atravessado no sentido oposto ao da corrente (convencional), a energia, para cada carga, será anotada como “ $+ Ri^2$ ”. Como interpretar estes sinais? Ao percorrer um resistor no sentido da corrente, o potencial na entrada do resistor é menor que o potencial na saída deste mesmo resistor. Se escolhermos percorrer o resistor no sentido inverso ao da corrente que o atravessa, o sinal do produto Ri é positivo porque o potencial na entrada do resistor é menor do que o potencial na saída.

Agora, já sabemos tudo o que precisamos saber para enunciar (e entender!) a primeira lei de Kirchoff, conhecida também como “lei das malhas”: “**a soma algébrica das quedas de tensão numa malha fechada é sempre igual a zero**”. Note que “queda” pode ser tanto uma diminuição da tensão (sinal negativo) quanto uma subida (sinal positivo).

Porque igual a zero? A lei das malhas, de fato, é uma lei de conservação de energia. No circuito da figura 1, por exemplo, a fonte ε_1 transfere energia para as cargas que materializam a corrente elétrica. Esta mesma energia reaparece nos resistores sob forma de calor. Então, a transferência de energia feita da fonte para as cargas, somada à dissipação desta mesma energia sob forma de calor nos resistores, resulta em uma soma (algébrica) nula.

Como primeiro exemplo, vamos escrever tudo o que acontece na (única) malha da Figura 1. Saindo do ponto A, e percorrendo a malha no sentido horário, teremos:

$$+\varepsilon_1 - R_1 i_1 - R_2 i_2 = 0 \quad (1)$$

A primeira observação é a de que as correntes, de fato, são a mesma, $i_1 = i_2 = i$. Claro, é intuitivo: como a quantidade de água que passa por segundo num mesmo cano poderia ser diferente em dois pontos diferentes de um mesmo cano?

Então, se colocamos os valores da Figura 1 nesta equação, teremos (a unidade de medida de todos os termos é volt, ou V):

$$+ 9 - 10 i - 20 i = 0, \text{ ou } 9 = 10i + 20i = i (10 + 20)$$

Como este é um circuito muito simples, podemos (nem sempre isto será possível de forma tão fácil!) calcular a corrente i (agora, com as unidades, V para volts, Ω para ohms):

$$i = \frac{9V}{(10+20)\Omega} = 0,3 \text{ A}$$



Tarefas para você fazer para checar se tudo foi compreendido adequadamente.

Tarefa 1. Escreva a equação (1), mas desta vez percorrendo a malha no sentido inverso (anti-horário). Muda alguma coisa? O resultado do cálculo muda?

Tarefa 2. Monte o circuito da figura 1 no simulador PHET, com os mesmos valores de tensão da fonte e dos resistores que estão lá. Coloque um amperímetro no circuito. O professor ajudará nesta tarefa: o amperímetro precisa ser colocado em série no circuito. Para isto, o circuito precisará ser aberto, e o amperímetro colocado entre as duas extremidades que aparecem quando o circuito é aberto. O professor explicará tudo isto cuidadosamente.

E então? A leitura do amperímetro “fecha” com o cálculo feito pelo professor no exemplo?

Tarefa 3. Repita a tarefa 2, colocando o amperímetro em diferentes pontos da figura 1 (ou coloque mais amperímetros no circuito, sem retirar os anteriores, dá no mesmo). E então? O que acontece com as leituras de corrente dos amperímetros?

Tarefa 4. Monte novamente o circuito da figura 1, mas desta vez com apenas um resistor, de 30 ohms. Note que $30 \text{ ohms} = 10 \text{ ohms} + 20 \text{ ohms}$ (a soma dos dois resistores que apareciam no circuito anterior). Agora, escreva a lei das malhas para este circuito (é ainda mais fácil que o exemplo dado pelo professor!) Com a equação que você escreveu, calcule a corrente neste novo circuito.

E então, notou alguma coisa a respeito do valor da corrente, com relação ao exemplo feito pelo professor?

Tarefa 5. Com o circuito da tarefa 4 montado no PHET, insira um amperímetro e faça a medida da corrente. “Fecha” com a conta anterior?

Para terminar: você “descobriu” que, num circuito série puro, todos os resistores poderão ser substituídos por apenas um, cujo valor seja igual à soma destes. Este resistor pode ser chamado de *Requivalente*. Escrevendo como uma fórmula, teríamos algo assim:

$$R_{\text{equivalente}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (2)$$

Esta é a fórmula do resistor equivalente de um circuito série. Note também que qualquer número de resistores, a partir de dois, pode ser conectado em série; vale sempre a expressão (2).

Você talvez tenha achado um pouco exagerado o trabalho de escrever a equação da malha, e depois calcular a corrente. Porque não usar direto a fórmula (2)? A “promessa” que pode ser feita a você é a seguinte: “montar” a equação usando a lei das malhas é uma forma “muito poderosa” de fazer contas em circuitos elétricos. Se você aprender bem a lei das malhas, e a lei dos nós, que vem a seguir, você poderá trabalhar com circuitos muito mais complicados! Tudo o que você aprendeu servirá para resolver problemas muito mais difíceis (ok, não se assuste, você não precisará resolver problemas muito mais difíceis! Mas, se quiser, você poderá!)

ETAPA II: Lei dos Nós

O circuito da Figura 3 apresenta uma nova característica: saindo, digamos, do ponto A e percorrendo o circuito, há mais de uma possibilidade de caminho. Usando as letras superpostas à figura 3 como indicativo, podemos percorrer o caminho (malha fechada): A -> D -> polo negativo -> polo positivo -> A. (O caminho inverso também vale). Mas há outro caminho (malha fechada, também): A -> B -> C -> D -> polo negativo -> polo positivo -> A. Os sentidos das correntes (setas em vermelho, sobre o fio) foram indicados pelo próprio simulador (PHET), mas se você preferir, pode adotar o sentido inverso, sem problemas. Vamos explorar este novo circuito: comecemos pela malha A - D - polo negativo - polo positivo - A. Escrevendo a lei das malhas, temos:

$$-i_1 R_1 + \varepsilon = 0 \quad (3)$$

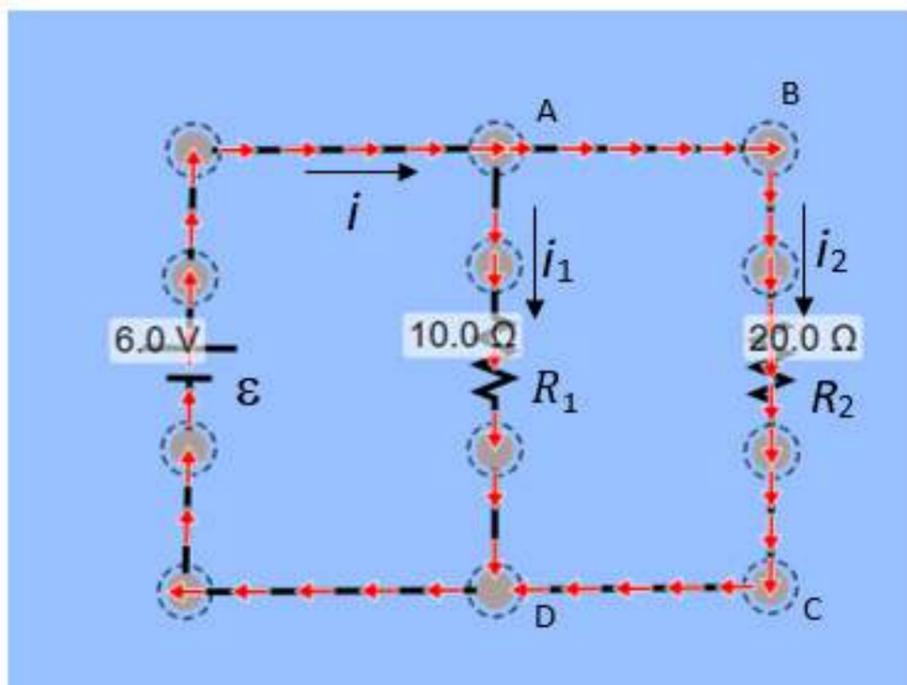


Figura 3. Um circuito paralelo “puro”. Há mais de um caminho para sair do polo positivo e depois retornar ao polo negativo (veja o texto).

A equação que resultou é muito simples e (neste caso) dá para obter a corrente i_1 :

$$i_1 = \frac{\varepsilon}{R_1} = \frac{6V}{10\Omega} = 0,6A$$

De maneira equivalente, é possível calcular a corrente i_2 , usando a malha fechada:

A -> B -> C -> D -> polo negativo -> polo positivo -> A:

$$i_2 = \frac{\varepsilon}{R_2} = \frac{6V}{20\Omega} = 0,3A$$

Agora, com estes dois resultados, buscaremos uma forma intuitiva de visualizar o que seria a assim chamada “lei dos nós”. Olhe o ponto A, na figura 3, e imagine que lá está um conector em forma de “T” (numa linguagem de eletricidade, chamaremos este ponto de “nó”). Numa das três “pernas” do T chega (imagine) um cano de água; de uma das outras duas pernas, (sempre no campo da suposição) saem 0,6 litros de água por segundo, e pela terceira perna, saem 0,3 litros de água por segundo. É inevitável: o primeiro cano deverá, necessariamente, fornecer a água que sai pelos dois outros canos. Dito em uma linguagem simplificada: tudo o que chega no ponto A também precisará sair deste mesmo ponto. Caso contrário, teríamos aí um acúmulo de água (ou um “sumidouro”), o que não faria sentido.

Entendido este aspecto, vamos pensar em corrente elétrica. O enunciado do que ocorre com as correntes elétricas no ponto A seria assim: “a soma das correntes elétricas que chegam em A é igual à soma das correntes elétricas que saem de A”. Esta é uma forma particular da lei dos nós! A forma geral poderia ser escrita assim: “**a soma algébrica das correntes num nó é sempre zero**”. Esmiuçando um pouco esta forma de escrever: todas as correntes que **chegam** num nó são tomadas como sendo positivas; as que **saem**, são tomadas como negativas. (O contrário também funcionaria, mas esta forma parece mais intuitiva, e vamos adota-la daqui para a frente.)

A primeira tarefa que vamos propor para você fazer é muito fácil: qual seria o valor da corrente i , na figura 3? Vamos ajudar um pouco: i chega no nó A, i_1 sai do nó A e i_2 também sai. Tínhamos combinado: as correntes que chegam são anotadas com um valor positivo, e as que saem, com um valor negativo. Desta forma, para o nó A,

$$+i - i_1 - i_2 = 0 \quad (4)$$

O cálculo de i é muito fácil deste jeito, não é? (Experimente calcular!)

A segunda tarefa consiste em recriar o circuito da figura 3 no PHET, com os mesmos valores para a fonte e para os resistores, e colocar amperímetros de tal modo que eles meçam as correntes i , i_1 e i_2 . As medidas dos amperímetros conferem com as dos cálculos?

Tarefa 3. Há algum outro nó no circuito da Figura 3? Uma pequena ajuda: o ponto B não precisa ser considerado um nó, pois se o considerássemos assim, uma só corrente chegaria e essa mesma corrente sairia. Chegaríamos a uma conclusão inútil (mas correta): , ou . Então, um nó que forneça informações não redundantes, como a acima, deve envolver três, ou mais, correntes.

Tarefa 4. Vamos agora explorar algumas propriedades interessantes de um circuito em paralelo, e para isso usaremos o PHET novamente. Monte o circuito da figura 3 adicionando chaves liga – desliga, como na Figura 4. (O ideal seria fazer esta tarefa em um grupo de três alunos, para poder tentar adivinhar o que vai acontecer, e depois, confirmar (ou não) no simulador.)

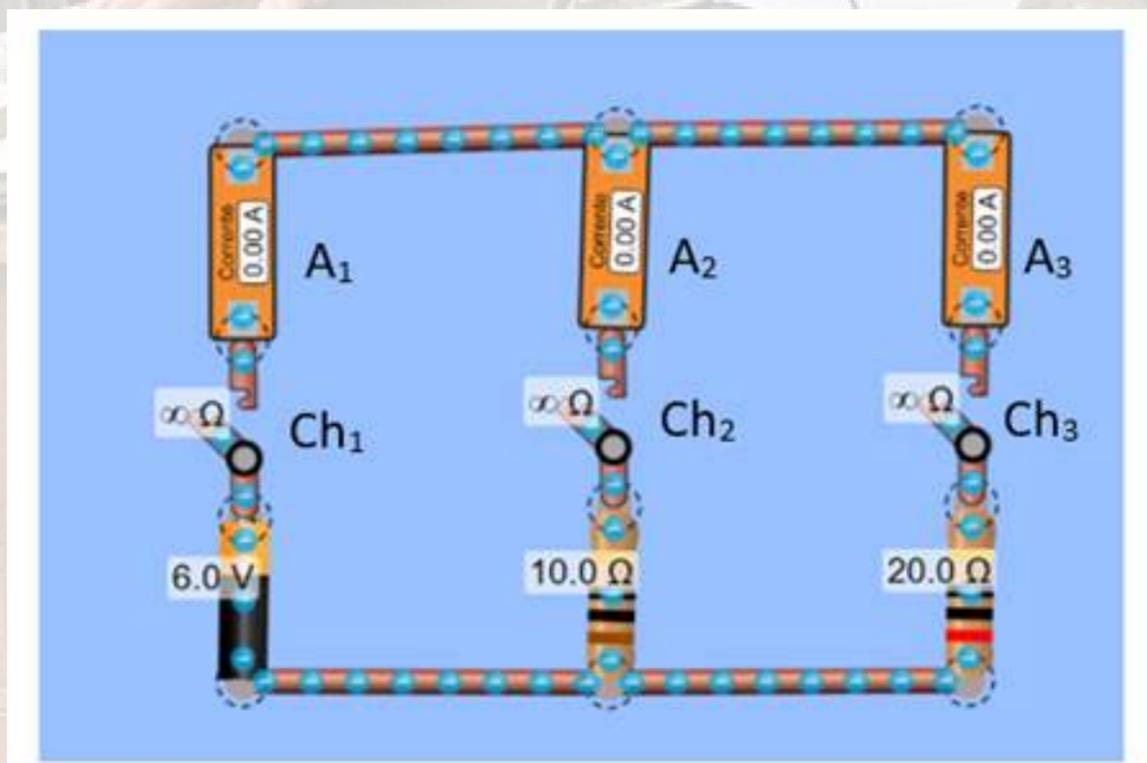


Figura 4. Circuito paralelo com chaves (Ch1, Ch2 e Ch3), e amperímetros A1, A2 e A3.

