



Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Física Licenciatura - INFIS

HENRIQUE DELMONT ZANZOTI DE SOUSA

**Sequência Didática para o Ensino de Energia Elétrica
no Ensino Médio**

UBERLÂNDIA-MG
2019

HENRIQUE DELMONT ZANZOTI DE SOUSA

**Sequência Didática para o Ensino de Energia Elétrica
no Ensino Médio**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos

**UBERLÂNDIA-MG
2019**

HENRIQUE DELMONT ZANZOTI DE SOUSA

**Sequência Didática para o Ensino de Energia Elétrica
no Ensino Médio**

Trabalho de Conclusão de Curso enviado para
aprovação para o curso de graduação de Física
Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia.

Uberlândia, 05 de dezembro de 2019.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos (Orientador) - INFIS/UFU

Prof. Dr. Gustavo Foresto Brito de Almeida - INFIS/UFU

Prof. Dr. José Roberto Tozoni - INFIS/UFU

RESUMO

O ensino de Física, conforme pesquisas e estudiosos, não tem atraído e motivado os estudantes. Muitos fatores tem contribuído para isso e a metodologia de ensino pode ser considerada com certeza como um dos motivos que contribui para as dificuldades no ensino-aprendizagem da disciplina de Física. Sendo assim, esta sequência didática propõe para o ensino de circuitos elétricos e energia elétrica, além de uma aprendizagem baseada em metodologias ativas, estimular a aprendizagem do estudante através da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, visando uma melhor construção de conhecimentos pelos estudantes e proporcionando-lhe um aprendizado consciente. Discussões em pares ou grupos sobre o tema energia elétrica, experimentos práticos de circuitos elétricos, elaboração de quadro de dispositivos e equipamentos elétricos das residências dos estudantes para cálculo da estimativa de consumo, uso de ferramentas de simulações interativas, dentre outras atividades, objetivam desenvolver a cultura do consumo racional da energia elétrica. Entender todo o processo de geração, transmissão, distribuição e uso da energia elétrica nas edificações é de suma importância para o estudante, ou melhor, para o cidadão. Esta sequência não foi aplicada, mas baseado nos estudos de metodologias ativas e em observações de práticas pedagógicas, espera-se que contribua para uma melhora no ensino aprendido desse tema.

Palavras-chave: Educação; Ensino Médio; Física; Energia.

ABSTRACT

The teaching of physics, according to research and scholars, has not attracted and motivated students. Many factors have contributed to this and the teaching methodology can certainly be considered as one of the reasons that contributes to the difficulties in teaching and learning the Physics discipline. Thus, this didactic sequence proposes for the teaching of electrical circuits and electricity, in addition to learning based on active methodologies, to stimulate student learning through David Ausubel's Meaningful Learning Theory, aiming at a better knowledge construction by students and providing conscious learning. Discussions in pairs or groups on the subject of electric energy, practical experiments of electrical circuits, prepare an electrical load chart with electrical devices and equipment of students' homes to calculate the consumption estimate, use of interactive simulation tools, among other activities, proposes to develop the culture of rational consumption of electricity. Understanding the entire process of generation, transmission, distribution and use of electricity in buildings is of paramount importance to the student, or rather to the citizen. This sequence has not been applied, but based on studies of active methodologies and observations of pedagogical practices, it is expected to contribute to an improvement in the teaching and learning of this theme.

Keywords: Education; High school; Physics; Energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Printscreen de uma aula invertida (Khan, 2012) sobre circuitos elétricos.....	19
Figura 2 - Exemplos de Plickers Cards	20
Figura 3 – Uso de Plickers em sala	21
Figura 4 - Aplicativo Plickers.....	21
Figura 5 - Modelo de Fatura de Conta de Energia Elétrica	44
Figura 6 - Exemplo Real de Fatura de Conta de Energia	45
Figura 7 - Circuito Elétrico Série	50
Figura 8 - Circuito Elétrico Paralelo.....	51
Figura 9 - Estudante com Cegueira	51
Figura 10 - Estudante com Surdez.....	51
Figura 11 - Componentes do Kit de Circuitos Elétricos.....	59
Figura 12 - Código de cores de resistores	62
Figura 13 - Multímetro Digital	63
Figura 14 - Modo de medições de corrente e tensão	63
Figura 15 - Etiqueta e Selo Procel	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de materiais utilizados na montagem do kit inclusivo	52
Quadro 2 - Lista de materiais para montagem do kit de circuitos elétricos	59
Quadro 3 - Modelo Quadro de Consumo	61

LISTA DE SIGLAS

Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EsM	Ensino sob Medida
GREF	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
IpC	Instrução por Pares ou por Colegas
IUPUI	Indiana University-Purdue University Indianapolis
JiTt	Just-in-Time Teaching
MIT	Massachusetts Institute of Technology
PIPE	Projeto Integrado de Práticas Educativas
SAI	Sala de Aula Invertida
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
Unisal	Centro Universitário Salesiano de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. O ENSINO DE FÍSICA	13
3. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	16
4. METODOLOGIAS ATIVAS	17
4.1. SALA DE AULA INVERTIDA (SAI)	18
4.2. INSTRUÇÃO POR PARES OU POR COLEGAS (IpC)	20
4.3. ENSINO SOB MEDIDA (EsM)	22
5. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	23
6. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	27
7. PLANEJAMENTO DAS AULAS.....	29
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE A: MATERIAL DE APOIO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA	50
APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO - IMPRESSÃO	53
APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO - PROJEÇÃO	55
APÊNDICE D: ROTEIRO CIRCUITOS ELÉTRICOS	56
APÊNDICE E: KIT CIRCUITOS ELÉTRICOS	59
APÊNDICE F: QUESTIONÁRIO SUGESTIVO PARA A ETAPA 6	60
APÊNDICE G: EXEMPLO QUADRO DE CONSUMO.....	61
ANEXO I: TABELA CÓDIGO DE CORES DE RESISTORES	62
ANEXO II: MULTÍMETRO E MEDIDAS	63
ANEXO III: SELO E ETIQUETA PROCEL	64

1. INTRODUÇÃO

Este conteúdo sobre energia elétrica faz parte do nosso dia a dia e, mesmo assim, de difícil ensino e aprendizagem. Crise energética, bandeiras tarifárias, fontes alternativas de energia e outros, estão presentes frequentemente no nosso cotidiano e dos estudantes. No geral, os estudantes não sabem identificar os equipamentos que gastam mais energia em suas residências, nem explicar o princípio de funcionamento de equipamentos ou dispositivos simples como o chuveiro elétrico. Assim fosse, poderiam contribuir com a redução do consumo de energia elétrica, item preocupante nos dias atuais em função da crise hídrica no país, que motivou o uso de usinas termoeletricas, a adoção de bandeiras tarifárias e um aumento de tarifas de energia onerando ainda mais os usuários.

Conteúdo este presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), sobretudo nas competências específicas 1 e 3, com as habilidades EM13CNT106 e EM13CNT308, respectivamente.

(EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais. (BRASIL, 2018, p.541)

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos. (BRASIL, 2018, p.545)

O presente trabalho visa adotar uma aprendizagem baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968) para o ensino de eletricidade no Ensino Médio, correlacionando o conteúdo ministrado em sala de aula com o cotidiano dos estudantes, conscientizando-os para o consumo racional de energia e formando-os como ativos disseminadores desse conhecimento.

Objetiva também, subsidiar o professor no planejamento de suas aulas considerando os recursos disponíveis, buscando opções para o tão questionado método de ensino tradicional que há muito tempo tem sido discutido pela sua tradição de aulas expositivas, consideradas pouco eficientes na retenção do conteúdo. O ensino tradicional apresenta o professor como detentor do conhecimento e os estudantes como memorizadores de fórmulas, repetindo enunciados de leis e resolvendo problemas regularmente, tendo como referência o livro

didático. Para Eric Mazur, professor de Harvard, o modelo tradicional de aula extirpa a curiosidade, uma das mais encantadoras características do ser humano, e produz estudantes conceitualmente deficientes. O ensino de Física tradicional, totalmente adepto da memorização, mata totalmente essa curiosidade. Em 1989, em Harvard, Mazur (2015) observou que seus estudantes simplesmente memorizavam equações e procedimentos de solução de problemas e eram incapazes de responder perguntas básicas, indicando uma substancial falta de compreensão do material. Começou a repensar como estava ensinando e percebeu que os estudantes estavam obtendo pouco benefício com suas palestras, mesmo que geralmente lhe dessem notas altas como professor. Então, decidiu parar de pregar e, em vez de ensinar, mudou a forma de ensino, questionando, usando técnicas diferentes como a "instrução pelos pares". Após tais alterações na metodologia, seus estudantes passaram a lhe ensinar a melhor maneira de ensiná-los. Bem sucedido, não mudou mais.

Entender por quais meios os estudantes constroem melhor os conhecimentos deveria ser o ponto principal de toda e qualquer ação pedagógica. Uma missão difícil para os educadores.

Ao entrar em sala de aula, o professor penetra em um ambiente de trabalho constituído de interações humanas. As interações com os alunos não representam, portanto, um aspecto secundário ou periférico do trabalho dos professores: constituem o núcleo e, por essa razão, determinam a própria natureza dos procedimentos e, portanto, da pedagogia. (TARDIF, 2014:118).

Sendo assim, necessário se faz repensar nossas metodologias de ensino como professores de Física e buscar alternativas para uma maior eficiência pedagógica. Para Menezes (2009), é necessário fazer com que os professores de Física pensem no currículo como percurso formativo de seus estudantes, desenvolvendo atividades que proporcionem um aprendizado consciente e significativo. A correlação com o cotidiano destaca-se como ponto fundamental no modo como os conceitos de ciências são ministrados.

A proposta desse trabalho surgiu, principalmente, de percurso pessoal como discente, sobretudo no período do curso técnico em eletrônica, onde experimentos práticos, e ligados ao nosso cotidiano, eram atividades comuns dentro das disciplinas técnicas e que contribuíram muito no aprendizado.

No intuito de produzir um referencial que contribua significativamente para os processos educativos relativos ao ensino da Física no Ensino Médio, optou-se por empregar atividades ativas, no aprendizado dos conceitos básicos de circuitos elétricos através de

experimentos práticos, e aprendizagem baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968), através do uso de simulações e estudo prático de campo.

A atividade investigativa é de suma importância no ensino de Física e deve ser composta de situações-problemas, questionamentos e discussões, na solução de problemas e na introdução de conceitos para que estudantes construam seu conhecimento (Carvalho et al., 1995). Os estudantes devem formular hipóteses, preparar e realizar experiências, coletar e analisar dados a partir de um problema ou questão apresentada pelo professor.

De acordo com Lewin e Lomascólo (1998), tais atividades:

...favorecem fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes, tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais. (LEWIN; LOMASCÓLO, 1998:148).

Necessário se faz aos educadores criarem novas possibilidades para a produção ou a construção do conhecimento pelos estudantes.

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção, e que o conhecimento precisa ser vivido e testemunhado pelo agente pedagógico. Esse raciocínio existe por sermos seres humanos e, como tal, temos consciência que somos inacabados. (FREIRE, 2015, p. 47).

Já a aprendizagem baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968) se dá quando o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento do estudante e adquire significado a partir da relação com seu conhecimento prévio. Neste processo a nova informação interage em comum à estrutura de conhecimento específico, que Ausubel (1980) chama de conceito “subsunçor” (palavra não pertencente ao léxico e derivada do verbo subsumir¹). Quando não há conexão do conteúdo escolar a ser aprendido a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Assim, o estudante simplesmente decora fórmulas, leis; algo muito comum na Física.

¹ **Subsumir** v. incluir, colocar (alguma coisa) em algo maior, mais amplo, do qual aquela coisa seria parte ou componente.

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Uma relação não arbitrária e substantiva significa que as ideias são relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do estudante, como, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.34).

A sequência didática pode ser considerada como um conjunto organizado de materiais e atividades de ensinos destinados ao aprendizado de um determinado conteúdo. Deve ser composta de recursos de ensino para estudantes e orientações para o professor.

Sequências didáticas, de acordo com Zabala (1998, p.18), são “...um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm princípio e fim conhecidos pelos professores e estudantes”.

Portanto, a sequência didática proposta tem como objetivo resgatar os conhecimentos que os estudantes possuem sobre energia elétrica e propiciar uma reflexão sobre sua relação com a sua utilização consciente. Assim, instigando-o e inserindo-o em uma área nova e estreitando sua relação com a Física de forma mais eficaz. Objetiva promover uma alteração na visão do estudante contribuindo para sua formação como ser ativo na sociedade, desenvolvendo a cultura do consumo racional da energia elétrica.

2. O ENSINO DE FÍSICA

A disciplina de Física no ensino Médio deveria despertar o senso de curiosidade do estudante, pois esta disciplina visa mostrar fenômenos do nosso cotidiano. Como exemplos, a cinemática e Leis de Newton no movimento de um veículo, termodinâmica no ar-condicionado e geladeira, ondas eletromagnéticas em celulares, rádios e TVs, bem como o fornecimento de energia elétrica e seu uso em edificações, inclusive residências.

Infelizmente, observa-se uma dificuldade de construção de conhecimentos de conteúdos ministrados pelos professores e muitas variáveis têm contribuído para isso.

Semelhante ao que acontece com outras disciplinas, não apenas dentro de Ciências Exatas, o ensino ainda tem produzido entre os estudantes uma sensação de desânimo, devido às dificuldades existentes dentro do processo de ensino-aprendizagem. Frequentemente justificado pela metodologia ultrapassada, que ministrada na forma tradicional,

descontextualizada e não interdisciplinar, produz nos estudantes um enorme desinteresse pela disciplina, bem como dificuldades de aprendizado e de relacionamento do conteúdo aprendido ao cotidiano.

...a Física ensinada em sala de aula ainda é voltada para os aspectos matemáticos. Isto mostra um erro grave cometido por alguns professores de física e que também está claramente abordado nos próprios livros didáticos. A partir de então, é que muitas vezes alguns alunos confundem a física com a matemática ou então não conseguem entender qual o papel da matemática na física (MORAES, 2009, p. 6).

Na verdade, não há um método perfeito, até mesmo porque não podemos considerar o ser humano como perfeito ou padronizado. *Cada indivíduo tem o seu método ou a sua preferência pelo modo de ensino-aprendizagem.* Há aqueles que são mais curiosos e a manipulação de experimentos lhes produzem uma maior performance na construção do conhecimento, como há aqueles que preferem o ensino através de trabalhos e discussões em grupos, outros que realmente adotam o método expositivo como melhor forma e vários outros com características diferentes de assimilação.

Essencial entender, conhecer e compreender o corpo discente, tanto nas relações comportamentais interpessoais, que influenciam o processo de aprendizagem, quanto na individualidade, onde podemos ter uma natureza de aprendizagem particularizada.

Pask (1976) observou que determinados estudantes adotam um modo *holista*, que têm preferência por uma visão mais ampla na busca de soluções de problemas, trabalhando com várias hipóteses e tendo uma postura mais individualista na aprendizagem. Tem aqueles que são *serialistas*, pois preferem analisar uma hipótese por vez. Outros são *competitivos*, mais preocupados em demonstrar suas capacidades intelectuais. Ainda tem os *pessimistas*, que como os metodicamente estudiosos, despendem várias horas de estudo. O estilo *impulsivo* possui uma tendência em responder sem muita premeditação e oferece soluções rápidas aos problemas, sem considerar a adequada precisão. O *reflexivo* possui uma tendência em examinar e refletir sobre as possíveis soluções, considerando as suas hipóteses. O estilo *convergente*, característica dos mais conformistas, conservadores e disciplinados, relaciona-se com a lógica e o raciocínio, possuindo habilidades em tratar de problemas que pedem por soluções corretas, com base nos dados de análise, preferindo problemas formais e tarefas estruturadas. O *divergente* considerado criativo, relaciona-se mais com respostas imaginativas e originais, preferindo problemas informais. Geralmente, são considerados irritadiços (Bariani, 2000).

Portanto, não se deve acabar com o método tradicional, como se fosse atrasado, impróprio, inadequado, ineficaz e outros rótulos negativos, impostos por estudiosos e docentes que sugerem novas metodologias. Necessário se faz entender este ser diversificado e aplicar um método que melhor lhe atenda ou um método que melhor atenda aquele grupo.

Missão difícil, pois na atual conjuntura da estrutura educacional e da cultura da sociedade, pergunta-se como aplicar metodologias diferentes para uma mesma sala? Mesmo considerando uma excelente organização educacional, haveria uma metodologia de ensino perfeita? Todos os modelos e metodologias têm seus benefícios e vantagens, mas também suas limitações, restrições.

Diante da diversidade, notório não haver um método perfeito ou melhor. Devemos considerar, evidentemente, que as metodologias devam ser diferentes para conteúdos diferentes, mas com certeza que o dinamismo no uso de metodologias de ensino diferentes possa ser talvez uma prática melhor.

A metodologia de ensino contribui e muito para as dificuldades no ensino-aprendizagem da disciplina de Física, mas devemos considerar muitas outras variáveis que contribuem também nesse processo.

Não comum, mas também não raro, observar estudantes indisciplinados e desinteressados que assim o são por capacidade intelectual acima da média. Lawson (2000) diz que indivíduos criativos demonstram características de pouca sociabilidade, geralmente brigões e hostis, se isolam de outros indivíduos.

A ausência de infraestrutura adequada, salas cheias, recursos necessários insuficientes, sobretudo tecnológicos, material didático questionável, competência de profissionais, desânimo e desinteresse de docentes, quantidade excessiva e muitas vezes desnecessária de conteúdo curricular, grade horária limitada, falta de base e habilidades mínimas do corpo discente, sobretudo de Português e Matemática, dos Ensinos Infantil e Fundamental, são mais alguns dos problemas apresentados que justificam a dificuldade no ensino da disciplina, e que associados à cultura do corpo discente que, além do pouco envolvimento dos pais, em muitos casos possui alimentação inadequada, tempo de sono reduzido, jornada de trabalho e outros que juntos contribuem e muito para afirmações negativas dos estudantes, como “A Física é uma matéria chata”, “... só fórmulas e mais fórmulas!”, “O professor não sabe explicar a matéria”, “Essa matéria é muito difícil; a mais difícil”, “Não uso Física em lugar algum; por que aprenderia Física?” e outras.

Necessário se faz “...mostrar na escola as possibilidades oferecidas pela Física e pela Ciência em geral como formas de construção de realidades sobre o mundo que nos cerca” (PIETROCOLA, 2001, p.31).

3. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Sequência didática pode ser considerada como um conjunto de atividades organizadas e estruturadas com o objetivo de alcançar determinados objetivos educacionais, ou seja, um procedimento que visa a aprendizagem de determinado conteúdo e deve ser composta de recursos de ensino para estudantes e orientações para o professor. As sequências didáticas tem como finalidade organizar e orientar o processo de ensino. São organizadas de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para a aprendizagem de seus estudantes, envolvendo atividades de aprendizagem e de avaliação.

Não há uma norma ou regra que define o número de aulas que uma sequência didática deva conter, mas necessário se faz um bom planejamento das atividades para que os objetivos sejam atingidos ao final.

Zabala (1998) esclarece que a ordenação por etapas de atividades seria o componente diferenciador das metodologias, e que o primeiro aspecto característico de um método seria o tipo de ordem em que se propõem as atividades. Ressalta que o parcelamento da prática educativa tem certo grau de artificialidade, explicável pela dificuldade em encontrar um sistema interpretativo adequado, que deveria permitir o estudo conjunto de todas as variáveis incidentes nos processos educativos. A sequência didática leva em conta a importância dos objetivos educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e o papel das atividades propostas.

O desenvolvimento de uma sequência didática pode ser realizado com atividades como aulas expositivas, debates coletivos, exposições de vídeos, aulas invertidas, atividades práticas, avaliações inicial e final, e outros. Pretende-se, com o uso dessa sequência didática, que o estudante faça uma reflexão sobre o conteúdo trabalhado e que permita-o fazer com que os conhecimentos construídos sejam conectados ao seu cotidiano.

4. METODOLOGIAS ATIVAS

As metodologias ativas surgiram nos últimos tempos como uma nova forma na relação ensino-aprendizado frente a escola tradicional, onde o professor detém a centralidade em sala de aula na transmissão unilateral do conhecimento e o estudante como indivíduo passivo, receptor do conteúdo.

O princípio relacionado à utilização das metodologias ativas consiste em transferir a responsabilidade pelo processo de aprendizagem do professor para o estudante.

Responsável pela mediação, o professor deixa de ser a fonte de informação do estudante, induzindo-o e motivando-o a raciocinar, investigar e desenvolver seu lado crítico.

O professor como orientador ou mentor ganha relevância. O seu papel é ajudar os estudantes a irem além de onde conseguiriam ir sozinhos, motivando, questionando, orientando. Até alguns anos atrás, ainda fazia sentido que o professor explicasse tudo e o estudante anotasse, pesquisasse e mostrasse o quanto aprendeu. Estudos revelam que quando o professor fala menos, orienta mais e o estudante participa de forma ativa, a aprendizagem é mais significativa (BACICH; MORAN, 2018, p. 4).

Tais metodologias ativas fundamentam-se em estratégias de ensino baseadas em concepções reflexivas e críticas, promovendo a interação entre os estudantes e valorizando a construção do conhecimento, os saberes e as situações de aprendizagem, incentivando-os dentro de um processo de aprendizagem de autonomia e participação. Aprendemos de diversas maneiras e utilizamos procedimentos e técnicas diferentes para alcançar os objetivos.

A aprendizagem ativa aumenta nossa capacidade de alternar e realizar distintas atividades, de adaptar-nos a situações imprevistas. Situações de ensino que estimulam o senso crítico do estudante com a realidade, fazendo-o refletir sobre problemas desafiadores, identificar e organizar hipóteses de soluções.

Aprendizagens por experimentações, por projetos, com apoio de TICs, vídeos, textos atrativos, com links, quizzes, discussões, produções e avaliações são expressões atuais da aprendizagem ativa. Diversas estratégias tem sido utilizadas para promover a metodologia ativa, como Ensino Híbrido, Gamificação, Rotação por Estações e várias outras bem mais citadas e utilizadas como Aula Invertida (Flipped Classroom) de Salman Khan, Instrução por Pares (Peer Instruction) de Eric Mazur, Baseada em Problema (Problem-Based Learning), Baseada em Projeto (Project-Based Learning) e Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching).