Note que, agora, a forma de representar a fonte e os resistores lembra como seriam estes objetos na vida real. A primeira parte da tarefa é livre: ligue e desligue qualquer uma das três chaves, deixe duas ligadas e uma desligada, ligue todas. Explore, e veja se você consegue entender o que está acontecendo.

Explorou o suficiente? Então, agora vamos anotar na tabela abaixo, de forma ordenada, estas possibilidades todas. Para cada combinação de chaves ligadas e desligadas, anote as leituras dos três amperímetros. Mas, para ficar mais divertido, a tabela pode ser preenchida antes de fazer funcionar o simulador. Tente: você consegue acertar os valores que os amperímetros apresentarão? Lembre-se de que o circuito da Figura 4 tem componentes com os mesmos valores daqueles do circuito da Figura 3.

Chaves	A_2	A_2	A_3
Só Ch_1 ligada			
Só Ch_2 ligada			
Só Ch_3 ligada			
Ch_1 e Ch_2 ligadas			
Ch_1 e Ch_3 ligadas			
Ch_2 e Ch_3 ligadas			
Ch_1 , Ch_2 e Ch_3 ligadas			

3- Um circuito (um pouco) mais complexo. Veja agora o circuito da figura 5. Ele é uma mistura de série e paralelo, e por isso não há “fórmulas prontas” para ele. Mas, isto não é problema para nós, pois aprendemos a operar com as leis de Kirchoff. Claro, a solução completa, “na ponta do lápis”, envolve cálculos mais demorados de fazer, mas nada que você não conseguisse, se tentasse por um tempo suficiente. Nosso objetivo, entretanto, será explorar coisas mais simples, para adquirir uma intuição maior sobre como funcionam estes circuitos. Vamos lá?

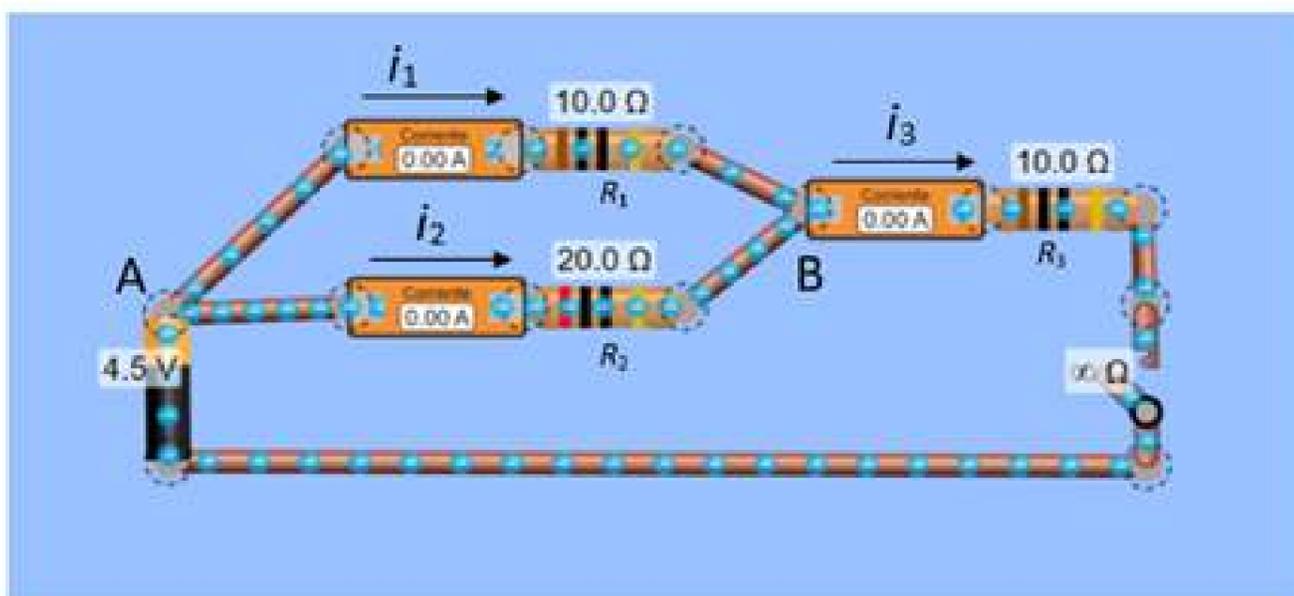


Figura 5. Vamos complicar um pouco mais? Um circuito misto.

Tarefa 1. Vamos escrever as equações para este circuito. Começando com a lei dos nós, no ponto B teremos $i_1 + i_2$ (as correntes que chegam) = i_3 (a corrente que sai). Passando a limpo:

$$i_1 + i_2 = i_3$$

Fácil, não é? Agora, ligue a chave do circuito e veja os amperímetros no simulador. A lei dos nós confere?

Tarefa 2. Desligue a chave do circuito no simulador. Agora, escreva a equação da malha que parte de A, passa por R1, B, passa por R3, passa pela fonte e retorna ao ponto A. Vamos fazer passo a passo. Quando passamos por R1, passamos no sentido da corrente i_1 , e então escreveremos $- R_1 i_1$.

Próximo passo: passamos por R3, no sentido da corrente i_3 , e então escreveremos $- R_3 i_3$.

Último passo: a passagem pela fonte. Como estamos percorrendo a malha no sentido horário, entraremos no polo negativo da fonte e sairemos pelo polo positivo. Então, escreveremos $+ \varepsilon$.

Juntando tudo:

$$- R_1 i_1 - R_3 i_3 + \varepsilon = 0$$

Conferindo: ligue a chave do simulador e verifique, substituindo os valores, que podem ser lidos nos amperímetros do circuito. A equação acima funciona?

Tarefa 3. Vamos deixar agora tudo por sua conta. Escreva a equação da malha que parte de A, passa por R2, B, passa por R3, passa pela fonte e retorna ao ponto A. (Veja o item anterior se tiver dúvidas de como se faz). Depois de escrita a equação, ligue a chave do simulador, anote as correntes, e confira. Simuladores são ótimos, é como se estivéssemos num laboratório, ligando fios, aparelhos de medida, fontes, estas coisas. Deu “certo”?

Uma última coisa: Não dá para achar todas as correntes “na ponta do lápis”? Dá, sim! Mas, como é um sistema de três equações e três incógnitas, o trabalho matemático é mais longo, e um pouco trabalhoso.

Vamos mostrar a seguir como é que faz, mas é só por curiosidade, é um desafio para quem quiser “ir até o fim”. Vamos lá: as três equações, tiradas das tarefas anteriores, e já com os valores de R e de ε , são:

$$i_1 + i_2 - i_3 = 0 \quad (5)$$

$$10 i_1 + 10 i_3 = 4,5 \quad (6)$$

$$20 i_2 + 10 i_3 = 4,5 \quad (7)$$

(Deixamos sem as unidades para evitar um excesso de símbolos). Como as duas últimas equações contêm apenas dois termos, dá para resolver de um modo mais fácil, assim:

$$10 i_1 + 10 i_3 = 20 i_2 + 10 i_3$$

Simplificando,

$$i_1 = 2 i_2$$

Agora, usando a equação (5), e substituindo o valor de i_1 obtido acima, temos

$$2i_2 + i_2 = i_3 = 3 i_2$$

Substituindo este resultado, $i_2=i_3/3$ na equação (7) e simplificando, chegamos a

$$i_3 = \frac{4,5 \times 3}{50} A = 0,27A$$

É bem simples, agora, encontrar as outras correntes:

$$i_2 = \frac{i_3}{3} = \frac{0,27}{3} = 0,09A$$

Agora, com a equação 5,

$$i_1 = i_3 - i_2 = 0,27A - 0,09A = 0,18A$$

Claro, tudo isto pode ser conferido no simulador. Nem é tão difícil, afinal!

Carta V: A Chama da Sustentabilidade: Uma Jornada Interdisciplinar pela Casa Comum

Prezado(a) Colega Professor(a),

Com o eco das palavras de São Francisco de Assis em nossos corações – “Louvai a Deus!” – somos convidados a refletir sobre nossos gestos e ações em relação à “Casa Comum”, como o Papa Francisco denomina nosso planeta na encíclica *Laudato Si'*. Mais do que uma saudação, esse chamado é um convite à mudança, à revisão de comportamentos que impactam negativamente o meio ambiente. As crises climáticas, sociais, políticas e econômicas que assolam o mundo exigem uma resposta urgente e coletiva.

No Brasil, políticas públicas como o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA) buscam conscientizar os estudantes sobre questões ambientais. No entanto, por diversos motivos, essa abordagem nem sempre recebe a devida atenção.

É fundamental mostrar aos nossos alunos que a preocupação com o consumo consciente não se limita à escola. Todo o mundo está engajado na discussão e na busca por soluções para preservar nossa Casa Comum e evitar crises globais iminentes.

A educação, em sua dimensão mais ampla, possui um papel crucial na esfera social. Através dela, podemos promover a cidadania, a justiça social e a sustentabilidade.

Nesse contexto, convido você, meu amigo, a se juntar a mim em uma prática interdisciplinar espontânea. Através dessa jornada, refletiremos sobre o potencial energético e o consumo consciente de aparelhos elétricos e eletrônicos.

Nosso objetivo é desmitificar conceitos equivocados e promover a ideia de que o consumo consciente é fundamental para a construção de um futuro mais sustentável.

O excesso, por outro lado, deve ser evitado, pois coloca em risco os recursos naturais do planeta e a qualidade de vida das futuras gerações.

Acredito que, juntos, podemos contribuir para a construção de um mundo mais sustentável e consciente. Através da educação, do diálogo e da ação conjunta, podemos inspirar as novas gerações a cuidarem da nossa Casa Comum com responsabilidade e amor.

Ao abraçarmos a causa da sustentabilidade e promovermos o consumo consciente entre nossos alunos, contribuimos para a construção de um futuro mais promissor para todos. Através da educação, podemos inspirar as novas gerações a serem agentes de transformação social e ambiental.

Com os mais sinceros votos de sucesso,
Professor Eliel Felizardo

PLANO DE AÇÃO DIDÁTICO

Componente curricular: Física

**Conteúdo programático:
Energia elétrica e consumo consciente**

**Duração:
8 horas-aula**

**Habilidade:
EM13CNT301**

Resultados de aprendizagem esperados:

- Dar sentido à fórmula de potência de diferentes dispositivos com base na exploração de diferentes experimentos, exploração esta mediada pelo professor/pesquisador.
- Explorar com os alunos diferentes interpretações da fórmula associada ao uso da energia elétrica.
- Despertar nos alunos a ideia da sustentabilidade

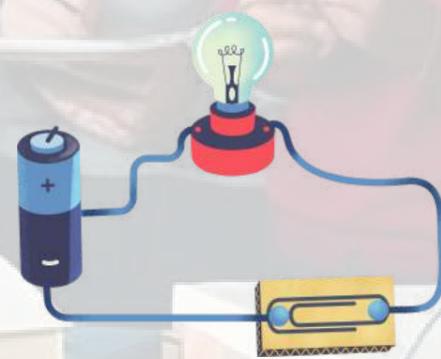
AVALIAÇÃO: A avaliação se dará ao longo do processo de construção da aprendizagem, com ênfase nos cálculos de potência (regra intuitiva e formal), o cálculo e as simulações de diferentes problemas com os comprovantes de energia elétrica e a avaliação por pares do podcast sobre as bandeiras tarifárias.

ETAPA I: Medindo a potência de alguns aparelhos elétricos

- Você já perguntou aos seus alunos qual é a potência de alguns aparelhos, mesmo que sejam simples, que eles usam em suas residências?
- Você já discutiu sobre os impactos sociais, políticos e econômicos que interferem na educação?
- Você já usou esses conhecimentos deles como base para criar uma abordagem didática do conceito de potência elétrica?

Para responder a essas perguntas e construir uma ação didática, utilizaremos a tomada para a medição de potência elétrica de dispositivos do cotidiano com a finalidade de verificarmos a potência e desmistificar o consumo energético das nossas casas.

Veja a descrição abaixo:



DISPOSITIVO PARA A MEDIÇÃO DE POTÊNCIA ELÉTRICA DE DISPOSITIVOS DO COTIDIANO

O dispositivo apresentado abaixo é similar às tomadas convencionais, exceto pelo fato de um dos fios de conexão, rígido, possuir um pequeno anel, no qual é facilmente acoplado um amperímetro de garra. O outro fio é enrolado de modo a formar uma bobina de 10 voltas. Se o amperímetro de garra for acoplado ao terminal com um anel, a leitura que ele fornecerá é diretamente a corrente que se quer medir, desde que, bem entendido, algum dispositivo (uma lâmpada de bulbo, por exemplo) seja conectado a uma das tomadas. Se o amperímetro de garra for acoplado ao anel com 10 voltas de fio, a corrente medida será 10 vezes maior. Isso é útil quando se quer medir dispositivos de (relativamente) baixo consumo, como carregadores de celular. O aparelho de medição operará mais afastado de seu limite inferior de escala, e fornecerá, conseqüentemente, leituras mais precisas. Bem entendido, nestes casos a leitura obtida no aparelho deverá ser dividida por 10. A potência (em watt) pode então ser calculada facilmente por meio do produto de V (volt) e i (em ampères), e comparada à que é especificada pelo fabricante.



Tomada para medição de potências de aparelhos eletrônicos utilizados no cotidiano.

Dicas didáticas

- Primeiramente, apresente os elementos de medição de potência elétrica, como tomadas, multímetros e amperímetros, bem como aparelhos elétricos comuns do cotidiano.
- Em seguida, conduza o experimento, com um estudante designado para registrar as potências medidas no quadro, enquanto os outros alunos anotam esses valores em fichas de registro. Eles podem então calcular o valor da potência em Watts e compará-lo com as especificações do produto.
- Essa atividade prática proporciona aos alunos a oportunidade de entender a relação entre os aparelhos elétricos que utilizam e a potência associada a esses dispositivos. Além disso, ela reforça a importância do consumo consciente de energia e do uso responsável de aparelhos elétricos.