4.1. SALA DE AULA INVERTIDA (SAI)

A aula invertida, Flipped Classroom (Khan, 2012) em inglês, é uma abordagem híbrida de ensino apresentada pelo educador americano Salman Khan e desenvolvida por Jonathan Bergmann e Aron Sams, em 2007, para resolver o problema da ausência de estudantes às aulas do ensino médio (BERGMAN; SAMS, 2012). A sala de aula invertida (Khan, 2012) consiste na inversão do processo de aprendizagem, onde os estudantes estudam os conteúdos antecipadamente, chegando às aulas com as informações e dúvidas a serem discutidas. Os estudantes recebem o conteúdo a ser estudado, seja em livros, artigos, vídeos, revistas, sites e outros para estudo prévio e preparação para aula. Na aula invertida (Khan, 2012) o professor se torna um orientador de debates, fazendo observações importantes, incentivando as discussões, tirando dúvidas, resolvendo exercícios e outros. Portanto, o tempo de aula se destina ao aprofundamento do conteúdo com a participação bastante ativa dos estudantes, o que promove uma maior conexão entre os estudantes e deles com o professor ao criarem o costume de compartilharem as informações para resolverem questões e projetos em conjunto, habilidades importantes para a vida em sociedade.

Há muitos anos, professores de Harvard, British Columbia no Canadá e de várias outras instituições estrangeiras vêm empregando o método da “aula invertida” (Khan, 2012) com significativo aumento de presença em sala e de aprendizagem. Também no Brasil, esse método tem sido usado na USP, PUC/SP, Mackenzie e outras universidades. Artigos como “Aulas invertidas são muito mais eficientes e inclusivas” da Revista Carta Capital, de 25 de agosto de 2017 e “The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review” em Internet and Higher Education, de 30 de maio de 2016, relatam a eficiência do método.

O Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), considera a Sala de Aula Invertida (Khan, 2012) fundamental no seu modelo de aprendizagem.

O método se encontra também no centro-oeste mineiro. Uma das primeiras instituições brasileiras a construir uma Sala de Aula Invertida (Khan, 2012), há cerca de seis anos, a Faculdade Una Bom Despacho oferece aprendizado por meio de metodologias ativas em disciplinas de mais de 50 cursos de graduação e perto de 60 cursos de pós-graduação.

Em aulas de cálculo, em Harvard², estudantes que utilizaram aulas invertidas (Khan, 2012) tiveram uma melhora substancial na aprendizagem em relação aos estudantes que

² https://canvas.harvard.edu/files/5707916/download?download_frd=1

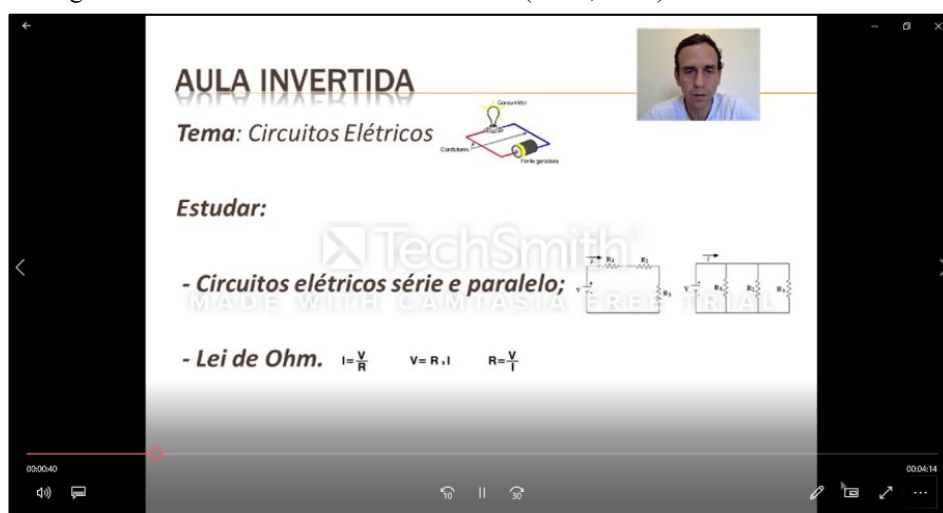
adotaram o ensino tradicional. Este método também utilizado em escolas da Finlândia, vem sendo utilizado em países de elevado nível em educação, como Canadá e Holanda.

Professores da Woodland Park High School³, no Colorado, produziam aulas online, para os estudantes que se ausentavam de aulas e observaram um aproveitamento melhor do que dos estudantes presentes.

Mesmo Salman Khan, fundador da Khan Academy, gravou vídeos para atender a pedidos de seus primos que residiam em New Orleans⁴.

Em 2011, a Michigan's Clintondale High School⁵ montou uma turma de sala de aula invertida (Khan, 2012) e os resultados foram positivos em várias disciplinas, como matemática, ciências e outras, reduzindo bastante o índice de reprovação. A instituição ainda utiliza hoje Sala de Aula Invertida (Khan, 2012), com áudios, leituras e vídeos.

Figura 1 - Printscreen de uma aula invertida (Khan, 2012) sobre circuitos elétricos



Fonte: próprio autor

A figura 1 mostra um printscreen de um vídeo de aula invertida (Khan, 2012) sobre circuitos elétricos. Este vídeo foi elaborado dentro de uma disciplina de práticas educativas (PIPE) no Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e apresenta uma sequência de slides com apresentação de questionamentos sobre o conteúdo e tarefas a serem realizadas para a próxima aula. Este vídeo foi produzido utilizando o software Camtasia da TechSmith⁶, que permite incorporar o vídeo do professor relatando o exposto nos slides.

³ <https://www.techsmith.com/flipped-classroom-aaron-sams.html>

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=xtV4QUjnBII>

⁵ <https://www.pbs.org/newshour/education/what-does-a-flipped-classroom-look-like-2>

⁶ TechSmith: <https://www.techsmith.com/video-editor.html>

4.2. INSTRUÇÃO POR PARES OU POR COLEGAS (IpC)

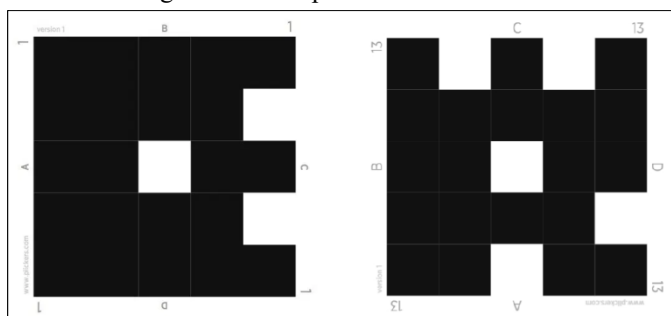
A instrução por pares, ou Peer Instruction (Mazur, 2015), se baseia em atividades cooperativas de discussão de conteúdos entre os estudantes para efetivar a aprendizagem. Foi desenvolvida pelo físico Eric Mazur, que estava ensinando uma unidade física introdutória para calouros em Harvard. A técnica exige que os estudantes compreendam os conteúdos disponibilizados previamente e expliquem aos seus pares o seu entendimento sobre o conteúdo.

A instrução por pares (Mazur, 2015) é considerada uma forma de aprendizagem colaborativa, pois o conhecimento compartilhado e focado em um único objetivo envolve todos os estudantes da sala.

A instrução por pares (Mazur, 2015) pode ser utilizada em todos os tipos de turmas, independentemente do tamanho e dos conteúdos.

As etapas são basicamente divididas em o professor fazer uma apresentação curta (10-15min) de determinados conceitos de um conteúdo, apresentar uma questão de múltipla

Figura 2 - Exemplos de Plickers Cards



Fonte: <https://get.plickers.com/>

escolha sobre o tema apresentado para os estudantes responderem em 3min utilizando plickers cards⁷ (cartões de resposta)(Fig.2), avaliar as respostas e informar a classe sobre a distribuição das respostas. Se a maioria dos estudantes escolheu a resposta certa, o

professor confirma e passa para a próxima questão. Caso ocorra grande divergência nas respostas, o professor deve estabelecer um tempo de aproximadamente dois minutos para que cada estudante defenda sua resposta com o colega ao seu lado e depois responde novamente a questão. Se as respostas certas aumentaram após a discussão, o professor confirma e passa para o próximo assunto ou questão. Caso contrário, o professor explica a resposta certa antes de passar para o novo tópico ou questão.

⁷ Cartões utilizados com o aplicativo Plickers para aplicação de testes aos estudantes e resultado imediato pelo aplicativo.

Mazur (2015) salienta que a instrução por pares (Mazur, 2015) abandona o conceito tradicional de ministrar aulas detalhadas e consiste basicamente em apresentar os pontos-chave do conteúdo, seguidos de questões conceituais para proporcionar a interação entre os estudantes e focar nos conceitos fundamentais do conteúdo.

O cartão (card) apresenta nos cantos superiores direitos, o número de chamada do estudante, conforme lista de chamada e assim deve ser cadastrado no aplicativo. As opções de respostas são de A a D, colocadas em cada lado do desenho no cartão. O professor deve

Figura 3 – Uso de Plickers em sala



Fonte: evidencebased.education/five-reasons-using-plickers/

cadastrar no sistema as questões que serão apresentadas nas avaliações com as respectivas respostas. Quando for realizada uma avaliação (Fig.3), a opção escolhida pelo estudante como resposta a uma questão deve ser colocada para cima, ou seja, se a resposta escolhida for a letra C, então o estudante deverá levantar o cartão com a letra C voltada para cima. Portanto, o professor apresenta a questão, os estudantes levantam os cartões com as suas respostas e, através do aplicativo, o professor faz a leitura das respostas com o smartphone. Ao concluir a avaliação, o professor analisa as respostas com o uso do smartphone (Fig.4). Esse método de ensino interativo é aplicado no Centro Universitário Salesiano de São Paulo (Unisal) desde 2012⁸. O Peer Instruction (Mazur, 2015) está sendo aplicado desde fevereiro de 2012 em 11 classes dos cursos de Direito, História e Pedagogia, e tem aprimorado o processo ensino-aprendizagem e permitido o acesso detalhado ao desenvolvimento acadêmico de cada um dos seus estudantes. Com esse método, a Unisal espera elevar o grau de conhecimento dos estudantes e seu desempenho na vida profissional. Os estudantes aprovam a metodologia, como é possível perceber nas aulas⁹.

Quando for realizada uma avaliação (Fig.3), a opção escolhida pelo estudante como resposta a uma questão deve ser colocada para cima, ou seja, se a resposta escolhida for a letra C, então o estudante deverá levantar o cartão com a letra C voltada para cima. Portanto, o professor apresenta a

Figura 4 - Aplicativo Plickers



Fonte: www.ednology.com/product/plickers/

⁸ <https://revistaensinosuperior.com.br/modelo-colaborativo/>

⁹ <https://unisal.br/unisal-aplica-a-metodologia-de-ensino-peer-instruction/>

Hoje a Unisal faz uso de equipamento eletrônico, o clicker¹⁰, que facilita sua aplicação. Os aparelhos, adquiridos pelo UNISAL nos EUA, foram utilizados, pela primeira vez, pelos estudantes do terceiro ano matutino do curso de Direito.