Orientações:

Etapa 1: Com o amperímetro de garra você vai medir a tensão da corrente da tomada, colocando o amperímetro em corrente alternada (V) e com as ponteiros você deve medir e anotar. ($\cong 220$ V);

Etapa 2: Para medir a corrente utilizando o amperímetro de garra deve modificar o seletor para ampère (A), ligar para aparelho na tomada e fazer a aferição, em seguida anotar.

Entregar aos estudantes:

Estudantes! Todos nós já ouvimos muito sobre o consumo energético que os produtos elétricos e eletrônicos. Muitas das vezes, são mitos, por isso, a partir da atividade experimental acima, anote na tabela abaixo o aparelho elétrico e a respectiva corrente elétrica.

<u>Tomada</u>	V
APARELHOS	Watts (W)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

ETAPA II: Transformações de unidades

EXERCÍCIOS:

Antes de fazer os exercícios de potência, vamos praticar a transformação de unidades.

Sabendo que $1\text{kW} = \text{-----} \text{ W}$

1) Determine as conversões, utilizando a regra acima:

- a) 15kW em W
- b) 170W em kW
- c) 4kW em W
- d) 3540 W em kW

ETAPA III: Potência - Regra

Orientar: Observe os dados coletados na atividade experimental e vamos agora calcular a potência elétrica de cada aparelho.

Orientações:

Passo 1: Verificar a intensidade (A) de aparelhos elétricos ligados na tomada de voltagem aferida (V).

Passo 2: Calcular a potência em Watts (W) de cada aparelho e anotar no quadro abaixo.

CÁLCULO DE POTÊNCIA:

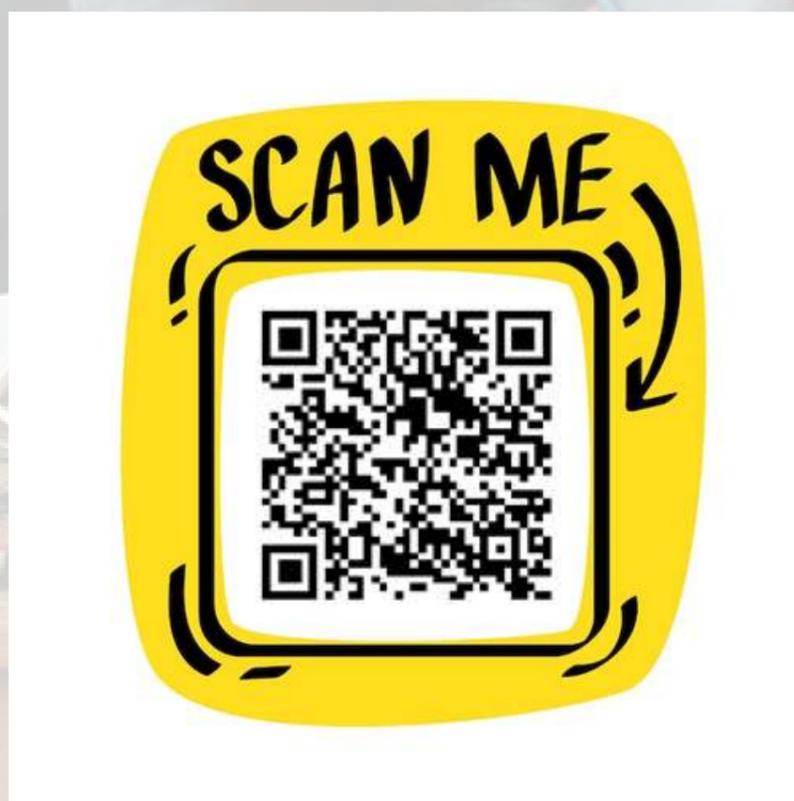
$$\text{Potência} = \text{Voltagem (V)} \cdot \text{intensidade (A)}$$

Fizemos a atividade experimental e calculamos a intensidade de alguns produtos mais utilizados em nossas casas, como o carregador do celular, o carregador do notebook, uma lâmpada acesa, entre outros. Mas, chegou a hora de determinarmos a potência elétrica desses aparelhos. Por isso, no espaço abaixo, liste os dispositivos elétricos aferidos experimentalmente e as suas respectivas potências em Watts e Quilowatts (lembre-se das conversões de medidas).

Aparelho aferido

Potência (em W e em kW)

Vamos calcular algumas potências de aparelhos que conhecemos? Acesse o código QR abaixo, que você encontrará a teoria e algumas atividades para resolver!



ETAPA V - Gasto consciente

Para iniciar o ensino sobre o gasto consciente, o professor lerá um trecho da encíclica Laudato Si' e pedirá em discussão espontânea o que os alunos entendem. É importante frisar que não é um aspecto somente religioso, mas também social e econômico em que o mundo se encontra a refletir e a procurar soluções significativas para combater o consumo desenfreado de energia.

Se nos aproximarmos da natureza e do meio ambiente sem esta abertura para a admiração e o encanto, se deixarmos de falar a língua da fraternidade e da beleza na nossa relação com o mundo, então as nossas atitudes serão as do dominador, do consumidor ou de um mero explorador dos recursos naturais, incapaz de pôr um limite aos seus interesses imediatos. Pelo contrário, se nos sentirmos intimamente unidos a tudo o que existe, então brotarão de modo espontâneo a sobriedade e a solicitude. (Francesco, 2010)

Questionar aos alunos sobre que atitudes são essas de consumidor ou de um mero explorador dos recursos naturais e quais são essas atitudes que devemos ter de modo espontâneo para sermos conscientes.

Em seguida, propor exercícios em conjunto utilizando a regra aprendida acima para determinar o gasto de energia dos aparelhos elétricos.

$$\text{Potência} = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}} \rightarrow \text{Energia} = \text{Potência} \cdot \text{tempo}$$

EXEMPLOS DE SITUAÇÕES-PROBLEMA

Exemplo 1: Vamos examinar o consumo e o custo de energia elétrica de Rita que possui um secador de cabelo, cuja potência $P = 800\text{W}$ e fica ligado durante meia hora (tempo = 0,5h), esse aparelho gasta a seguinte quantidade de energia:

$$\text{Energia} = \text{Potência} \cdot \text{tempo} \rightarrow E = 800 \cdot 0,5 \rightarrow E = 400\text{Wh}$$

Supondo que (um quilowatt-hora) custa R\$ 1,40, quanto custará essa secagem de cabelo?

Para obter a resposta, multiplica-se o valor do pela energia gasta, também em kWh.

Sabemos que $E = 400\text{Wh}$, transformamos de W para kW ($800\text{ W} = 0,800\text{ kW}$), e calculamos a energia (em kWh, a unidade da companhia de energia): $E = 0,4\text{kWh}$. Então:

$$\bullet \quad \text{R\$ } 1,40 \cdot 0,4 = \text{R\$ } 0,56$$

Agora, calcule o custo de energia elétrica se Rita usar o secador de cabelo durante 30 dias.

$$\text{R\$ } 0,56 \cdot 30 = \text{R\$ } 16,80$$

Exemplo 2: Mariana tem em sua casa um chuveiro, de 7000 W de potência e o seu banho demora até cantar quatro músicas do cantor Gustavo Lima, com o aparelho funcionando durante 15 minutos. Determine a quantidade de energia gasta e o custo de energia elétrica do banho. (Suponha que custe R\$ 1,40).

$$E \rightarrow 7000 \cdot 0,25 \rightarrow E = 1750\text{ Wh}$$

$$E = 1750\text{Wh} \rightarrow E = 1,75\text{ kWh}$$

$$\text{R\$ } 1,40 \cdot 1,75 = \text{R\$ } 2,45$$

Utilizando a regra acima, faça os exercícios seguintes:

1) Leia a situação-problema abaixo.

Josué comprou um ar-condicionado para a sua casa, e na caixa do produto dizia que a potência era de 1500 .

Você considera que o custo de operação deste aparelho será (baixo – médio – alto)?
Você consegue argumentar sua resposta? Uma pista: em quais condições o custo de operação do aparelho seria alto?

2) Leia os problemas a seguir e tente resolver.

a) Quantos kWh são consumidos por um produto que tem 70W de potência em 15 minutos?

b) Quantos kWh são consumidos por uma estufa de 1500W de potência em 3 horas?

c) O chuveiro elétrico de uma residência possui potência elétrica equivalente a 5000 W. Sabendo que nessa casa moram cinco pessoas e que cada uma toma dois banhos diários de 15 min, determine o consumo de energia elétrica mensal em kWh correspondente ao uso do chuveiro nas condições indicadas.

d) Em uma época de intenso calor, um aparelho de ar-condicionado com potência de 1500 W ficou ligado por mais tempo, chegando à marca mensal de consumo igual a 10500Wh. Determine por quanto tempo esse aparelho ficou ligado por dia. Este resultado faz sentido para você? Em outras palavras, o tempo te pareceu muito pequeno, ou razoável, ou muito longo? Podes explicar?

Acesse as respostas clicando aqui

ETAPA VI - Comprovante de energia elétrica

Previamente, o professor solicita aos alunos que tragam contas de luz de suas casas para serem utilizadas em sala de aula, se possível, as mais recentes.

Nesta etapa, solicitar que os alunos observem nas contas de luz quantos kWh foram consumidos e anotem no espaço abaixo:

Mês de referência = _____ kWh: _____

Feito isso, o professor solicitará que analisem o valor a ser pago:

Mês de referência = _____ Dias de consumo = _____ Valor (em R\$): _____

Logo após, em uma roda conversar sobre o gasto consciente, sobre os aspectos econômicos, políticos e sociais envolvendo a energia elétrica, as diferenças de valores da área urbana e área rural e os incentivos de se colocar placas solares.

ETAPA VII - Consumo consciente

Nesse momento, o professor organiza a turma em um semicírculo e discute que agora farão atividades que dirão respeito ao consumo energético consciente, pensando não somente neles, mas também nos familiares, amigos e comunidade.

O professor poderá iniciar mais ou menos assim: Agora iremos explorar o que está oculto nos comprovantes de energia trazidos por vocês e que às vezes não nos damos conta. Para isso, sigam as tarefas abaixo:

Observe a conta de luz apresentada e faça o que se pede:

- Determine a quantidade de kWh no mês de abril de 2022.
- Determine o valor a ser pago nessa conta de luz.
- Determine o valor de 1 kWh.
- Utilizando o valor de 1kWh calcule o custo de energia em uma casa em que moram 4 pessoas, o chuveiro tem 8000W de potência e cada pessoa demora 15 minutos no banho, tomando 2 banhos ao dia.
- Com o valor calculado acima (item c), pergunta-se: Que atitudes da família podem reduzir o gasto, de modo que o consumo se torne mais consciente. Tente argumentar no que as medidas que você sugeriu como resposta aumentarão (ou diminuirão) o conforto, a higiene, a saúde das pessoas. Você acha que as medidas que você sugere deveriam ser impostas a todos os membros da casa, ou “negociadas”? Tente argumentar sua resposta.
- Com o valor calculado acima (item c), pergunta-se: Em uma escola há 10 salas de aula com lâmpadas de 70W e ficam ligadas durante 8h. Calcule a quantidade de energia e o consumo.
- Com o valor da questão f, responda e justifique: que atitudes a escola poderia tomar para diminuir o consumo de energia? Neste caso, é razoável uma tentativa de diminuir o consumo? Tente justificar os argumentos a favor da tentativa de diminuição do consumo, e os argumentos contra esta tentativa.
- Utilize seu smartphone e pesquise. Após, compartilhe com os colegas formas de consumo de energia mais eficientes.

ETAPA VIII - Bandeiras tarifárias

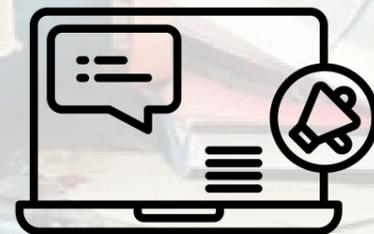
Inicialmente retomando em um esquema no quadro todos os tópicos já discutidos nos encontros (Energia elétrica, gasto consciente, consumo consciente, aspectos econômicos, sociais e políticos do consumo de energia, entre outros), após o professor passará a tarefa de fazer um podcast consciente, ou seja, nessa aula eles pensarão, criarão roteiro e gravações para um podcast voltado para as formas de economia de energia elétrica que todos podem praticar (em casa, escola, entre outros).

Uma dica para ajudar a montar um roteiro para seu *podcast* é seguir as instruções abaixo:

DICAS PARA MONTAR O ROTEIRO

- Introdução
- Apresentação do convidado
- Transição
- Assunto X
- Assunto y
- Pergunta para o convidado

ETAPA IX - Bandeiras tarifárias



Questionar os alunos: “Você sabe qual a diferença que a bandeira tarifária faz em nossas contas mensais”? Fazer uma discussão no grande grupo, permitindo que todos opinem. Feito isso, todos irão acessar o site da CPFL (<https://www.cpfl.com.br/bandeiras-tarifarias>), concretizando assim a conversa de como de fato funciona a cobrança na bandeira de energia elétrica, usando os dados extraídos em aulas anteriores.

Logo após, para finalizar essa etapa os alunos irão desenvolver duas tarefas:

TAREFA 1: Jogar na plataforma on-line Wordwall (<https://wordwall.net/resource/54760480>);

TAREFA 2: Com base no jogo que acabamos de usar, junte-se a um colega e crie a sua própria atividade sobre o consumo consciente (após todos irão experimentar o jogo dos seus colegas).

ETAPA X - Bandeiras tarifárias

Nesta aula os grupos irão apresentar seus podcasts para os colegas, fazendo-se uma avaliação em pares (vide modelo abaixo).

AVALIAÇÃO DOS PODCASTS

No decorrer de cada uma das apresentações elabore seu parecer, com base nos estudos realizados, considerando:

- Os principais componentes de um podcast, comentando/opinando sobre possíveis complementações no trabalho do/a colega.
- Os estudos acerca das bandeiras tributárias, explicações e exemplos vistos em aula.