4.3. ENSINO SOB MEDIDA (EsM)

O método de ensino Just-in-Time Teaching (JiTT)¹¹, ou Ensino sob Medida (EsM), proposto pelo professor Gregory M. Novak e colaboradores, objetiva desenvolver a habilidade de trabalho em grupo entre os estudantes e a capacidade de comunicação oral e escrita, delegando responsabilidades aos estudantes pela sua própria aprendizagem e aumentando a retenção de conhecimento dos conteúdos a longo prazo.

Nessa metodologia, o professor faz o planejamento de aulas baseado nos conhecimentos e dificuldades de seus estudantes, demonstradas nas respostas apresentadas em atividades de leitura prévias as aulas.

O EsM (Novak, 1999), basicamente, se divide em tarefas de leitura, discussões em sala de aula e atividades em grupos.

Nas tarefas de leitura (TLs), atividade realizada fora de sala, conhecida também como “aquecimento” (WarmUp), os estudantes lêem algum capítulo de livro, artigo ou qualquer material sobre o conteúdo e, em seguida, respondem algumas questões conceituais. Após essa etapa, com base nas respostas apresentadas, o professor prepara aulas sob medida para seus estudantes, elaborando explicações e atividades que ajudem no entendimento dos conteúdos e o esclarecimento das maiores dificuldades encontradas pelos estudantes. Em sala, o docente apresenta algumas respostas dos estudantes, sem identificá-los, abrindo debate para argumentações e discussões sobre os conceitos do conteúdo, trabalhando as dificuldades identificadas. Em uma última etapa, o professor promove atividades em grupo, envolvendo os conceitos trabalhados nas TLs (tarefas de leitura) e nas discussões em sala de aula.

Exposições orais curtas dos estudantes, novas discussões, exercícios de fixação, trabalhos em laboratório e outros, são atividades que praticam o uso de novos conceitos, permitindo uma melhor retenção das informações. Após estas aulas os estudantes respondem a novas questões relacionadas ao conteúdo trabalhado em sala.

¹⁰ <https://www.turningtechnologies.com/clickers/>

¹¹ O método Just-in-Time Teaching foi concebido por professores da IUPUI (Indiana University-Purdue University Indianapolis), EUA, e da Academia da Força Aérea dos EUA.

5. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria da aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) teve início na década de 1960, quando Ausubel se propôs a explicar as condições e características da aprendizagem, de modo a provocar alterações cognitivas, com significado individual e social. Teoria psicológica de aprendizagem que se refere aos meios cognitivos pelos quais se processam a aquisição e a retenção de significados.

Ausubel definiu a aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) como o processo segundo o qual se relaciona um novo conhecimento ou uma nova informação com a estrutura cognitiva do indivíduo. Substantivo e não arbitrário, pois a interação ocorre com aspectos existentes na estrutura cognitiva de quem aprende, os chamados subsunçores, resultando desta interação ativa e integradora, um novo significado.

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educativa a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.”
(Ausubel, 1980)

Para uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1968), necessário que o indivíduo tenha uma predisposição para relacionar o conteúdo a ser aprendido de um modo não arbitrário e não literal com a sua estrutura cognitiva, que seja potencialmente significativo, conceitualmente coerente e que possa relacionar com ideias relevantes disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo.

Quando o conteúdo a ser aprendido não consegue conectar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Ou seja, o indivíduo memoriza, decora fórmulas, leis, e esquece tudo posteriormente.

A interação entre o novo significado e ideias relevantes na estrutura cognitiva do indivíduo, origina significado verdadeiro ou psicológico. Em função de estrutura cognitiva única de cada indivíduo, o significado psicológico é também único, o que não elimina os significados sociais.

Quando o estudante não dispõe de subsunçores adequados e necessários para a aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) de um conteúdo específico, necessário o uso de

organizadores, materiais introdutórios que antecedem o período de aprendizagem, que atuem como conexões cognitivas entre o que o estudante já aprendeu significativamente, na escola ou em experiências cotidianas, e o que precisa saber para aprender significativamente as ideias novas introduzidas pelo novo conteúdo.

A aprendizagem baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968) não consiste numa simples ligação entre os novos conhecimentos e os já adquiridos, mas num processo em que os novos conteúdos vão adquirindo significado para o indivíduo.

Ausubel distingue a aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) em três tipos:

Aprendizagem Representacional: constitui o tipo básico de aprendizagem e envolve, basicamente, uma atribuição de significados a símbolos (tipicamente palavras), ou seja, a relação de símbolos com seus referentes, sejam objetos, eventos ou conceitos.

Aprendizagem de Conceitos: se assemelha a uma aprendizagem representacional, pois conceitos são também representados por símbolos. Mas, nesse caso, os símbolos são genéricos ou categóricos, representando abstrações dos atributos essenciais dos referentes.

Aprendizagem Proposicional: contrariamente a aprendizagem representacional, não se trata de aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas sim, aprender o significado de ideias em forma de proposição. As palavras combinadas em uma sentença para constituir uma proposição representam conceitos. O objetivo não é aprender o significado dos conceitos e, sim, o significado das ideias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob forma de uma proposição.

Para explicar o processo de aquisição de significados na estrutura cognitiva, Ausubel introduz a teoria da assimilação, entendida como o processo que ocorre quando algo novo potencialmente significativo é assimilado por um subsunçor pertencente a estrutura cognitiva, formando um produto interacional em que o subsunçor e o novo conhecimento alteram mutuamente. Assim, a aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) não é apenas um processo de assimilação, mas também um desenvolvimento e alteração dos subsunçores, propiciando novas aprendizagens.

Portanto, a assimilação é um processo que ocorre quando um conceito ou proposição a, potencialmente significativo, é assimilado sob uma ideia ou conceito mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva, como um exemplo, extensão, elaboração ou qualificação do

mesmo. Não só a nova informação, mas também o conceito subsunçor A, com o qual ela se relaciona, são modificados pela interação. Além disso, a' e A' permanecem relacionados como coparticipantes de uma nova unidade a'A' que, em última análise, é o subsunçor modificado.

Por exemplo, o conceito de energia elétrica deve ser aprendido por um estudante que já possui o conceito de energia, bem estabelecido em sua estrutura cognitiva, o novo conceito específico (energia elétrica) será assimilado pelo conceito mais inclusivo (energia) já adquirido. Entretanto, considerando que esse tipo de energia é de curto alcance (em contraposição aos outros que são de longo alcance), não somente o conceito de energia elétrica adquirirá significado para o estudante, mas também o conceito geral de energia que ele já tinha será modificado e tornar-se-á mais inclusivo (Moreira, 1979).

Ausubel relata que imediatamente após a aprendizagem significativa (Ausubel, 1968), inicia-se uma segunda etapa da assimilação, denominada de assimilação obliteradora (esquecimento dos conhecimentos mais específicos e permanência de conhecimentos mais gerais modificados pelos mais específicos outrora presentes fortemente na estrutura cognitiva). De forma genérica sugerir que um conhecimento novo interage com apenas um subsunçor pode ser considerado correto, mas é necessário destacar que na verdade a informação nova interage com vários subsunçores.

A teoria de Ausubel apresenta três formas de aprendizagem significativa (Ausubel, 1968), segundo a teoria da assimilação: a **subordinada**, **superordenada** e a **combinatória**. O processo até aqui enfatizado, segundo o qual a nova informação adquire significado por meio da interação com subsunçores, reflete uma relação de subordinação do novo material em relação a estrutura cognitiva preexistente. A esse tipo de aprendizagem dá-se o nome de **subordinada** e pode ainda ser classificada em aprendizagem **subordinada derivativa** que ocorre quando o material aprendido é entendido como um exemplo específico de um conceito já estabelecido na estrutura cognitiva e, aprendizagem **subordinada correlativa** que ocorre quando o material é aprendido como uma extensão dos conceitos previamente aprendidos. Segundo Ausubel, a maior incidência de aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) é do tipo subordinada, ou seja, a nova ideia aprendida se encontra hierarquicamente subordinada a ideia preexistente.

Na aprendizagem **superordenada**, o conceito aprendido é mais extenso do que os conceitos existentes na estrutura cognitiva. Ocorre quando o conceito ou proposição, mais

geral e inclusivo do que as ideias ou conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva, é adquirido a partir destes e passa a assimilá-los.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980) é quando se aprende uma nova proposição inclusiva que condicionará o surgimento de várias ideias, ocorrendo no curso do raciocínio ou quando o material apresentando é organizado indutivamente ou envolve a síntese de ideias compostas.

Quanto à aprendizagem **combinatória**, é a aprendizagem de proposições e, em menor escala, de conceitos que não guardam uma relação de subordinação ou superordenação com proposições ou conceitos específicos, e sim, com conteúdo amplo, relevante de uma maneira geral, existente na estrutura cognitiva. Não estão relacionadas hierarquicamente, porém se encontram no mesmo nível, não sendo nem mais específica nem mais inclusiva do que outras ideias. É como se a nova informação fosse potencialmente significativa por ser relacionável à estrutura cognitiva como um todo, de uma maneira bem geral, e não com aspectos específicos dessa estrutura, como ocorre na aprendizagem subordinada e mesmo na superordenada.

Ausubel diz que um indivíduo pode assimilar significativamente um assunto, que lhe foi exposto, sem desenvolver qualquer esforço para o descobrir por si próprio, através de tentativa e erro, mesmo não compreendendo como chegou ao resultado. A principal característica da aprendizagem por descoberta (Bruner, 1961) é que o conteúdo deve ser descoberto pelo estudante, enquanto na aprendizagem por recepção (Ausubel, 2000), todo o conteúdo lhe é apresentado.

Segundo Novak (2000), a aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) subentende-se “a integração construtivista do pensamento, dos sentimentos e ações, levando à capacitação humana de compromisso e de responsabilidade”, o que conduz ao enriquecimento humano (Novak, 2000). Deste modo, reconhece-se a influência que tem a aquisição de novos conhecimentos e a experiência emocional em qualquer processo de aprendizagem. Para Novak (2000), qualquer acontecimento educativo é uma permuta de significados e de sentimentos entre estudantes e professores, interação sem a qual não ocorre a aprendizagem significativa (Ausubel, 1968). Porém, não só é um resultado, mas também um processo no qual se compartilham significados e se estabelecem responsabilidades.

6. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática propõe um conjunto organizado de materiais e atividades de ensinos destinados ao aprendizado de conteúdo relacionado a energia elétrica. A sequência, dividida em oito etapas, contempla aulas sobre conceitos ligados à energia, aulas com experimentos práticos, atividades investigativas utilizando simulações, tarefas ligadas ao seu cotidiano e avaliações para análise do aprendizado.

A princípio será realizada uma avaliação inicial dos estudantes quanto aos conceitos envolvidos não apenas para observar um nível de conhecimento, mas também como referencial para desenvolvimento das próximas atividades.

Em seguida, aulas utilizando ensino sob medida (Novak, 1999) abrangendo circuitos elétricos e os elementos que os compõem. Pretende-se com esta aula já associar os circuitos a uma rede residencial.