O CONSUMO CONSCIENTE COM O USO DO SIMULADOR

No material a seguir, disponibilizamos um guia de como trabalhar o consumo consciente com o uso do simulador PHET.

Em cada etapa, se encontra o material necessário, uma descrição sucinta, a organização da turma, mas o tempo necessário, deixamos em aberto para que você [professor] possa trabalhar de forma espontânea e os alunos construam as habilidades de manusear o software e de compreenderem um pouco mais sobre o consumo consciente.

Para ter acesso a este material acesse ao Qr Code abaixo, imprima e utilize!



Bom trabalho!

As sugestões de aulas que seguem não foram aplicadas, mas no mesmo viés experimental, acreditamos que possa ser útil e rico em aprendizado.

Carta VI: Navegando pelos 'Minimundos' da Aprendizagem: Uma Abordagem Dialógica e Chevalardiana para o Ensino da Associação de Resistores

Prezado(a) Colega Professor(a),

A jornada do ensino, como bem se sabe, não se resume a um mapa pré-definido e um destino único. Em cada sala de aula, encontramos diversos “minimundos”, cada um com suas paisagens, culturas e formas de pensar. É nesse universo rico e plural que reside a beleza e o desafio da nossa missão: guiar os alunos em sua jornada de aprendizado.

Ao contrário de alunos passivos e meramente receptivos a conteúdos prontos, as novas gerações clamam por voz, participação ativa e protagonismo na construção do conhecimento. Essa mudança exige de nós, professores, uma postura mais dinâmica e engajada, buscando estratégias que transformem a sala de aula em um palco de descobertas e construção coletiva.

A experimentação, ferramenta fundamental para a aprendizagem significativa, permite que os alunos explorem os conceitos por si mesmos, formulando hipóteses, testando-as e construindo seus próprios conhecimentos. A sistematização, por sua vez, organiza e consolida os saberes adquiridos, dando-lhes forma e significado.

A modelagem matemática, utilizada de forma dialógica e contextualizada, oferece uma poderosa ferramenta para o ensino da associação de resistores. Através da construção de modelos matemáticos que representam os fenômenos físicos, os alunos podem:

Visualizar e compreender conceitos abstratos: A tradução de conceitos físicos em linguagem matemática permite aos alunos visualizar as relações entre as variáveis e os princípios físicos envolvidos.

Explorar diferentes cenários e situações: Através da manipulação das variáveis no modelo matemático, os alunos podem investigar diversos cenários e situações, aprofundando sua compreensão dos conceitos.

Desenvolver habilidades matemáticas: A modelagem matemática contribui para o desenvolvimento de habilidades matemáticas essenciais, como a resolução de problemas, a análise crítica e o pensamento lógico.

Inspirados na teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard, podemos construir uma abordagem pedagógica que valoriza a interação e a construção de saberes. Essa abordagem se caracteriza pela:

centralidade do aluno: O aluno assume o papel principal no processo de aprendizagem, construindo seu próprio conhecimento através da experimentação, da reflexão e do diálogo;

interação como ferramenta: A interação entre os alunos, entre o professor e os alunos e entre os alunos e o conhecimento é fundamental para a construção de saberes;

valorização do erro: O erro é visto como parte natural do processo de aprendizagem, uma oportunidade para o aprendizado e a reflexão.

A avaliação deve ir além da mera verificação de respostas corretas. É fundamental considerar o processo de construção do conhecimento, os erros cometidos, as hipóteses formuladas e as argumentações dos alunos. Essa avaliação formativa permite acompanhar o desenvolvimento individual de cada aluno e fornecer feedback construtivo para auxiliar na sua aprendizagem.

Ao abraçarmos uma abordagem dialógica, chevalardiana e baseada na experimentação e na modelagem matemática, podemos transformar o ensino da associação de resistores em uma experiência significativa e engajadora para os alunos. Juntos, podemos construir uma educação que valoriza a diversidade, a autonomia e a construção coletiva do conhecimento.

Com os mais sinceros votos de sucesso,
Professor Eliel Felizardo

PLANO DE AÇÃO DIDÁTICO

Componente curricular: Física

**Conteúdo programático:
Associação de resistores em série**

**Duração:
8 horas-aula**

**Habilidade:
EM13CNT308**

Resultados de aprendizagem esperados:

- Desenhar diagramas de associações de resistores.
- Calcular a resistência equivalente de resistores associados em série.
- Manipular softwares que simulam os cálculos sugeridos acima.

AVALIAÇÃO: A avaliação se dará ao longo do processo de construção da aprendizagem, com ênfase nos cálculos de associação de resistores em série e nas simulações de diferentes problemas.

ENCONTRO 1: Caso de Ensino:

Etapa 1: Iniciar o encontro formando grupos de dois a três estudantes e distribuir uma cópia do caso para cada um dos grupos, veja abaixo:

“Quando eu tinha treze ou quatorze anos, montei um laboratório na minha casa. Ele consistia numa velha caixa de madeira na qual eu coloquei algumas prateleiras. (...) Eu também tinha um acumulador e um banco de lâmpadas. Para construir o banco de lâmpadas, desci a uma loja que vendia tudo a dez ou cinco centavos, comprei alguns bocais que você pode atarraxar a uma base de madeira e conectei-os a pedaços de fio de campainha. Ao fazer diferentes combinações de interruptores - em série (...) Mas o que eu não havia percebido era que a resistência de uma lâmpada depende de sua temperatura; então os resultados dos meus cálculos não foram os mesmos que aquela coisa que saía do circuito. Mas não estava tudo bem, já que quando as lâmpadas estavam em série, todas meio acesas, elas NÃO brilhavaaaaaavam, NÃO era muito lindo, era um pouco decepcionante!” (Richard Phillips Feynman Deve ser brincadeira, sr. Feynman. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, tradução de Cláudia Bentes David).

Suponham que vocês sejam o jovem Feynman (o físico Feynman aparece por uma ou duas vezes no filme “Oppenheimer”, ligado ao Projeto Manhattan e à bomba atômica) e queiram descobrir o motivo que as lâmpadas associadas (em série) não brilhavam muito e não era muito bonito visualmente. Por isso, você deve encontrar uma solução para estes problemas: por que as lâmpadas não brilhavam muito? Por que a temperatura afetava os cálculos feitos por ele? E a tensão aplicada a estes circuitos qual deve ser e o que afeta?

Etapa 2: o professor destina um tempo (10 min) para que os estudantes, após terem feito a leitura do caso, façam perguntas com o objetivo de esclarecer a tarefa.

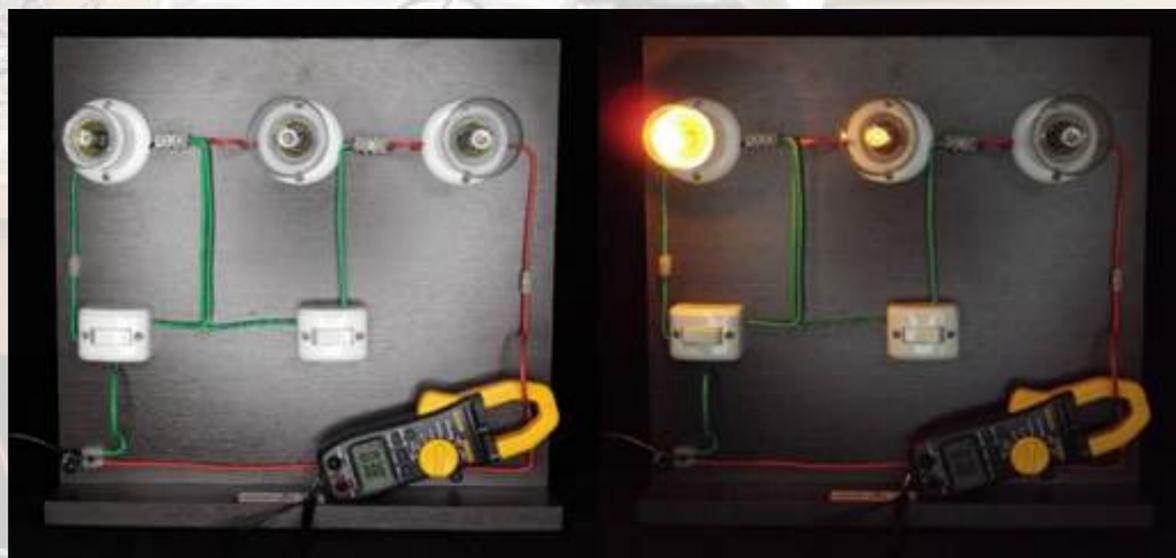
Etapa 3: os estudantes analisam o caso, levantam os dados disponíveis, identificam problemas, propõem questões e refletem sobre os conhecimentos que eles possuem e que podem auxiliar na resolução do caso. Por sua vez, o professor promove uma discussão sobre o caso, colocando-o também questões e guiando a discussão em direção a pontos importantes do problema, mas jamais dando previamente as respostas a essas questões. (Tempo estimado: 20 min).

Etapa 4: o professor sorteia um membro de cada grupo para expor oralmente suas soluções para a situação apresentada, que será discutida ao final do próximo encontro.

(É importante que o professor tenha o registro das soluções apresentadas pelos grupos: anotação, foto, gravação de áudio, etc.). (Tempo estimado: 20 min)

ENCONTRO 2: Experimentação Guiada: ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE

O painel dupla face desenvolvido pela UCS com a verba do CNPq servirá para explorar o conceito de associação em série. A exploração do painel se torna bastante contra intuitiva no momento em que as lâmpadas conectadas em série são aquelas cujas etiquetas do fabricante especificam 70 W, 220 V; 40 W, 220 V e 25 W, 220 V (o painel só produz os resultados aqui descritos quando as lâmpadas são de filamento). A lâmpada que brilha mais é aquela cuja etiqueta é a de 25 W (lâmpada à esquerda na imagem à direita). As medições de corrente (todas as correntes são iguais) e de DDP permitem “decifrar” facilmente a charada. Os estudantes gostam de perguntar porque o painel não foi montado com três chaves, uma para cada lâmpada. Rapidamente eles percebem que, se existissem três chaves, e se todas elas fossem acionadas ao mesmo tempo, a configuração produziria um curto circuito. Diversas outras atividades e explorações são descritas em CATELLI, F. V. Villas Boas, F. S. SILVA. Modelos em ambientes de aprendizagem de Física: circuitos elétricos simples. In: João Bernardes da Rocha Filho. (Org.). Física no Ensino Médio: Falhas e Soluções. 2 ed. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2015, v. 1, p. 69-78.

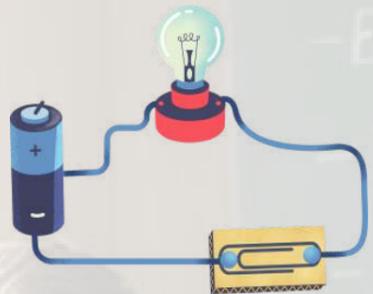


Face do painel onde três lâmpadas (apagadas na imagem da esquerda e acesas na da direita) estão conectadas em série.

Inicialmente o (a) professor (a) explicará que esta é uma associação em série, fazendo uma analogia a um cano de água em que se liga a torneira e vai abastecendo três torneiras ligadas umas às outras com canos de diferentes diâmetros.

Em seguida, o (a) professor (a) desenha no quadro um circuito semelhante, colocando três resistências e duas tomadas e uma fonte de energia.

Feito isso, pede que um aluno (a) faça as anotações no quadro e que todos também anotem em seus cadernos, juntamente com o desenho.



O experimento é desenvolvido em algumas etapas, descritas abaixo:

Etapa 1: Com o voltímetro medir a diferença de potencial ($\cong 220V$)

Etapa 2: Colocar três lâmpadas de filamento, explicar aos alunos o motivo de serem lâmpadas de filamento e não lâmpadas de LED, pois estas já possuem um circuito elétrico que se ajusta segundo a tensão na qual a lâmpada é ligada (110 V ou 220 V).

Etapa 3: Medir a tensão de cada uma das lâmpadas e anotar (V_1 , V_2 e V_3)

Etapa 4: Perguntar aos alunos o que vai acontecer quando se ligar o painel na tomada. Pedir também que eles anotem as respostas.

Etapa 5: Questionar os alunos sobre o fato de a lâmpada de menor potência (25W, informando que essa potência só é obtida quando a lâmpada está ligada em 220V) é a que mais brilha, a de 42W brilha um pouquinho e a lâmpada de 70W parece estar apagada. Anotar as respostas.

Etapa 6: Indagar: E se eu tirar a lâmpada de 70W, o que acontecerá? Anotar as respostas.

Etapa 7: Tirar a lâmpada de 70W. Anotar as observações.

Etapa 8: Após, explicar que o cálculo do resistor equivalente de uma associação em série é dado pela fórmula:

$$R=R_1+R_2+R_3$$

Etapa 9: Pedir que os alunos calculem o valor da resistência equivalente. Anotar o resultado.

Encontro 3: Atividade computacional



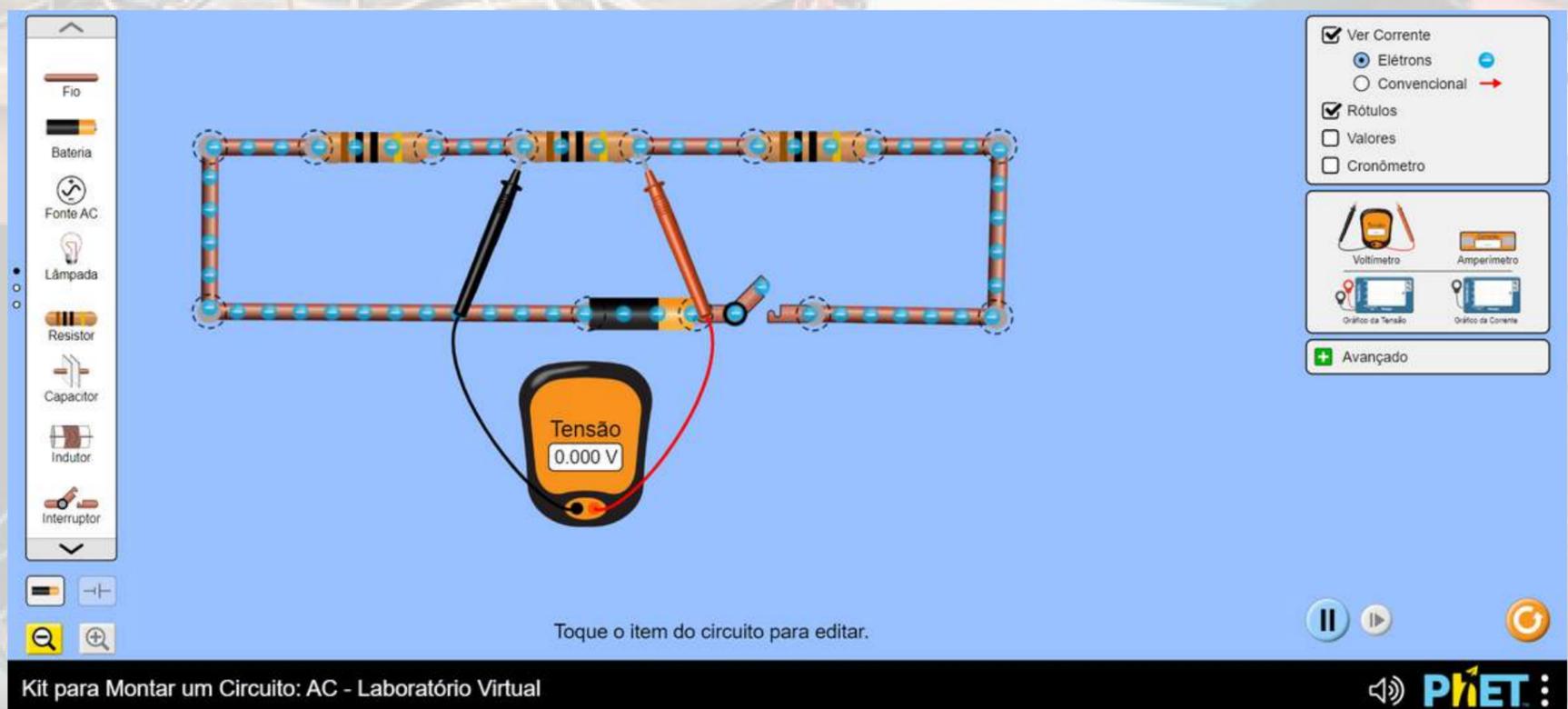
Resolvendo problemas de associação em série com o auxílio de simuladores

Como fazer a associação de resistores em série com diferentes quantidades de lâmpadas?

1) Abra o simulador “Kit para Montar um Circuito: AC - Laboratório Virtual” (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)

2) Inicialmente, atue na interface da forma que desejar, explorando o simulador. Anote alguma coisa interessante que você notou.

3) Agora, faremos uma exploração um pouco mais dirigida. As lâmpadas e resistores disponíveis na simulação oferecem a opção de regular a resistência. Para isso clique no componente e quando aparecer a barra na parte inferior da tela regule a resistência. O mesmo vale para as baterias. Inicialmente associe três resistores de diferentes voltagens em série, colocando amperímetros nas extremidades da associação. Ligue a associação a uma bateria. Ligue o interruptor e verifique o valor medido da corrente. Use a figura abaixo como referência para montar o circuito de resistores.



3.1. Use o voltímetro para medir as tensões em cada resistor.

3.2. Tire um resistor da associação e verifique novamente o valor da corrente e a tensão em cada resistor.

3.3. Substitua dois resistores em série por lâmpadas de mesma resistência.

3.4. Ligue e observe o valor das correntes, a tensão em cada lâmpada e o brilho.

3.5. Acrescente mais uma lâmpada à associação em série e verifique a tensão em cada lâmpada e o brilho delas.

4. Faça um esquema (desenho) que represente o experimento realizado na simulação e indique o valor da corrente, das resistências e da tensão em cada elemento.

SISTEMATIZAÇÃO DO CONTEÚDO:

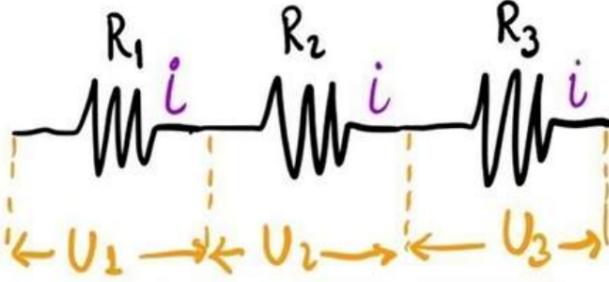
Para iniciar a sistematização do conteúdo, o professor retomará o caso de ensino e as soluções apresentadas por cada grupo.

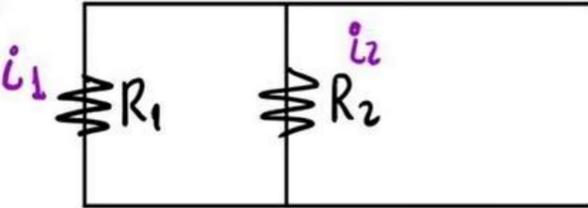
O professor fará uma discussão com os grupos sobre as soluções e quais apresentam resultados melhores para a questão proposta, após, proporá que os alunos pesquisem a teoria da associação em série em seu livro didático (referência básica) e montem um mapa conceitual sobre a associação em série, tendo as representações, como calcular e exemplos de exercícios resolvidos (conforme modelo abaixo).

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Resistor: 

@prof Henrique jt

Em série =  (Mesmo i)
 $U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$
 $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

Em Paralelo =  (Mesmo U)
 $i = i_1 + i_2 + \dots$
 $R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ ou $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

• Dica: Para Resistores Iguais $R_{eq} = \frac{R}{n}$ → n° Resistores

Fonte: Study maps

Ao final do encontro, o professor solicitará que cada estudante faça cinco situações-problemas sobre associação em série e entregue ao professor. O professor recolherá estas questões e fará adaptações que sejam necessárias para a compreensão, concordância, etc. Na próxima aula será disponibilizado uma lista de exercícios para os alunos realizarem em sala de aula com as perguntas elaboradas por eles.

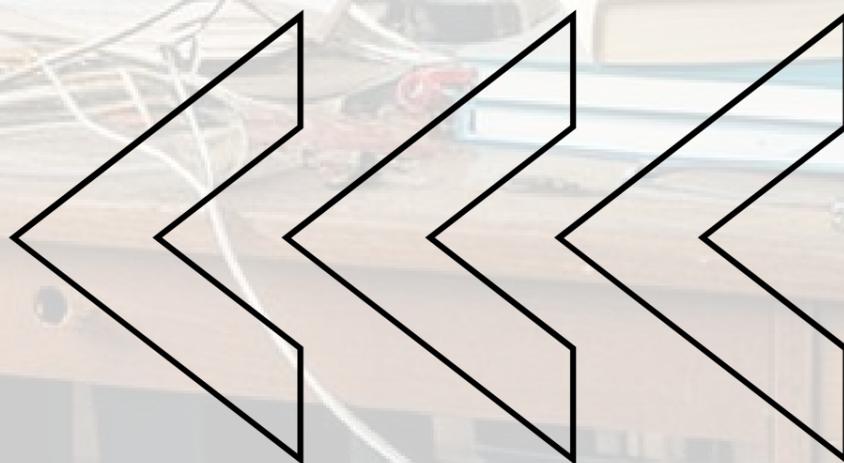
Encontro 4: Exercícios em sala de aula

Etapa 1: o professor separará a turma em duplas e/ou trios, entregará o material e solicitará que todos os integrantes façam os registros das resoluções dos exercícios.

Etapa 2: várias vezes, durante a aula, o professor intercala períodos de exposição dialogada (duração não superior a 10 min) com exercícios selecionados, isto é, sorteará alguns exercícios para que os alunos apresentem sua solução para o grupo.

Etapa 3: ao final da aula, o professor recolherá aleatoriamente os registros de um membro do grupo. Esse procedimento servirá para o professor analisar os erros, bem como os acertos imediatos, para avaliar se teve interesse e comprometimento dos estudantes.

No Qr-Code abaixo, você, professor encontrará uma lista de atividades que possa ser utilizado com os seus estudantes, caso opte por essa estratégia.



PLANO DE AÇÃO DIDÁTICO

Componente curricular: Física

**Conteúdo programático:
Associação de resistores em paralelo**

**Duração:
8 horas-aula**

**Habilidade:
EM13CNT310**

Resultados de aprendizagem esperados:

- Desenhar por meio de diagramas associação de resistores.
- Calcular resistores em paralelo.
- Manipular softwares que simulam os cálculos apresentados acima.

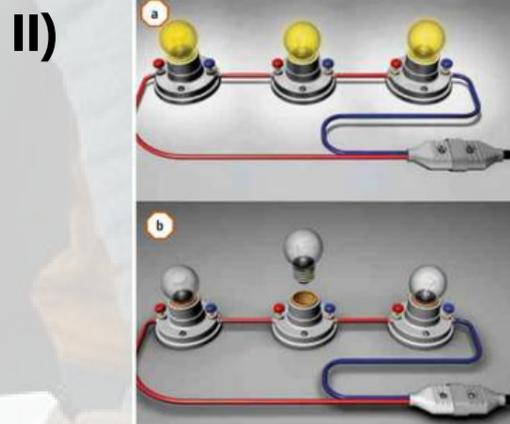
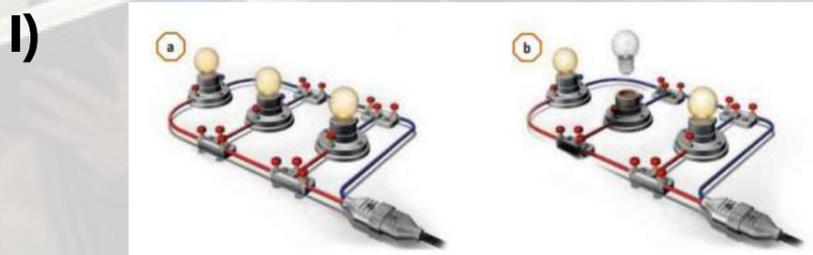
AVALIAÇÃO: A avaliação se dará ao longo do processo de construção da aprendizagem, com ênfase nos cálculos de associação de resistores em paralelo e as simulações de diferentes problemas.

ENCONTRO 1: Think-pair-share: ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

Think-pair-share

ETAPA 1: Pense: o professor fará com que os estudantes se coloquem a pensar por meio da pergunta a seguir. Os estudantes terão três minutos para pensar sobre a questão (esta etapa será feita individualmente).

OBSERVE AS IMAGENS:



Em sua opinião, há diferença nas imagens e nas associações dos resistores? Em caso afirmativo, você poderia informar qual (is)?

ETAPA 2 – Discuta com um par: usando parceiros designados, vizinhos próximos ou companheiros de mesa, os estudantes formarão duplas para discutir sobre a resposta de cada um. Eles são estimulados pelo professor a comparar as suas notas (mentais ou escritas) e identificar as respostas que acham melhores, mais convincentes, ou mais originais.

ETAPA 3 - Compartilhe com o grande grupo: depois que os estudantes conversarem em pares por alguns momentos (novamente, um tempo de um minuto) o professor pedirá que os pares compartilhem suas ideias com o restante da turma. (Isso pode ser feito por meio de um sorteio, ou ordem alfabética, ordem de grupo, etc.) O professor irá escrever essas respostas no quadro ou gravá-las usando um aplicativo do celular, para os estudos posteriores.

ENCONTRO 2: Experimentação Guiada: ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

O lado do painel apresentado na figura abaixo (com as lâmpadas apagadas, à esquerda, e acesas, à direita) corresponde à conexão de 3 lâmpadas de filamento, em paralelo. (As lâmpadas são de filamento por configurarem, desta forma, resistores “puros”: a indutância e a capacitância associadas são desprezíveis). As três chaves permitem qualquer combinação desejada de lâmpadas acesas. Para cada lâmpada há um anel de medição de corrente, por meio de um amperímetro de garra. Há um quarto anel para a medição da corrente total do circuito. As lâmpadas possuem potências e tensões de 70 W, 220 V, de 40 W, 220 V e 25 W, 220 V.

As duas chaves, ligadas em paralelo, respectivamente, a cada uma das duas lâmpadas mais à esquerda, permitem, quando ligadas, que a corrente “desvie”, praticamente por completo, através delas. Assim, a lâmpada cuja chave é conectada não acende (poderia até ser retirada). Ao mesmo tempo, as outras lâmpadas têm seus brilhos aumentados.



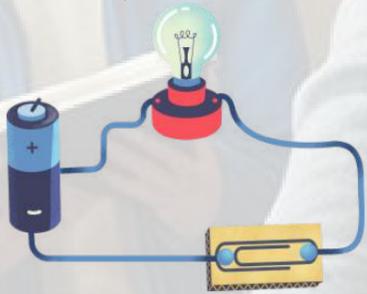
Face do painel onde três lâmpadas (apagadas na imagem da esquerda e acesas na da direita) estão conectadas em paralelo.

Inicialmente o (a) professor (a) explicará o motivo que esta é uma associação em paralelo, fazendo uma analogia, por exemplo, com uma casa, em que uma pessoa chega e liga a lâmpada da cozinha, depois a apaga, liga a da sala, etc. Ele argumenta, assim, que apagar ou acender qualquer lâmpada não afeta o estado (ligado / desligado) de todas as outras lâmpadas.

Em seguida, o (a) professor (a) desenha no quadro um circuito semelhante, colocando três resistências, três tomadas e uma saída de energia.

Feito isso, pede que um aluno (a) faça as anotações no quadro e pede que todos anotem em seus cadernos, juntamente com o desenho.

O experimento será desenvolvido em algumas etapas, descritas abaixo:



Etapa 1: Com o voltímetro, medir a diferença de potencial ($\cong 220V$)

Etapa 2: Colocar três lâmpadas de filamento, explicar aos alunos o motivo de serem lâmpadas de filamento e não lâmpadas de LED, pois estas já possuem um circuito elétrico que se ajusta segundo a tensão na qual a lâmpada é ligada (110 V ou 220 V).

Etapa 3: Medir a tensão de cada uma das lâmpadas e anotar (V_1 , V_2 e V_3).