Próximas aulas serão em laboratório com experimentos práticos sobre associação de componentes e montagem de circuitos elétricos com as devidas medições, utilizando multímetro.

Com os conceitos básicos sobre circuitos elétricos construídos, utilizando o EsM (Novak, 1999), as próximas aulas serão sobre produção e distribuição de energia, equipamentos residenciais, consumo e conta de energia.

... a avaliação diagnóstica é constituída por uma sondagem, projeção e retrospectiva da situação de desenvolvimento do aluno, dando-lhe elementos para verificar o que aprendeu e como aprendeu. É uma etapa do processo educacional que tem por objetivo verificar em que medida os conhecimentos anteriores ocorreram e o que se faz necessário planejar para selecionar dificuldades encontradas. (SANTOS e VARELA, 2007, p. 04)

Ao final da sequência, propõe-se uma nova avaliação, como a mesma aplicada inicialmente, para comprovação da eficácia da sequência e uma discussão sobre novas fontes de energia e o uso racional de energia.

Esta proposta traz um material de apoio ao professor (Apêndice A), sobre circuitos elétricos, para atendimento a discentes com deficiências auditiva, visual, motora, cognitiva e outras.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA

<i>Etapa</i>	<i>Tempo</i>	<i>Proposta Temática</i>	<i>Objetivos/Métodos</i>	<i>Recursos</i>
1	50min	Diagnóstico Inicial	Avaliar os estudantes, através de questionário, quanto aos conhecimentos e conceitos envolvidos em circuitos elétricos e energia elétrica.	Projektor, notebook, internet, smartphone e aplicativo Plickers.
2	50min	Conceitos Básicos de Circuitos Elétricos	Trabalhar os conceitos básicos envolvidos em circuitos elétricos, discutindo e esclarecendo dúvidas sobre tensão, corrente, resistência, potência e energia elétrica.	Quadro, projetor, notebook e internet.
3	50min	Circuitos Elétricos	Discutir e esclarecer dúvidas sobre associações de fontes de energia (pilhas) e de resistências (resistores), circuitos série, paralelo e misto. Demonstrar como realizar medidas elétricas utilizando o multímetro.	Quadro, projetor, notebook e internet.
4	50min	Experimentos Práticos Associação Componentes	Realizar experimentos práticos de associação de pilhas e resistores. Entender e comprovar as associações de resistências e fontes de energia.	Kit de componentes eletrônicos, multímetro, projetor, laboratório.
5	100min	Experimentos Práticos Circuitos Elétricos	Realizar experimentos práticos de circuitos elétricos série, paralelo e misto. Entender e comprovar a 1ª Lei de Ohm e adquirir prática com medições.	Kit de componentes eletrônicos, multímetro, projetor, laboratório.
6	50min	Energia Elétrica	Entender todo o processo de fornecimento de energia elétrica, geração, transmissão e distribuição, e conhecer os tipos de usinas de geração de energia elétrica.	Quadro, projetor, notebook e internet.
7	100min	Quadro de Consumo	Compreender o consumo de energia elétrica de residências, entender a relação potência elétrica x consumo de energia, conhecer a fatura da conta de energia, como tarifas, bandeiras tarifárias, encargos e impostos.	Quadro, projetor, notebook e internet.
8	50min	Diagnóstico Final	Reaplicar questionário aplicado no início.	Projektor, notebook, internet, smartphone e aplicativo Plickers.

7. PLANEJAMENTO DAS AULAS

ETAPA 1 - DIAGNÓSTICO INICIAL

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS:

Aplicar um questionário de avaliação (Apêndice B) sobre o conteúdo a ser trabalhado na sequência, bem como de conteúdos prévios necessários ao desenvolvimento dos temas da sequência. O resultado deverá ser utilizado para análise de desempenho de aplicação da sequência, bem como norteador no desenvolvimento da sequência, considerando as dificuldades dos estudantes. Com base nos dados obtidos nesta avaliação diagnóstica, pode-se fazer uma abordagem mais específica sobre determinados itens do conteúdo, considerando as questões com maior percentual de erros e, também, acertos.

DESENVOLVIMENTO:

Aplicar questionário impresso (Apêndice B) ou projeção de questionário (Apêndice C), com o uso de plickers cards. Para uso de plickers cards, acesse: <https://get.plickers.com>.

RECURSOS: Projetor, notebook, acesso internet, plickers cards, smartphone e aplicativo Plickers.

TAREFAS PRÓXIMA AULA:

- 1) Estudo do capítulo 4 do livro Física V3 PNLD18 PR (ou mesmo conteúdo de qualquer outro livro didático) que contempla os conceitos básicos utilizados em circuitos elétricos (ddp, corrente, resistência, potência, energia elétrica), componentes elétricos (fonte, resistor, interruptor, condutor), 1ª/2ª Leis de Ohm e outros.
- 2) Fazer os exercícios propostos do capítulo 4, a serem entregues antes da próxima aula e a serem avaliados com notas.

ETAPA 2 - CONCEITOS BÁSICOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVO:

Trabalhar conteúdo de conhecimentos prévios, ou seja, conceitos básicos envolvidos em circuitos elétricos, como tensão, corrente, resistência, potência e energia elétrica.

SÍNTESE DO CONTEÚDO:

TENSÃO ELÉTRICA, DDP, VOLTAGEM

A tensão elétrica consiste na diferença de potencial (ddp) elétrico entre dois pontos. Essa diferença de potencial gera o movimento dos elétrons e, conseqüentemente, a corrente elétrica. A tensão elétrica pode ser fornecida por uma pilha, bateria e outras fontes geradoras. Representada pela variável U ou V , a unidade de medida é Volt (V).

CORRENTE ELÉTRICA

A corrente elétrica consiste no movimento ordenado de cargas elétricas, através de um condutor elétrico. A corrente elétrica é definida como corrente elétrica real (sentido do movimento dos elétrons) e corrente elétrica convencional (consiste no movimento de cargas positivas). Quando analisamos um circuito elétrico, adotamos sempre o sentido convencional, ou seja, polo positivo de uma pilha para o polo negativo. Representada pela variável I , a unidade de medida é Ampère (A).

RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A resistência elétrica é a capacidade de um corpo se opor a passagem de corrente elétrica. Depende do material utilizado, podendo ser maior ou menor. O próprio condutor apresenta certa oposição à passagem da corrente elétrica. Representada pela variável R , a unidade de medida é Ohm (Ω).

POTÊNCIA ELÉTRICA

Potência é a taxa com a qual a energia é fornecida ou absorvida por um determinado equipamento ao longo do tempo. Dada pela multiplicação da tensão pela corrente e representada pela variável P , a unidade de medida é Watt (W).

ENERGIA ELÉTRICA

Energia elétrica é a capacidade de uma corrente elétrica realizar trabalho. Dada pela multiplicação da potência pelo tempo e representada pela variável E , a unidade de medida é Watt-hora (Wh).

DESENVOLVIMENTO:

Aplicando o ensino sob medida (EsM) (Novak, 1999), iniciar a aula apresentando a avaliação dos exercícios propostos na aula anterior (tarefa 2 da Etapa 1), do capítulo 4 do livro, bem como as questões e algumas das respostas dos estudantes, escolhidas para a discussão em sala de aula.

Com base nos conhecimentos e dificuldades dos seus estudantes, manifestadas pelas respostas desses exercícios, abrir discussões com questionamentos sobre os conceitos envolvidos e outros tais como qual a tensão na casa deles, quais equipamentos possuem maior potência e por quê, se podemos ligar um aparelho de 110V em 220V e vice-versa, o que aconteceria em ambos os casos, e outras que instiguem os estudantes. Após questionamentos, e considerando também as respostas das questões 1 a 3 da avaliação diagnóstica, trabalhar os conteúdos de maiores dificuldades com explanação (~10min) sobre os conceitos básicos envolvidos em circuitos elétricos, de forma que possa auxiliar no entendimento dos conteúdos e a superação das principais dificuldades apresentadas pelos estudantes. Ao término da explanação, abrir para perguntas novamente, esclarecer dúvidas e realizar exercícios.

RECURSOS: Quadro, projetor, notebook e acesso internet.

TAREFAS PRÓXIMA AULA:

- 1) Estudo dos capítulos 5 e 6 do livro Física V3 PNLD18 PR (ou mesmo conteúdo de qualquer outro livro didático) que contempla associação de componentes, medidas elétricas, geradores elétricos, circuitos simples, série, paralelo e misto.
- 2) Fazer os exercícios propostos dos capítulos 5 e 6, a serem entregues antes da próxima aula e a serem avaliados com notas.
- 3) Utilizando o simulador Phet Colorado¹², montar associação de fontes (pilhas) e de resistências (resistores), circuitos série, paralelo e misto, realizando medições de tensões e correntes.

¹² https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_pt_BR.html

ETAPA 3 - CIRCUITOS ELÉTRICOS

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS:

Discutir e esclarecer dúvidas sobre associações de fontes de energia (pilhas) e de resistências (resistores), circuitos série, paralelo e misto.

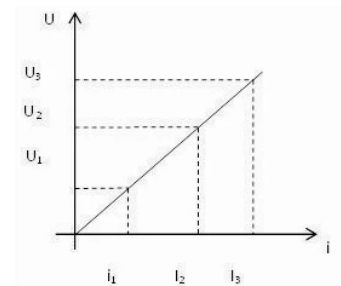
Demonstrar como realizar medidas elétricas utilizando o multímetro.

Montar grupos para as práticas das próximas aulas.

SÍNTESE DO CONTEÚDO:

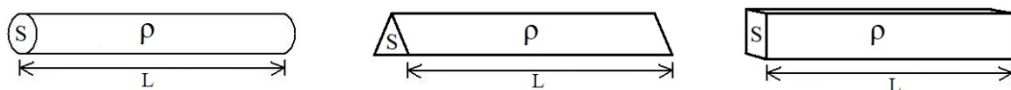
1ª LEI DE OHM:

Em um condutor ôhmico, a corrente elétrica é diretamente proporcional à diferença de potencial (tensão) aplicada, ou seja, há uma proporção direta entre a corrente e a diferença de potencial observada em componentes de materiais com essa propriedade ôhmica. Ou seja: $U = R.I$



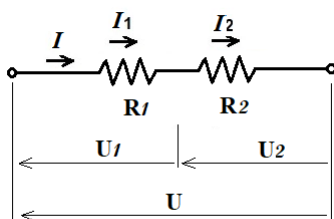
2ª LEI DE OHM:

A resistência elétrica de um material depende de sua resistividade e é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua área. Ou seja: $R = \rho.(L/A)$



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE:

Considere a associação em série de resistores abaixo, onde a corrente pelos resistores será a mesma ($I = I_1 = I_2$), mas a tensão sobre o circuito é dividida entre as resistências, de forma que a tensão total é a soma das tensões em cada resistor ($U = U_1 + U_2$). Utilizando a 1ª Lei de Ohm, temos:



Série

$$U_1 = I_1.R_1 \quad U_2 = I_2.R_2 \quad U = U_1 + U_2 \quad I = I_1 = I_2$$

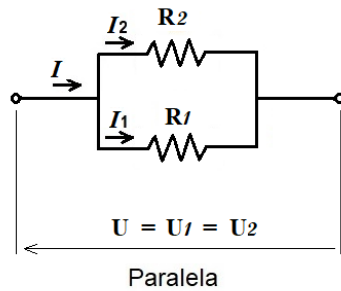
$$Req.I = I_1.R_1 + I_2.R_2$$

$$Req.I = I.R_1 + I.R_2$$

$$\boxed{Req = R_1 + R_2}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM PARALELO:

Considere a associação em paralelo abaixo, onde a diferença de potencial (tensão) sobre os resistores será a mesma ($U = U_1 = U_2$), mas a corrente é dividida entre as resistências, de forma que a corrente total é a soma das correntes em cada resistor ($I = I_1 + I_2$). Utilizando a 1ª Lei de Ohm, temos:



$$U_1 = I_1 \cdot R_1 \quad U_2 = I_2 \cdot R_2 \quad U = U_1 = U_2 \quad I = I_1 + I_2$$

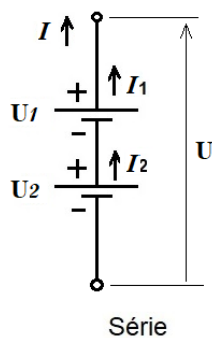
$$U/R_{eq} = U_1/R_1 + U_2/R_2$$

$$U/R_{eq} = U/R_1 + U/R_2$$

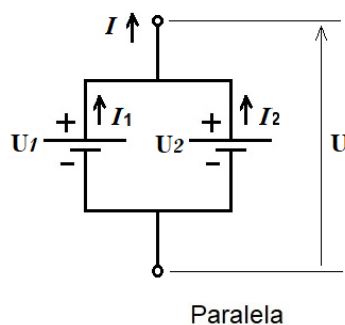
$$\boxed{1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2}$$

ASSOCIAÇÃO DE FONTES:

No caso de associação de fontes de energia (pilhas), temos:



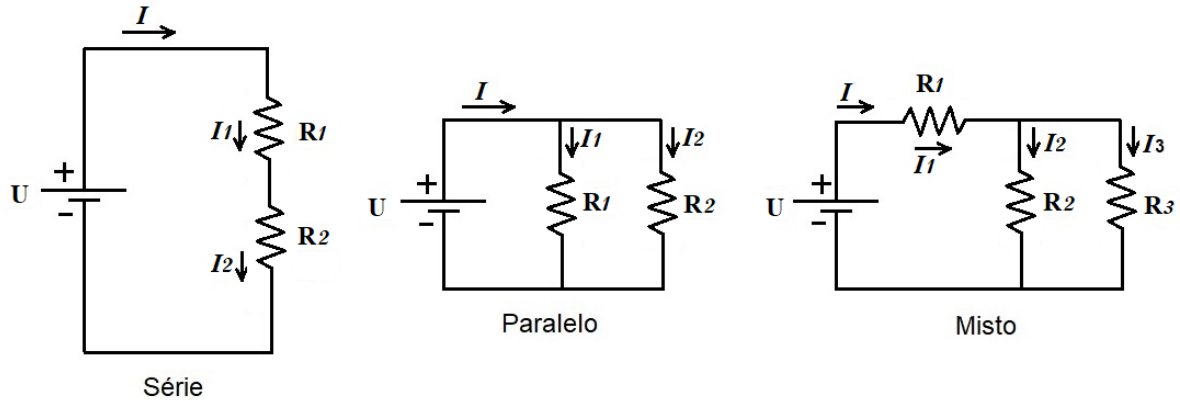
$$U = U_1 + U_2 \quad I = I_1 = I_2$$



$$U = U_1 = U_2 \quad I = I_1 + I_2$$

CIRCUITOS SÉRIE, PARALELO E MISTO:

São circuitos com fontes de energia ligadas a uma associação de resistores. Abaixo os três tipos de circuitos.



DESENVOLVIMENTO:

Aplicando o ensino sob medida (EsM) (Novak, 1999), iniciar a aula apresentando a avaliação dos exercícios propostos na aula anterior, dos capítulos 5 e 6 do livro, bem como as questões e algumas das respostas dos estudantes, escolhidas para a discussão em sala de aula. Com base nos conhecimentos e dificuldades dos seus estudantes, manifestadas pelas respostas desses exercícios (tarefa 2 da Etapa 2), abrir discussões com questionamentos sobre associações de componentes e circuitos elétricos tais como “Por que preciso associar pilhas?”, “Conhece algum aparelho que precisa de associação de pilhas?”, “Onde há associação de resistências em sua casa?”, “Os circuitos das tomadas são séries, paralelos ou mistos?”, “Se encostarmos a mão na pilha, dá choque? E na tomada? Por quê?”, “Por quê os pássaros encostam nos fios da rede elétrica e não tomam choque?” e outras que instiguem os estudantes. Promover discussões em pares ou grupos de máximo três estudantes sobre as questões apresentadas.

Após questionamentos e discussões, fazer uma pequena explanação (~10min) sobre as 1ª e 2ª leis de Ohm e associações de componentes, circuitos elétricos série, paralelo e misto.

Desenhe e calcule a associação de pilhas mostrando as diferenças entre tensões e correntes nas associações série e paralela, ou seja, a alteração da tensão equivalente na associação série e a alteração da corrente total na associação paralela.

Utilizando a 1ª lei de Ohm, peça para os estudantes em pares encontrarem a fórmula para cálculo da resistência equivalente em circuitos com associações série e paralela.

Visando a próxima aula, questione-os sobre os modos de se realizar medidas elétricas utilizando um multímetro e verifique se o vídeo proposto como tarefa de casa foi útil ou não.

Mostre ou desenhe no quadro, circuitos série e paralelo com os medidores e, respectivos símbolos. Projete o circuito do anexo II e explique as medidas de tensão em paralelo e que, para medidas de corrente, necessário a interrupção do circuito. Mostre o multímetro e os cuidados que se deve ter na realização de medidas e a questão da escala. Se não soubermos o valor aproximado da medida, escolher o maior valor da escala e reduzir gradualmente.

Faça exercícios, calculando a resistência de condutores com materiais, comprimentos e bitolas diferentes, mostrando que os mesmos apresentam resistências elétricas.

RECURSOS: Quadro, projetor, notebook e acesso internet.

TAREFAS PRÓXIMA AULA:

- 1) Estudo do roteiro (Apêndice D), sobre circuitos elétricos para realização de atividades práticas sobre associação de componentes.
- 2) Assistir aos vídeos de como realizar medidas com multímetros:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=xUYan9Nzj6E>;
 - <https://www.youtube.com/watch?v=1WIWrmc-rBk>.
- 3) Realizar e exercitar montagens de associações de componentes e de circuitos pelo simulador Phet Colorado https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_pt_BR.html.
- 4) Exercitar a 1ª Lei de Ohm, alterando os valores de tensão e resistência e analisando os valores de correntes, pelo simulador Phet Colorado https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_pt_BR.html.
- 5) Exercitar a 2ª Lei de Ohm, alterando os valores de resistividade do material, área e comprimento do condutor, analisando os valores de resistências, pelo simulador Phet Colorado https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_pt_BR.html.
- 6) Solicitar aos grupos de estudantes, montados para as práticas, trazerem para a próxima aula duas pilhas de 1,5V novas.

ETAPA 4 - EXPERIMENTOS PRÁTICOS ASSOCIAÇÃO DE COMPONENTES

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS:

Realizar experimentos práticos de associação de pilhas e resistores, realizando as tarefas 1 e 2 do roteiro (Apêndice D). Entender e comprovar as associações de resistências (resistores) e fontes de energia (pilhas).

DESENVOLVIMENTO:

Em grupos de no máximo quatro estudantes, já montados na aula anterior, utilizando o kit (Apêndice E), solicitar a montagem das associações com os componentes, resistores e pilhas, e realizar as medidas necessárias com o multímetro. Durante as práticas, projetar a tabela leitura de resistores (Anexo I) para despertar a curiosidade e poderem comprovar o valor das resistências utilizadas.

Solicitar que chamem o professor para verificação das montagens realizadas, antes de realizarem as medições.

Os estudantes deverão utilizar as fórmulas de resistência equivalente encontradas na aula anterior para comprovação dos valores medidos.

Antes do início das práticas, aproveite a oportunidade para reabrir questionamentos sobre associações de componentes. Ao perguntar “Por que associamos pilhas?” e “Conhece algum aparelho, equipamento ou dispositivo elétrico que precisa de associação de pilhas?”, induza-os a pensarem tal necessidade de associação e sobre aparelhos e equipamentos que temos em casa, como controles remotos, rádios a pilha, lanternas e outros que podem funcionar como subsunçores em um processo de Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968), onde os novos conhecimentos sobre a associação de fontes de energia (pilhas) são ancorados em suas estruturas cognitivas.

Faça o mesmo para a associação de resistores, estabelecendo uma relação com os eletrodomésticos, conceitos que estão presentes nas estruturas cognitivas dos estudantes e o novo conteúdo que se faz necessário aprender. Para isso, apresente questões como “Onde há associação de resistências em sua casa?”, “Os circuitos das tomadas são séries, paralelos ou

mistos?” e outras que estimulem as discussões e que permita a ancoragem das novas informações.

RECURSOS: Quadro, projetor, notebook, acesso a internet, laboratório com bancadas ou espaço fora de sala ou agrupamento de carteiras em sala, kit de componentes (Apêndice E).

TAREFAS PRÓXIMA AULA:

- 1) Rever roteiro (Apêndice D), sobre circuitos elétricos para realização de atividades práticas sobre circuitos elétricos.
- 2) Rever vídeos de como realizar medidas com multímetros:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=xUYan9Nzj6E>;
 - <https://www.youtube.com/watch?v=1WIWrmc-rBk>.
- 3) Realizar e exercitar montagens de circuitos elétricos série, paralelo e misto pelo simulador Phet Colorado https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_pt_BR.html.
- 4) Solicitar aos estudantes trazerem para as próximas aulas duas pilhas de 1,5V novas a serem utilizadas pelo grupo.
- 5) Estudo do roteiro (Apêndice D) sobre circuitos elétricos para realização de atividades práticas sobre circuitos elétricos série, paralelo e misto.
- 6) Realizar e exercitar montagens de circuitos série, paralelo e misto pelo simulador do Phet Colorado https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_pt_BR.html.

ETAPA 5 - EXPERIMENTOS PRÁTICOS CIRCUITOS ELÉTRICOS

TEMPO: 02 horas-aula - 100 min

OBJETIVOS:

Realizar experimentos práticos de circuitos elétricos série, paralelo e misto, realizando as tarefas 3, 4 e 5 do roteiro (Apêndice D).

Entender e comprovar a 1ª Lei de Ohm e adquirir prática com medições.

DESENVOLVIMENTO:

Em grupos de no máximo quatro estudantes, preferencialmente os mesmos da aula anterior, utilizar o kit (Apêndice E) para montar circuitos elétricos série, paralelo e misto, e realizar as medidas necessárias com o multímetro.

Durante as práticas, projetar a tabela leitura de resistores (Adendo II).