Etapa 4: Perguntar aos alunos o que vai acontecer quando se ligar o painel na tomada. Pedir que anotem as respostas, para posterior conferência e discussão.

Etapa 5: Questionar os alunos acerca do motivo de se desligar a lâmpada de 70W as outras ficarem ligadas. Anotar as respostas.

Etapa 6: Indagar: E se eu tirar a lâmpada de 42W, o que acontecerá? Anotar as respostas.

Etapa 7: Tirar a lâmpada de 70W, eles verificam o que aconteceu. Pedir para que eles anotem as observações.

Etapa 8: Após, explicar que a regra do resistor equivalente da associação em paralelo é dada pela fórmula:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

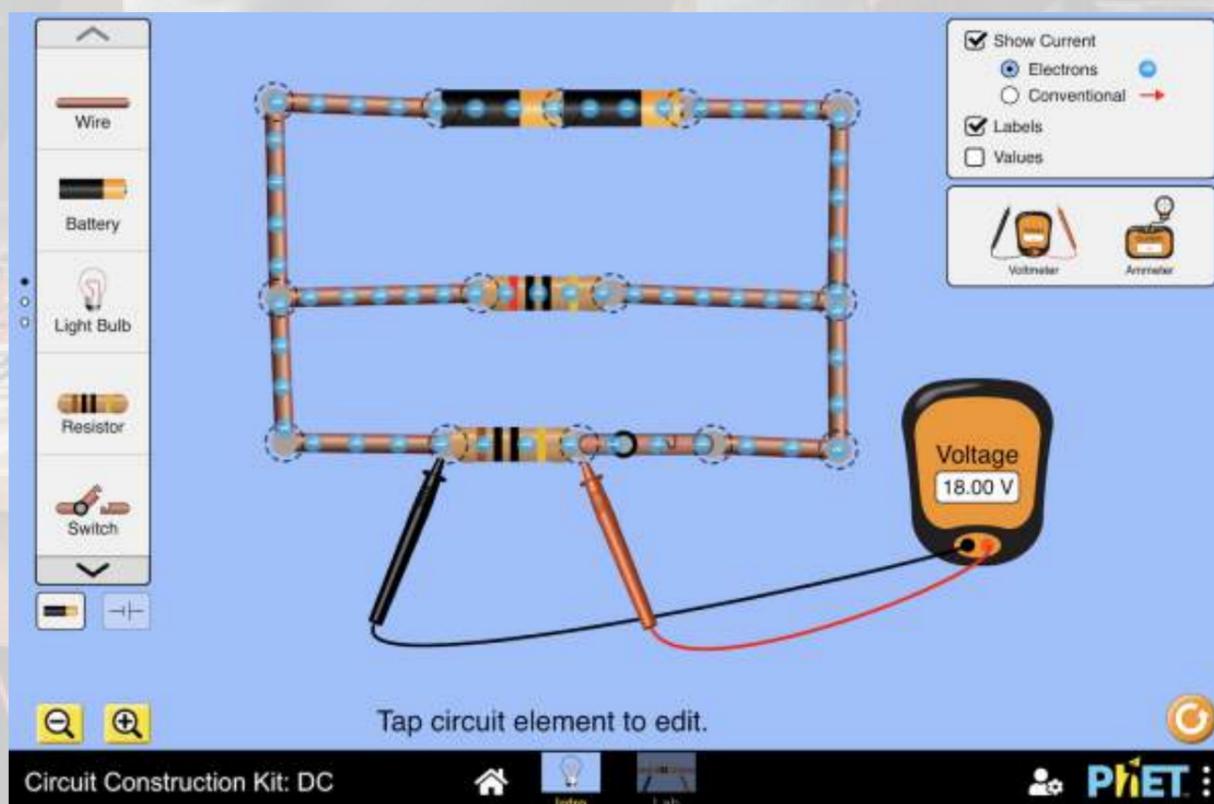
Etapa 9: Pedir que os alunos calculem o valor da resistência do resistor. Anotar o resultado.

ENCONTRO 3: Experimentação computacional



1. Abra o simulador “Kit para Montar um Circuito: AC - Laboratório Virtual” (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)
2. Reinicie a simulação e associe três resistores de 10Ω em paralelo, colocando amperímetros em cada ramo da associação.
3. Ligue a associação a uma bateria de 12V.

Ligue o interruptor e verifique o valor da corrente em cada ramo e a tensão em cada resistor. Use a figura abaixo como referência para montar o circuito de resistores em paralelo.



4. Tire um resistor da associação (clique em cima do resistor e use a tecla “delete”) e verifique novamente o valor da corrente e a tensão em cada resistor.
5. Substitua os dois resistores em paralelo por lâmpadas de mesma resistência. Ligue o circuito e observe o valor das correntes, a tensão em cada lâmpada e o brilho.
6. Acrescente mais uma lâmpada à associação em paralelo e verifique a tensão em cada lâmpada e o brilho delas.

Tarefa: Faça esquemas que representem os circuitos testados na simulação, indicando o valor da corrente, das resistências e tensões em cada elemento.

SISTEMATIZAÇÃO DO CONTEÚDO:

Para iniciar a sistematização do conteúdo, o professor retomará o caso de ensino (Etapa 1 do TPS) e as soluções apresentadas por cada grupo.

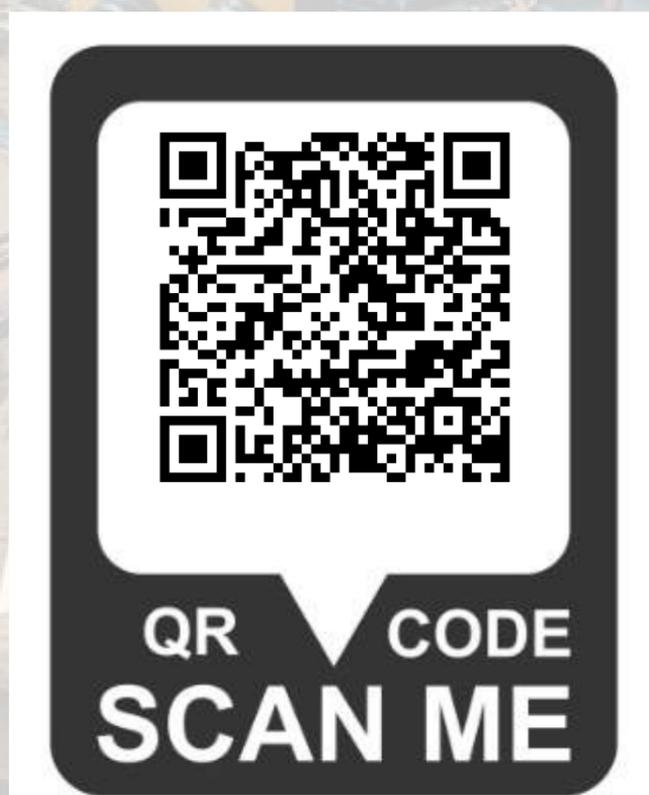
O professor fará uma discussão com os grupos sobre as soluções e quais apresentam resultados mais convincentes para a questão proposta. Após, proporá que os alunos pesquisem a teoria da associação em paralelo e, inicialmente, respondam:

- Qual a diferença entre as associações da questão inicial?
- Qual figura representa a associação em série? Por que você acha isso?
- Que figura representa a associação em paralelo? Você poderia explicar?

É importante que o professor se atente às respostas dos alunos e os indague quais razões os levaram a escolher as situações como sendo associações em série e em paralelo.

Feito isso, o professor explicará que a figura I é uma associação em paralelo e a figura II é uma associação em série e exporá os motivos, utilizando o experimento físico, retomando as anotações dos alunos e o experimento digital, em seguida, utilizando o livro de referência solicitará que os alunos façam um resumo da associação em paralelo, contendo definição, fórmula e exemplos. Por fim, é proposta a resolução de exercícios do livro didático.

Professor (a) no Qr-Code abaixo você encontrará tarefas sobre associação de resistores.



ENCONTRO 4: Exercícios (grupos com tarefas diferentes)

ETAPA 1: o professor apresentará os objetivos da atividade (revisar o conteúdo estudado a partir do simulador PHET) com destaque para a importância da participação ativa e colaborativa de todos, seja em benefício próprio ou dos colegas. É muito importante que todos deem a sua colaboração, que será registrada pelo professor. Em seguida, solicitará que a turma se organize em seis duplas.

ETAPA 2: cada grupo receberá um problema diferente por meio de um Qr-Code.

QR-Codes das questões a serem propostas:

PROBLEMA 1:



PROBLEMA 2:



PROBLEMA 3:



PROBLEMA 4:



Esses problemas devem ser solucionados com base em pesquisa e discussões. O professor passará uma lista com o número de integrantes do grupo, em cada um deles, para que cada estudante assine seu nome. Ou seja, o grupo Problema 1 será destinado aos estudantes 1 e 2, o grupo Problema 2 terá os integrantes 2 e 3, assim por diante, com os demais grupos. Durante esta etapa, a lista fica com o grupo, e um dos componentes, com a ciência de todos, fará anotações, ao lado dos nomes, registrando a participação de cada um. Para tanto, o professor explicará que a participação consiste em: questionar/problematizar, responder, procurar resolver, explicar ou demonstrar alguma forma de colaboração. Também durante esta etapa, o professor deve passar de grupo em grupo, orientando, dando dicas, não respostas, conforme entender que os estudantes estejam encaminhando a solução para o problema.

ETAPA 3: tendo cada um dos grupos resolvido o problema que lhe coube, o professor recolhe as listas com os nomes dos participantes de cada grupo e forma novos grupos, desta vez: Grupo 1, com os estudantes de número 1; Grupo 2, com os estudantes de número 2; e assim por diante.

ETAPA 4: socialização e discussão coletiva, com esclarecimentos, contando com a participação de todos, para o fechamento do estudo proposto.

One Minute Paper

Ao final de todo este processo da associação dos resistores em série e em paralelo, serão entregues aos alunos filipetas (pequenas tiras de papel) para que os alunos escrevam possíveis dúvidas que ainda existam sobre os conceitos construídos e trabalhados sobre as associações em série e em paralelo.



PLANO DE AÇÃO DIDÁTICO

Componente curricular: Física

**Conteúdo programático:
Associação mista de resistores**

**Duração:
8 horas-aula**

**Habilidade:
EM13CNT308**

Resultados de aprendizagem esperados:

- Desenhar diagramas de associação de resistores.
- Calcular diferentes grandezas (tensão, corrente, resistência) de associações mistas de resistores
- Manipular softwares que simulam os cálculos referidos acima.

AVALIAÇÃO: A avaliação se dará ao longo do processo de construção da aprendizagem, com ênfase na simulação do problema dado.

Etapa 1: Inspiração

Ler a reportagem a seguir do Jornal Zero Hora de 2018:

Mais de 90% das escolas estaduais precisam de reforma na rede elétrica

Levantamento é da própria Secretaria Estadual de Educação; colégio em Viamão está sem luz há quatro meses devido a curto-circuito

Instaladas em prédios antigos e com manutenção escassa ao longo dos anos, mais de 90% das 2,5 mil escolas estaduais necessitam de algum tipo de reforma na rede elétrica. O levantamento é da própria Secretaria Estadual de Educação (Seduc). Nesta semana, GaúchaZH acompanhou o caso de dois colégios às escuras. A Escola Érico Veríssimo, em Viamão, está sem luz há quatro meses devido a um curto-circuito que atingiu a estrutura. Em Porto Alegre, a Escola Lucas de Oliveira enfrenta a falta de energia depois que a fiação foi roubada no início do mês.

Nesta semana, o governo gaúcho liberou R\$ 53,3 milhões em recursos para 349 instituições de ensino realizarem reformas e melhorias. Do total de colégios contemplados no Programa Autonomia Financeira, 73 vão destinar o valor para obras emergenciais na área elétrica.

De acordo com o secretário Ronald Krummenauer, um plano foi elaborado para minimizar as dificuldades da comunidade escolar.

— Um dos problemas que constatamos ser comum a mais de 90% das escolas está relacionado à parte elétrica. Muitas têm mais de 50 anos e nunca haviam recebido qualquer tipo de melhoramento — observa.

Por conta disso, a Seduc conversou com 11 universidades no Rio Grande do Sul para firmar um convênio. De forma voluntária, os alunos prestes a se formar nos cursos de Engenharia e Arquitetura e professores, sob supervisão de engenheiros da Secretaria Estadual de Obras, desenvolvem projetos de reforma elétrica nas escolas.

— Dessa forma, os custos são reduzidos e há agilização do processo — salienta Krummenauer.

O diretor-administrativo da secretaria, Rogerio Leal, detalha que foram criados 11 polos, cada um com uma universidade, e 70 estagiários foram contratados.

— Alguns trabalhos já estão sendo executados — garante Leal.

Neste convênio, conforme a Seduc, o repasse inicial para as obras é de R\$ 40 milhões, com prioridade para os 200 casos de maior gravidade. Os recursos são oriundos de um empréstimo junto ao Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Bird), além de contrapartida do governo do Estado.

Quatro meses sem luz

Após reportagem do Diário Gaúcho revelar que alunos da Escola Érico Veríssimo, de Viamão, estavam com as aulas prejudicadas devido à falta de energia elétrica há quatro meses, a Secretaria Estadual de Educação (Seduc) assinou contrato nesta sexta-feira (29) com a empresa ST Construtora, que vai receber R\$ 33 mil para a reforma. A expectativa é que as obras iniciem na próxima terça-feira, dia 3 de julho.

A falta de energia na escola foi provocada depois de um curto-circuito na rede elétrica. O fato aconteceu em 23 de fevereiro. Desde então, os alunos precisam contar com a claridade natural para conseguir estudar.

Só falta religar a energia

Na Escola Felipe de Oliveira, em Porto Alegre, o retorno da energia elétrica depende apenas da CEEE. Depois do furto da fiação, no início do mês, a Seduc garantiu o conserto e a segurança do prédio no período da noite. Agora, de acordo com a direção do colégio, é necessária a religação da energia pela concessionária. A solicitação já foi feita pela própria secretaria junto à empresa de energia. Questionada pela reportagem, a CEEE informou que uma equipe deve visitar a escola nesta sexta-feira (29). “Se estiver de acordo, a energia será restabelecida”, informa a nota.