Solicitar aos estudantes realizar, através de discussões e baseado na prática com os circuitos, a tarefa 6 do roteiro (Apêndice D). Acrescente questões, como “Qual a tensão da tomada em sua casa?”, “Qual a tensão das lâmpadas e dos eletrodomésticos lá?”, “Quem é a fonte de energia (pilha) na sua casa?” e outras que estimulem as discussões e facilite a ancoragem dos novos conhecimentos às suas estruturas cognitivas.

Solicitar aos estudantes realizar um comparativo entre os componentes do circuito elétrico montado e o da residência deles. Discuta.

RECURSOS: Quadro, projetor, notebook, acesso a internet, laboratório com bancadas ou espaço fora de sala ou agrupamento de carteiras em sala, kit de componentes (Apêndice E).

TAREFAS PRÓXIMA AULA:

1) Estudo das Leituras de Física do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) do Instituto de Física da USP dos capítulos 1 a 6 (<http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro1.pdf>) e dos capítulos 7 a 13 (<http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro2.pdf>).

2) Estudo sobre os tipos de fontes de energia elétrica e os impactos ambientais, sociais e econômicos na região, além da viabilidade econômica.

https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_adf.ctrl-state=18mh8j7k1y_5&_afLoop=453305639570075#!.

ETAPA 6 – ENERGIA ELÉTRICA

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS:

Entender todo o processo de fornecimento de energia elétrica, geração, transmissão e distribuição, e conhecer os tipos de usinas de geração de energia elétrica.

SÍNTESE DO CONTEÚDO:

ENERGIA ELÉTRICA

Energia elétrica é a capacidade de uma corrente elétrica realizar trabalho. Dada pela multiplicação da potência pelo tempo e representada pela variável E, a unidade de medida é Watt-hora (Wh). Na prática, a unidade mais utilizada é o quilowatt hora (kWh). Um quilowatt hora corresponde à potência de 1 kW agindo durante uma hora.

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A) USINA HIDRELÉTRICA

Usina que utiliza a energia cinética do fluxo de água, geralmente represada em reservatórios e com desníveis variando entre 15m e 150m ou mais, para rotacionar as turbinas ligadas a um gerador.

B) USINA TERMELÉTRICA

Usina que utiliza fontes térmicas na produção de energia elétrica, ou seja, através da queima de carvão, óleo combustível, gás natural, bagaço de cana, resíduos de madeira e outros. O vapor produzido na queima desses combustíveis é utilizado para movimentar as turbinas ligadas a geradores. Também denominadas por alguns de usinas térmicas, são instalações industriais responsáveis pela produção de toda e qualquer energia elétrica pela geração de calor.

C) USINA NUCLEAR

Usina que tem por finalidade produzir energia elétrica a partir de reações nucleares que produzem uma grande quantidade de energia térmica. Tais usinas são construídas por um envoltório de contenção feito de ferro armado, concreto e aço, com a finalidade de proteger o reator nuclear de emitir radiações para o meio ambiente. O elemento mais utilizado para a produção dessa energia é o urânio. A fissão dos átomos de urânio aquece a água que passa pelo reator e se transforma, posteriormente, em vapor, movimentando a turbina - a uma velocidade de 1.800 rpm - que, por sua vez, aciona o gerador elétrico.

D) USINA EÓLICA

Usina que produz energia elétrica a partir da força dos ventos, energia cinética contida nas massas de ar em movimento, e é gerada por meio de aerogeradores. Neles, a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico. É uma energia abundante, renovável e limpa. Denomina-se energia eólica a (vento).

E) USINA SOLAR

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoeletrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial (tensão), provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares.

Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados atualmente são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica.

F) USINA GEOTÉRMICA

Usina típica de regiões que possuem grandes volumes de águas geotérmicas vulcânicas, de onde se extraem o vapor d'água (em temperatura superior a 370°C) para movimentar geradores e produzir energia elétrica.

G) USINA MARÍTIMA

O potencial de geração de energia elétrica a partir do mar inclui o aproveitamento das marés, correntes marítimas, ondas, energia térmica e gradientes de salinidade.

A eletricidade pode ser obtida a partir da energia cinética (do movimento) produzida pelo movimento das águas ou pela energia derivada da diferença do nível do mar entre as marés alta e baixa (energia maremotriz). Dois tipos de energia maremotriz podem ser obtidas: energia cinética das correntes devido às marés e energia potencial pela diferença de altura entre as marés alta e baixa.

TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A transmissão de energia elétrica tem por função, transportar energia entre dois pontos, ou seja, das usinas aos consumidores finais. Com o uso de transformadores, a tensão nos terminais do gerador pode ser elevada para centenas de milhares de volts com consequente redução da corrente na mesma proporção (visto que a potência é o produto da tensão pela corrente). Isto permite uma maior eficiência na transmissão de energia.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A distribuição de energia elétrica se caracteriza como o segmento do setor elétrico dedicado à entrega de energia elétrica para os usuários finais, ou seja, as edificações comerciais e residenciais.

DESENVOLVIMENTO:

Nesta etapa, sugere-se o uso da Instrução por Pares (Mazur, 2015) em função do conteúdo e como forma de variar a metodologia de ensino-aprendizagem.

Em etapas, realizar uma explanação sobre as formas de geração de energia elétrica, transmissão e distribuição, o órgão regulador (Aneel) e seu papel, concessionárias de energia elétrica, públicas e privadas, citando algumas no Brasil e em Minas Gerais. E apresentar as vantagens e desvantagens dos diversos tipos de usinas elétricas.

Para cada tópico, apresentar uma questão (Apêndice F), estipulando um tempo de ~3min para que os estudantes a respondam. Através dos plickers cards¹³, avalie a necessidade de discussão em pares e nova avaliação da questão, ou passar para o próximo tópico.

RECURSOS: Quadro, projetor, notebook, acesso a internet.

TAREFAS PRÓXIMA AULA:

- 1) Elaborar em casa um quadro de consumo de sua residência (Apêndice G), com a lista dos mais comuns e principais itens consumidores de energia elétrica, respectivas potências e tempo de uso mensal e diário estimado de cada um.
- 2) Calcular o consumo de energia estimado para a lista elaborada, acessando https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Documents/SimuladorDeConsumo/Cemig_Estime_seu_Consumo2.htm.
- 3) Assistir ao vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=Fbaalc0DKKM> e realizar a leitura do medidor de sua residência (trazer foto do medidor).
- 4) Ler texto sobre bandeiras tarifárias, no link http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/Bandeiras_tarif%C3%A1rias.aspx.
- 5) Trazer para as próximas aulas o quadro da simulação realizada e uma das últimas contas de energia.

¹³ <https://get.plickers.com>

ETAPA 7 – QUADRO DE CONSUMO

TEMPO: 02 horas-aula - 100 min

OBJETIVOS:

Compreender o consumo de energia elétrica dos principais itens de uma residência, identificando os maiores consumidores de energia.

Entender a relação potência elétrica x consumo de energia.

Entender a fatura da conta de energia (Fig.5 e 6), como tarifas, bandeiras tarifárias, encargos e impostos.

Entender os itens que compõem a fatura e identificar o campo da leitura, comprovando através de leitura realizada o quanto já se consumiu de energia elétrica no mês.

Comprovar o percentual de encargos e impostos.

DESENVOLVIMENTO:

Iniciar a aula verificando e avaliando a elaboração do quadro de consumo, bem como a conta de energia solicitados.

Em seguida, promover discussão sobre os itens que consomem energia nos lares dos estudantes enumerados nos quadros de consumo, indagando sobre os tipos identificados, especificações técnicas, tempo de uso e outros que permitam avaliar os conhecimentos prévios que permitirão relacionar um novo conhecimento ou uma nova informação com a estrutura cognitiva do indivíduo.

Apresentar questionamentos relacionados ao tema, como “Qual aparelho elétrico consome mais energia? Por quê?”, “Podemos considerar que o aparelho de maior potência é o que gasta mais energia?”, “Como podemos diminuir o consumo na iluminação?”, “Quais tipos de lâmpadas conhecem?”, “Qual lâmpada de 60W consome menos energia com o mesmo tempo de uso: fluorescente, LED ou incandescente?”, “O que é eficiência energética?”, “O que é o selo Procel?” e outras que estimulem o raciocínio e a discussão, bem como a ancoragem dos novos conhecimentos.

Em grupos de três estudantes, promover uma discussão sobre as simulações realizadas, solicitando aos mesmos identificar maneiras de reduzir o consumo com o uso racional de energia elétrica e as consequências dessa ação positiva. Identifique costumes errôneos que

geram consumo excessivo e/ou desnecessário, bem como formas de alterar a cultura, como abrir a geladeira toda hora ou deixá-la aberta, banhos demorados no chuveiro, utilizar o ferro de passar roupas para apenas uma peça ou poucas de roupa, o mesmo procedimento para a máquina de lavar e outros.

Em função do questionamento já colocado sobre a configuração de circuitos (série ou paralelo), mostrar basicamente a configuração de uma rede elétrica residencial e apresentar as características e especificações técnicas de aparelhos elétricos residenciais.

Fazer exercícios de leitura de medidores, calcular o consumo de energia elétrica baseado nos dados obtidos e verificar as informações da conta de energia, conforme exemplo na figura 6, comparando resultados.

Rediscutir e fazer uma explanação sobre alguns tipos, características e modo de uso de dispositivos elétricos, como lâmpadas, geladeiras, máquinas de lavar, ferro de passar roupas, TVs, chuveiros, equipamentos de refrigeração (ar-condicionado) e outros.

Fazer uma explanação sobre eficiência energética e o selo Procel. Questionar se algum dos estudantes identificou o selo em algum dos eletrodomésticos em seu lar. Falar sobre a eficiência de alguns tipos de lâmpadas, inclusive sobre o retorno financeiro na utilização de componentes com preços mais altos.

Reabrir discussão para identificar maneiras de reduzir o consumo de energia elétrica.

RECURSOS: Quadro, projetor, notebook, acesso a internet.

TAREFAS PRÓXIMAS AULAS:

“Desenvolver e propagar a cultura do uso consciente da energia elétrica”.

Figura 5 - Modelo de Fatura de Conta de Energia Elétrica

CEMIG CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A.
CNPJ 06.981.195/0001-16
Inscr. Estadual 062.322/136.0087
Av. Bartolomeu, 1200 - 17º Andar - Ala A1
Santo Agostinho - CEP 30.190-131
Belo Horizonte - MG - Brasil

Nota Fiscal - Conta de Energia Elétrica

		Nº DO CLIENTE:		
		Nº da Instalação	Subclasse	Classe
		Datas de Leitura		Modalidade Tarifária
		Anterior	Próxima	
Tipo de Medição	Informações Técnicas			
	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Medição	Consumo

CEMIG

RESERVADO AO FISCO

REFERENTE A	VENCIMENTO	VALOR A PAGAR
Base de Cálculo (R\$):	Alíquota:	Valor (R\$):
ICMS PASEP COFINS		

Mês/Ano	Histórico de Consumo			REAVISO DE CONTAS VENCIDAS / DÉBITOS ANTERIORES
	Dias de Faturamento	Consumo de Ponta	Consumo Fora Ponta	

Informações Gerais

CEMIG	CÓDIGO DE DÉBITO AUTOMÁTICO	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
REFERENTE A:		Nº DA INSTALAÇÃO:	

1 Criação do campo "Modalidade Tarifária" que especifica o tipo de tarifa e subgrupo de tensão.

2 Ampliação do campo "Informações Técnicas" para possibilitar a inserção de até 4 leituras.

3 Ampliação do campo "Valores Faturados" para suportar mais informações.

4 Mês de referência, data de vencimento e valor a pagar passam a ficar juntos em um campo.

5 Acrescentado a informação das alíquotas do PASEP e COFINS.

6 O campo "Histórico de Consumo" foi adaptado para exibir mais de uma leitura, se necessário, sendo que nesta situação será removido a informação "Média kWh/Dia".