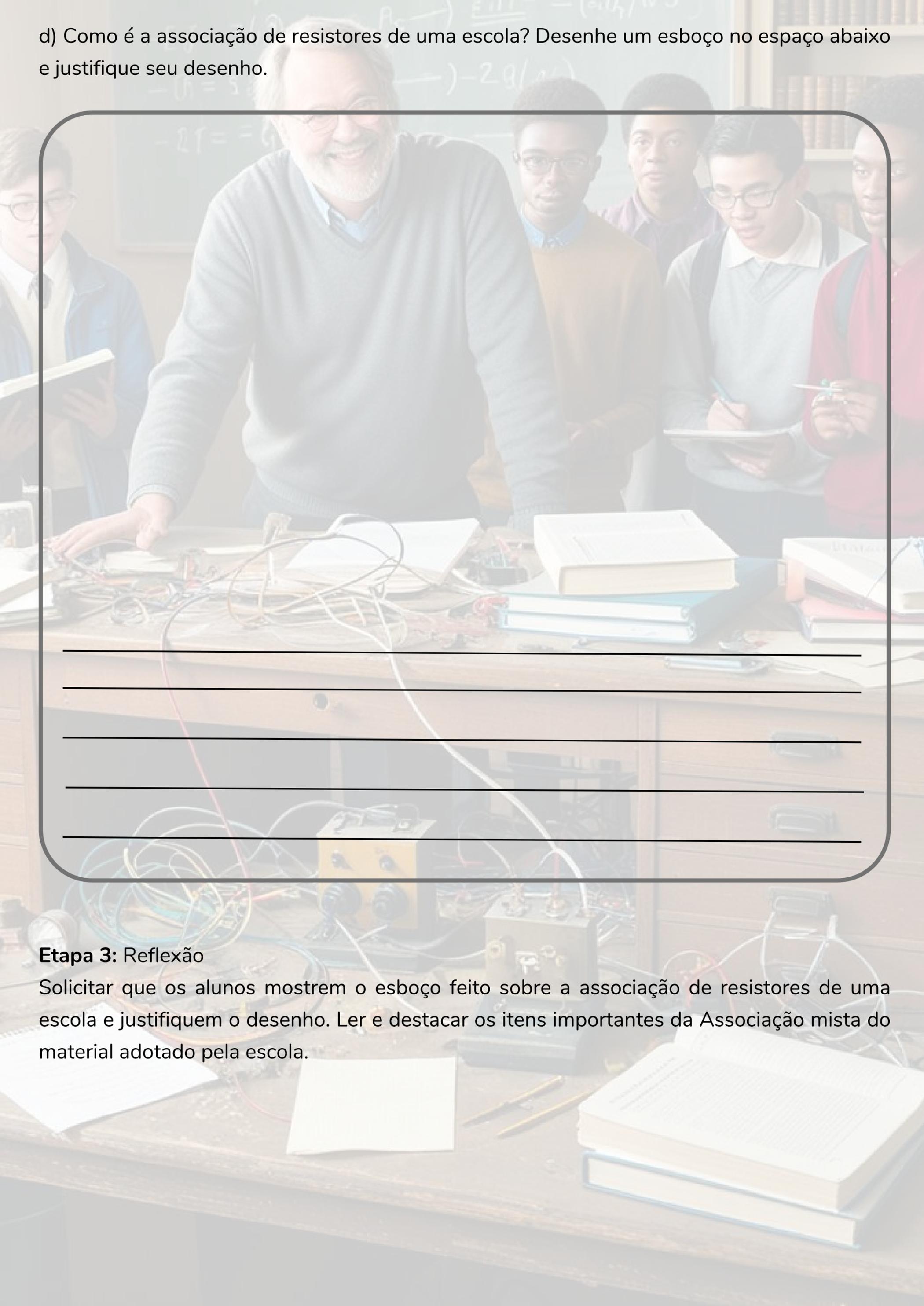
Referência: SILVA, Francine. **Fiação Reprovada.** Disponível em:
<https://gauchazh.clicrbs.com.br/educacao-e-emprego/noticia/2018/06/mais-de-90-das-escolas-estaduais-precisam-de-reforma-na-rede-eletrica-cjj05t5ag0hk101paaxq2oozt.html>.
Acesso em: 23/03/2023

Etapa 2: Problematização

Perguntar aos alunos:

- a) Em sua opinião, por que aconteceu o curto-circuito na Escola Érico Veríssimo de Viamão?
- b) O que eles acham que será o próximo conteúdo a ser construído em aula.
- c) Você percebe alguma relação do conteúdo estudado com o tema desta reportagem? Você poderia explicar?

d) Como é a associação de resistores de uma escola? Desenhe um esboço no espaço abaixo e justifique seu desenho.



Etapa 3: Reflexão

Solicitar que os alunos mostrem o esboço feito sobre a associação de resistores de uma escola e justifiquem o desenho. Ler e destacar os itens importantes da Associação mista do material adotado pela escola.

Etapa 4: Transpiração

Tarefa 1: Verifique seu esboço e veja se você consegue identificar as associações em série e em paralelo. Caso contrário, desenhe uma sala de aula que contemple esses conteúdos.

Tarefa 2: Quatro lâmpadas com resistências de $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, $R_3 = 3\Omega$ e $R_4 = 2\Omega$ são ligadas em uma sala de aula, e a corrente elétrica é de 220W. Calcule a resistência equivalente do circuito.

Tarefa 3: Com o simulador *PhET* Colorado faça o que se pede:

- Acesse a página do simulador PhET
(<https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-ac>)
- Nessa simulação experimental, utilizar fios, fonte de tensão (bateria), três amperímetros, quatro resistores, uma lâmpada e um interruptor.
- Monte a Ponte de Wheatstone, conforme a figura abaixo:



Ponte de Wheatstone. Fonte: FRAZÃO, 2021

Questionamentos sobre o experimento:

1. Por que a lâmpada não acende quando o interruptor é fechado (Utilize os voltímetros)?
2. Passa corrente elétrica por essa lâmpada? Justifique.
3. Se trocarmos a lâmpada por outra de resistência diferente, ela acenderá? Explique.
4. A associação de quatro resistores representada na figura 1 é denominada ponte de Wheatstone, qual a finalidade dessa associação? Pesquise com seu smartphone e escreva.

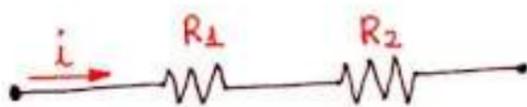
Etapa 5: Síntese

Mapa conceitual sobre as associações em série, em paralelo e mista. Deve conter: Nome da associação, representação, aplicação, fórmula para o cálculo e um exemplo de resolução, conforme o modelo abaixo.

São circuitos compostos por resistores associados tanto em paralelo quanto em série

Associação em série

Quando associados em série, os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica:



Os resistores R_1 e R_2 estão ligados em série.

Resistência equivalente

Série

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots$$

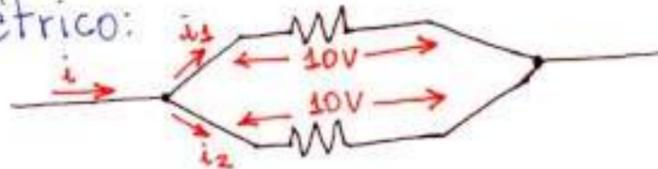
Paralelo

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

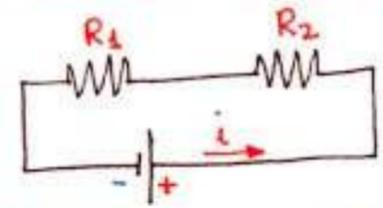
Circuitos mistos

Associação em paralelo

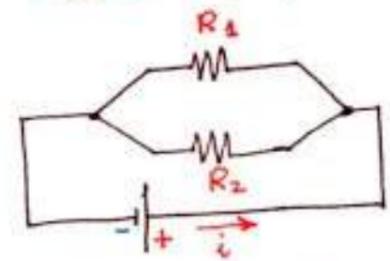
Quando associados em paralelo, os resistores estão sob o mesmo potencial elétrico:



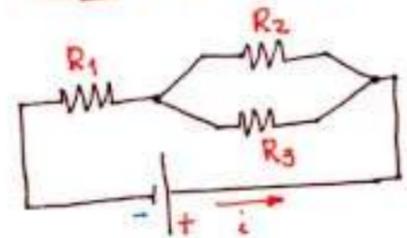
Circuito em série



Circuito em paralelo



Circuito misto



Fonte: Brasil Escola

REVISÃO DOS CONTEÚDOS

Componente curricular: Física

Conteúdo programático:

Efeito Joule, Resistores, Leis de Ohm, Nós, ramos, malhas, Leis de Kirchhoff e Associação de resistores

**Duração:
3 horas-aula**

**Habilidade:
EM13CNT301
EM13CNT308**

Resultados de aprendizagem esperados:

- Revisar os conteúdos vistos e explicar aos colegas de grupo como se resolve e as diferenças de associações, resistores, leis de Ohm, potencial elétrico, Leis de Kirchhoff, entre outros.

AVALIAÇÃO: A avaliação se dará ao longo do processo de construção da aprendizagem, com ênfase no diálogo, na aprendizagem desenvolvida ao longo do processo.

Utilizando o Método dos Trezentos, que resumidamente, consiste em uma metodologia em que os estudantes se ajudam mutuamente por meio de grupos potencialmente colaborativos a partir de grupos mistos que são formados com estudantes com bom rendimento e outros com baixo rendimento nas aulas.

**Para acessar a lista de revisão dos conteúdos,
acesse o arquivo PDF clicando no ícone!**



AVALIAÇÃO DOS CONTEÚDOS

Componente curricular: Física

Conteúdo programático:

Efeito Joule, Resistores, Leis de Ohm, Nós, ramos, malhas, Leis de Kirchhoff e Associação de resistores

Duração:
3 horas-aula

Habilidade:
EM13CNT301
EM13CNT308

Resultados de aprendizagem esperados:

- Dar sentido à fórmula de potência de diversos dispositivos com base na exploração de diferentes experimentos, exploração esta mediada pelo professor/pesquisador.
- Explorar com os alunos diferentes interpretações da fórmula associada ao uso da energia elétrica.
- Despertar nos alunos a ideia da sustentabilidade.

AVALIAÇÃO: A avaliação se dará ao longo do processo de construção da aprendizagem, com ênfase nos cálculos de potência, o cálculo e as simulações de diferentes problemas com os comprovantes de energia elétrica e a avaliação por pares do podcast sobre as bandeiras tarifárias.

Para acessar a lista contemplando a avaliação dos conteúdos, acesse o arquivo PDF clicando no ícone abaixo!



Caro (a) estudante!

Levando em consideração o investimento que você realizou durante esta avaliação e visando aproveitá-la como parte integrante do processo de aprendizagem, vamos receber aperfeiçoamento em relação às questões propostas nesta avaliação após a sua realização. Responda:

É possível você completar/aperfeiçoar as respostas apresentadas?

A prova estava de acordo com o que foi trabalhado em aula?

O que você daria como sugestão para a avaliação?

Caro (a) estudante!

Feita a análise e devolução das avaliações, proponho a ampliação do prazo para o fechamento desta etapa. Para tanto, considerando a importância do "envolvimento" como uma responsabilidade que deve ser assumida para quem quer aprender, peço que:

1. Resolva novamente todas as questões que você errou, em novo documento (papel sulfite ou caderno);
2. Para cada uma das questões, você deve:
 - a) Analisar o (s) erro (s) cometido;
 - b) Justificar o motivo, identificando os procedimentos incorretos, buscando na teoria, argumentos e justificativas.

A entrega deste trabalho, por aqueles que estiverem dispostos a investir na melhoria da qualidade de suas aprendizagens, deve ser entregue em dois documentos, ou seja, a prova já analisada e a nova, em que foram feitos os aperfeiçoamentos juntamente com o Diário de Bordo no dia determinado.

AUTOAVALIAÇÃO DOS CONTEÚDOS

Pensando no seu rendimento nas aulas, preencha a sua autoavaliação abaixo:

AUTOAVALIAÇÃO NA DISCIPLINA

Considerando o que foi promovido na disciplina, atribuir a cada aspecto um percentual que expressa sua conduta e aproveitamento dos estudos:

Li **todos** os textos indicados:

Realizei **todas** as atividades propostas em **cada uma** das aulas:

Participei ativamente em **todas** as aulas:

Pensando na avaliação da disciplina e do método empregado para aperfeiçoamento na dissertação de mestrado para outros professores realizar, responda abaixo:

AVALIAÇÃO NA DISCIPLINA

1. Qual a sua satisfação em relação a essa disciplina?

() muito satisfeito () satisfeito () pouco satisfeito () insatisfeito

2. Destaque dois aspectos que, na sua percepção, merecem destaque nessa disciplina.

3. Destaque dois aspectos que possam contribuir para a melhoria dessa disciplina.

4. Qual sua opinião em relação à bibliografia indicada/utilizada na disciplina?

() muito satisfeito () satisfeito () pouco satisfeito () insatisfeito

5. Qual a sua satisfação em relação aos procedimentos e metodologia utilizada na disciplina?

() muito satisfeito () satisfeito () pouco satisfeito () insatisfeito

6. Apresente todos os comentários que julgar pertinentes à avaliação da disciplina.



$$-E\delta = \dots$$
$$-U = \dots$$
$$-2\tau = \dots$$

Sugestões de respostas

Handwritten notes on a spiral notebook.

A single sheet of white paper with handwritten notes.

Stacked books and papers on a desk.

Reflexões!



Carta VII: Entre Apostilas e Lições de Vida: Uma Reflexão sobre a Essência da Educação

Meu amigo,

É inegável o fato de que vivemos em um mundo globalizado e capitalizado e a “ideia” de quem tem mais prestígio são instituições em que preparam para os exames de seleção para cursos de Medicina, Direito e Engenharia em universidades de prestígio. Mas, me angustia, assim como acredito que nosso amigo Paulo Freire se angustiava, na época da Ditadura Militar e repressão política, ao ver o ensino que estava sendo proposto no período em que viveu e deixou inúmeros textos para refletirmos sobre a arte de ser educador.

Entendo meu amigo, que não posso nadar contra a maré e em alguns momentos preciso fechar os meus olhos para o que a educação está se tornando: uma franquias de ensino, como defendido por Pieroni em 1998 e isso decorre nitidamente da editora e do apostilar que o educandário vai optar. O professor terá que, ao longo do ano letivo, vencer os conteúdos ali propostos para manter o seu emprego e seu sustento. O que aconteceu com as premissas pelas quais os pais do Movimento Escola Nova no Brasil, como Anísio Teixeira, lutaram para construir em um país onde a educação era deixada de lado?

Seria uma grande quimera minha voltar com o sistema, hoje taxado de “tradicional” em que o professor preparava as aulas com carinho e ali depositava a amorosidade por ensinar e preparava as listas, embora algumas puramente repetitivas, eram o seu ofício que ali mostravam e levantavam a bandeira e diziam com o peito estufado: “EU SOU PROFESSOR!”

Lembro-me de um poema escrito por autor desconhecido, mas conhecido como ‘O professor, o relógio e a lição de vida’ em que um jovem encontra um senhor de idade e pergunta-lhe se lembrava dele, e o velho responde que não e o moço responde que se tornou professor porque aquele homem a sua frente tinha lhe inspirado a ser como ele.

Esse pergunta o que o motivou a escolher a carreira do magistério e ele relembra uma história que aconteceu quando tinha a tenra idade e tinha roubado o relógio novo de um colega de classe e o professor experiente pediu para que todos enfileirados fechassem os olhos e que iria inspecionar os bolsos de cada aluno, quando chegou do jovem, encontrou e o pegou, mas continuou até o final da fila.

O jovem indaga ao professor já velho por que não tinha dito nada e nunca mencionou esse episódio e que o educador tinha salvado a dignidade daquele garoto, e professor responde que se lembrava da situação do relógio roubado, que tinha procurado em todos, mas não lembrava de quem tinha sido, porque também fechou os olhos enquanto procurava.

Meu amigo, é isso que sinto falta nesse novo formato de educação, não ensinamos mais lições de vida, não ensinamos mais a ser cidadãos dignos e conscientes, mas seguimos uma apostila que a escola nos orienta e para não perdermos nosso “ganha pão” fizemos isso e estamos cada vez mais perdendo a nossa essência de educadores, mas nos tornando máquinas de reprodução!

Ora, embora ficássemos horrorizados ao ouvir e ver o vídeo *Another Brick in The Wall de Pink Floyd*, ao ver numa tradução simples que os alunos eram somente ‘tijolos na parede’, agora os alunos são, e ousa dizer, mercadoria para aprovação em exames de seleção e exposição para outros pais e alunos seguirem esse exemplo!

Eu sei que não será possível voltarmos aos velhos tempos da escola, mas então o que é possível fazermos? Trabalhar com o que temos, mas a cada momento oportuno trazer aspectos do cotidiano, da vivência para que exerçamos nosso papel na sociedade com empatia, caráter e, que sejamos pessoas que, mesmo na velhice, sejamos lembrados pelos nossos alunos, não pelos castigos, pelas apostilas ou quaisquer outros motivos didáticos, mas que se lembrem de lições de vida que deixamos para nossos alunos.

Com os mais sinceros votos de sucesso,
Professor Eliel Felizardo

Carta VIII: Resistindo à Besta: Uma Reflexão sobre o Poder e o Saber na Educação

Prezado(a) Colega Professor(a),

Sua reflexão sobre as palavras de Foucault e Champagnat ecoa em meu coração com força e urgência. De fato, a pergunta que você nos faz – “Que discurso e que saber você tem produzido nos seus alunos?” – é fundamental para que possamos avaliar nossa prática docente e buscar a transformação social através da educação.

O Poder na Educação: Uma Besta a Ser Enfrentada

Foucault nos alerta para a onipresença do poder, que se manifesta não apenas como repressão, mas também na produção de saberes e discursos. Nesse contexto, cabe a nós, educadores, questionar criticamente o poder que permeia o sistema educacional e buscar alternativas que priorizem a emancipação dos alunos e a construção de uma sociedade mais justa e democrática.

São Marcelino Champagnat: Um Exemplo de Inspiração

As palavras de São Marcelino Champagnat nos convidam a refletir sobre o impacto profundo que nossa prática docente exerce sobre a vida dos nossos alunos. Somos responsáveis não apenas pela transmissão de conteúdos, mas também pela formação de cidadãos íntegros, capazes de contribuir para a construção de um mundo melhor.

Chevallard e a Transposição Didática: Uma Ferramenta para a Resistência

Yves Chevallard, com sua teoria da Transposição Didática, nos oferece uma ferramenta valiosa para compreendermos o processo de transformação do Saber Sábio em Saber Ensinado. Essa transformação, no entanto, não deve ser passiva, mas sim um processo crítico e reflexivo que nos permite resistir às simplificações e distorções que podem ocorrer na transmissão do conhecimento.

Os Desafios da Resistência: Superando Obstáculos e Construindo Alternativas

A resistência ao poder dominante na educação não é uma tarefa fácil. Enfrentamos diversos desafios, como a falta de profissionais qualificados, a precariedade das condições de trabalho, a pressão por resultados e a padronização curricular imposta pelas grandes editoras.

No entanto, não podemos nos render à passividade. Devemos buscar alternativas criativas e inovadoras que nos permitam transformar a sala de aula em um espaço de aprendizagem crítica e transformadora.

Nossa Missão: Mais do que Ensinar, Induzir um Saber Novo

Nossa missão como educadores vai além da mera transmissão de conteúdos. Devemos induzir um saber novo nos nossos alunos, aperfeiçoando o seu senso comum, transformando o senso comum como um ponto de partida, que será, mais adiante, confrontado com os saberes da ciência.

Um Legado de Orgulho: Formando Cidadãos Críticos e Conscientes

Ao final de nossa jornada, podemos nos orgulhar de ter lecionado para muitos alunos, cada um com a essência da nossa prática. Teremos formado cidadãos críticos e conscientes, capazes de questionar o poder, defender seus direitos e contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

Juntos, Podemos Resistir!

A luta pela transformação da educação é um desafio que exige o engajamento de todos nós, professores. Através da união, da solidariedade e da troca de experiências, podemos construir uma educação que valorize a autonomia, a criatividade e o protagonismo dos alunos.

Com os mais sinceros votos de sucesso e esperança,
De seu amigo professor, Eliel Felizardo.



CONHEÇA-NOS!



Prof. Eliel Felizardo



- Professor de Matemática aposentado por possuir miopatia neuromuscular degenerativa.

- Possui a formação inicial de Curso Normal, habilitado para Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

- Graduado em Licenciatura em Matemática (2022) pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul.

- Especialista em Gestão Escolar pela Universidade Focus.

- Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Caxias do Sul.

E-mail para contato:

eliel.felizardo@gmail.com

Prof. Dr. Francisco Catelli



- Licenciado em Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, 1976).

- Mestre em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – UFRGS (1981).

- Doutor em Educação – Université Laval (1995).

- Professor Titular – Universidade de Caxias do Sul – UCS.

- Revisor de diversos periódicos da Área de Ensino.

Este Produto Educacional é fruto da dissertação:

**TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: DA APRESENTAÇÃO LITERAL DOS SABERES AO
CONSUMO CONSCIENTE
REFLEXÕES SOBRE A APRENDIZAGEM DE ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO**

Para acessá-la, clique no *link* ao lado:



Referências

ANDREOLA, Balduino. Contribuição de Ernani Maria Fiori para a pedagogia política da libertação. **Cadernos de Educação**, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, ano 6 n.9, p.41-72, ago./dez., 1997.

ASTOLFI, Jean-Pierre. **A didática das ciências**. Jean-Pierre Astolfi, Michel DEVELAY; tradução Maga Sento Sé Fonseca.-Campinas, SP: Papyrus, 2014.

BACHELARD, Gaston. (1996). **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto.

_____. **A água e os sonhos: ensaio sobre a imaginação da matéria**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

BARDIN. Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Editora Edições 70, 1977.

BRASIL. **Portaria Nº-7 de 22 de junho 2009**. Ministério da Educação.

_____. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm> Acesso em: 16 mar. 2023.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BOURDIEU, Pierre. Esboço de uma teoria da prática. In: ORTIZ, Renato (org.). Pierre Bourdieu: Sociologia. Trad. de Paula Montero e Alícia Auzmendi. São Paulo: Ática, 1983 a, p. 46-81.

CHEVALLARD, Yves. **La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado**. Argentina: La Pensée Sauvage, 1991.

DURKHEIM, Émile. 2013. **Educação e Sociologia**. (Trad. Stephania Matousek) Petrópolis: Vozes.

FIGUEIREDO, Tatiane Lúcia Abreu de et al. **Integração de atividades experimentais e virtuais no ensino de circuitos elétricos através do jogo EletricGame**. 2021.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

_____. **À sombra desta mangueira**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

ELMÔR-FILHO, Gabriel; SAUER, Laurete Zanol; ALMEIDA, Nival Nunes; VILLASBOAS, Valquíria. **Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia**. - 1.ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2019.

FLEMMING, Diva M.; GONÇALVES, Mirian B. **Cálculo A**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

HALLIDAY, David. **Fundamentos de física**, volume 3: eletromagnetismo / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker ; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. - Rio de Janeiro : LTC, 2016.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez Editora, 2006.

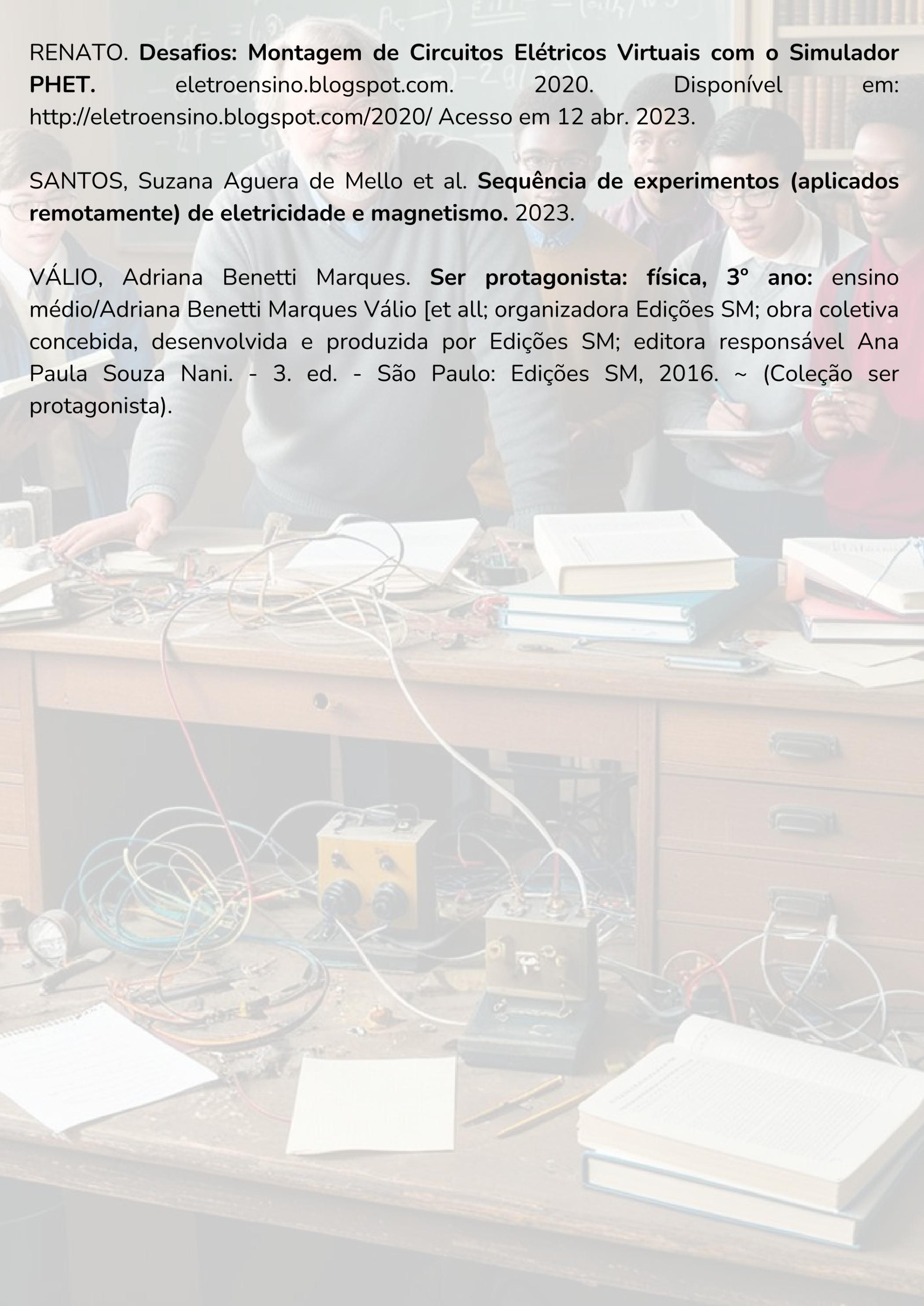
OLIVEIRA, Jeane Silveira de; TOLEDO, Eduardo Martins. **Propostas de Atividades usando as simulações do Phet Colorado**. 2019.

PEREIRA, Josiane Cristina Peres et al. **Proposta didática de atividades práticas de eletrodinâmica utilizando o simulador PHET colorado**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RENATO. **Desafios: Montagem de Circuitos Elétricos Virtuais com o Simulador PHET.** eletroensino.blogspot.com. 2020. Disponível em: <http://eletroensino.blogspot.com/2020/> Acesso em 12 abr. 2023.

SANTOS, Suzana Aguera de Mello et al. **Sequência de experimentos (aplicados remotamente) de eletricidade e magnetismo.** 2023.

VÁLIO, Adriana Benetti Marques. **Ser protagonista: física, 3º ano: ensino médio/Adriana Benetti Marques Válio [et al; organizadora Edições SM; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM; editora responsável Ana Paula Souza Nani. - 3. ed. - São Paulo: Edições SM, 2016. ~ (Coleção ser protagonista).**





$$-E\vec{d} = \dots$$
$$-\vec{U} = \dots$$
$$-2\vec{T} = \dots$$