Fonte: Cemig - <https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Cientes/Paginas/conheca-sua-conta-alteracoes.aspx>

Figura 6 - Exemplo Real de Fatura de Conta de Energia

 CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A. CNPJ: 06.981.180/0001-16 Inscr. Estadual 062.322136.0087 Av. Barbacena, 1200 - 17º Andar - Ala A1 Santo Agostinho - CEP 30.190-131 Belo Horizonte - MG - Brasil		Nota Fiscal - Conta de Energia Elétrica Série: U1 NF: 146073543 Controle: 02.112/R4S0DBB306/Q112																																																					
Emissão: 13/09/2019 Impressão: 13/09/2019 08:40:12 Emissão autorizada pelo Regime Especial/PTA Nº 45.000009762.37 - SEF/MG		Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE criado pela Lei nº 10.438 de abril de 2002																																																					
JOSE JUNQUEIRA AV SOUSA SARAIVA 721 UBERLÂNDIA - MG CEP: 38408-000 MEDIDOR Nº: AEA019801801		Nº DO CLIENTE: 6078760787 <table border="1"> <tr> <th>Nº da Instalação</th> <th>Subclasse</th> <th>Classe</th> </tr> <tr> <td>3006030060</td> <td>RESIDENCIAL</td> <td>Residencial Bifásico</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th colspan="3">Datas de Leitura</th> <th>Modalidade Tarifária</th> </tr> <tr> <th>Anterior</th> <th>Atual</th> <th>Próxima</th> <th>Tarifa Convencional</th> </tr> <tr> <td>13/08</td> <td>13/09</td> <td>14/10</td> <td></td> </tr> </table>		Nº da Instalação	Subclasse	Classe	3006030060	RESIDENCIAL	Residencial Bifásico	Datas de Leitura			Modalidade Tarifária	Anterior	Atual	Próxima	Tarifa Convencional	13/08	13/09	14/10																																			
Nº da Instalação	Subclasse	Classe																																																					
3006030060	RESIDENCIAL	Residencial Bifásico																																																					
Datas de Leitura			Modalidade Tarifária																																																				
Anterior	Atual	Próxima	Tarifa Convencional																																																				
13/08	13/09	14/10																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Informações Técnicas</th> </tr> <tr> <th>Tipo de Medição</th> <th>Leitura Anterior</th> <th>Leitura Atual</th> <th>Constante de Medição</th> <th>Consumo kWh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energia Elétrica</td> <td>23510</td> <td>23651</td> <td>1</td> <td>141</td> </tr> </tbody> </table>				Informações Técnicas					Tipo de Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Medição	Consumo kWh	Energia Elétrica	23510	23651	1	141																																					
Informações Técnicas																																																							
Tipo de Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Medição	Consumo kWh																																																			
Energia Elétrica	23510	23651	1	141																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">VALORES FATURADOS</th> </tr> <tr> <th>Descrição</th> <th>Quantidade</th> <th>Preço</th> <th>Valor (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td>141</td> <td>1,01279001</td> <td>142,77</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ENCARGOS/COBRANÇAS</td> </tr> <tr> <td>Descrição</td> <td></td> <td></td> <td>Valor R\$</td> </tr> <tr> <td>Contrib.Custeio Ilum. Pública</td> <td></td> <td></td> <td>18,76</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TARIFAS APLICADAS(Sem Impostos)</td> </tr> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td></td> <td>0,66833000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ADICIONAL BANDEIRAS (Já incluído no Valor a Pagar)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BANDEIRA VERMELHA P1</td> <td></td> <td></td> <td>8,54</td> </tr> </tbody> </table>				VALORES FATURADOS				Descrição	Quantidade	Preço	Valor (R\$)	Energia Elétrica kWh	141	1,01279001	142,77	ENCARGOS/COBRANÇAS				Descrição			Valor R\$	Contrib.Custeio Ilum. Pública			18,76	TARIFAS APLICADAS(Sem Impostos)				Energia Elétrica kWh		0,66833000		ADICIONAL BANDEIRAS (Já incluído no Valor a Pagar)				BANDEIRA VERMELHA P1			8,54												
VALORES FATURADOS																																																							
Descrição	Quantidade	Preço	Valor (R\$)																																																				
Energia Elétrica kWh	141	1,01279001	142,77																																																				
ENCARGOS/COBRANÇAS																																																							
Descrição			Valor R\$																																																				
Contrib.Custeio Ilum. Pública			18,76																																																				
TARIFAS APLICADAS(Sem Impostos)																																																							
Energia Elétrica kWh		0,66833000																																																					
ADICIONAL BANDEIRAS (Já incluído no Valor a Pagar)																																																							
BANDEIRA VERMELHA P1			8,54																																																				
CPF: 260.640.471-07 AA1D.48B4.2C74.4A78.0F69.D5E1.0067.8A8A																																																							
RESERVADO AO FISCO																																																							
REFERENTE A SET/2019		VENCIMENTO 05/10/2019	VALOR A PAGAR R\$ 161,53																																																				
Base de Cálculo (R\$): ICMS 142,77 PASEP 99,94 COFINS 99,94		Alíquota%: 30 1,02 4,71	Valor (R\$): R\$ 42,83 R\$ 1,01 R\$ 4,70																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês/Ano</th> <th>Consumo kWh</th> <th>Consumo médio kWh/dia</th> <th>Dias de Faturam.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>AGO/2019</td><td>140</td><td>4,37</td><td>32</td></tr> <tr><td>UL/2019</td><td>153</td><td>5,10</td><td>30</td></tr> <tr><td>UN/2019</td><td>132</td><td>4,55</td><td>29</td></tr> <tr><td>MAI/2019</td><td>146</td><td>4,82</td><td>32</td></tr> <tr><td>BR/2019</td><td>127</td><td>4,53</td><td>28</td></tr> <tr><td>MAR/2019</td><td>155</td><td>5,16</td><td>30</td></tr> <tr><td>EV/2019</td><td>198</td><td>6,60</td><td>30</td></tr> <tr><td>AN/2019</td><td>254</td><td>7,93</td><td>32</td></tr> <tr><td>FEZ/2018</td><td>193</td><td>6,43</td><td>30</td></tr> <tr><td>IOV/2018</td><td>178</td><td>6,13</td><td>29</td></tr> <tr><td>JUT/2018</td><td>188</td><td>5,87</td><td>32</td></tr> <tr><td>ET/2018</td><td>214</td><td>6,48</td><td>33</td></tr> </tbody> </table>		Mês/Ano	Consumo kWh	Consumo médio kWh/dia	Dias de Faturam.	AGO/2019	140	4,37	32	UL/2019	153	5,10	30	UN/2019	132	4,55	29	MAI/2019	146	4,82	32	BR/2019	127	4,53	28	MAR/2019	155	5,16	30	EV/2019	198	6,60	30	AN/2019	254	7,93	32	FEZ/2018	193	6,43	30	IOV/2018	178	6,13	29	JUT/2018	188	5,87	32	ET/2018	214	6,48	33	REAVISO DE CONTAS VENCIDAS / DÉBITOS ANTERIORES	
Mês/Ano	Consumo kWh	Consumo médio kWh/dia	Dias de Faturam.																																																				
AGO/2019	140	4,37	32																																																				
UL/2019	153	5,10	30																																																				
UN/2019	132	4,55	29																																																				
MAI/2019	146	4,82	32																																																				
BR/2019	127	4,53	28																																																				
MAR/2019	155	5,16	30																																																				
EV/2019	198	6,60	30																																																				
AN/2019	254	7,93	32																																																				
FEZ/2018	193	6,43	30																																																				
IOV/2018	178	6,13	29																																																				
JUT/2018	188	5,87	32																																																				
ET/2018	214	6,48	33																																																				
Informações Gerais Tarifa vigente conforme Res Aneel nº 2.550, de 21/05/2019. AGO/2019 Band. Verm. P1 - SET/2019 Band. Verm. P1 Considerar nota fiscal quitada após débito em sua c/c. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br																																																							
RECEBA SUA FATURA DE ENERGIA POR E-MAIL DE FORMA FÁCIL, RÁPIDA E SEGURA. ACESSE AGORA www.cemig.com.br																																																							
 CÓDIGO DE DÉBITO AUTOMÁTICO 004350966843		VENCIMENTO 05/10/2019	TOTAL A PAGAR R\$ 161,53																																																				
DÉBITO AUTOMÁTICO REFERENTE A: SET/2019		Nº DA INSTALAÇÃO: 3006030060																																																					
83660000001-9 61530138009-8 61020184411-1 00430966843-9																																																							
																																																							

Fonte: Cemig

ETAPA 8 - DIAGNÓSTICO FINAL

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS:

Aplicar o mesmo questionário (Apêndice B) da aula inicial sobre o conteúdo trabalhado na sequência. O resultado deverá ser utilizado para análise de desempenho de aplicação da sequência didática, ou seja, avaliar os estudantes quanto aos conhecimentos e conceitos adquiridos nessa sequência, permitindo alterações para melhoria contínua da sequência.

DESENVOLVIMENTO:

Aplicar questionário, impresso (Apêndice B) ou projeção de questionário (Apêndice C), da mesma forma como na primeira aula, com o uso de plickers cards.

RECURSOS: Projetor, notebook, acesso internet, plickers cards, smartphone e aplicativo Plickers.

TAREFAS PRÓXIMAS AULAS:

“Desenvolver e propagar a cultura do uso consciente da energia elétrica”.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.** Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 2000.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view.** 1.ed. Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para a Educação Inovadora: Uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: Penso, 2018.

BARIANI, I. C. D. **Estilos cognitivos de universitários e iniciação científica.** Tese Doutorado - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

BARIANI, I. C. D.; SANTOS, A. A. A. **Estilos cognitivos de estudantes de psicologia: Experiência em iniciação científica e séries frequentadas.** Estudos de Psicologia- Campinas, v.17, p.52-61, 2000.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem.** Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular:** MEC, 2018.

Disponível em:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2019.

BRUNER, J. The Act of Discovery. **Harvard Educational Review** v.31, n.1, p.21-32, 1961.

CARVALHO, A. M. P.; CASTRO, R. S. **The Historic Approach in Teaching: Analysis of an Experience,** Science & Education, v.4, p.65-85. 1995.

CLICKERS and student response devices. Disponível em: <<https://www.turningtechnologies.com/clickers/>>. Acesso em: 13 de out. de 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 52ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2015.

HELOU, D.; GUALTER, J. B.; NEWTON, V. B. **Tópicos de Física.** 1º edição, Vol. 3. São Paulo, Editora Saraiva, 2010.

KHAN, S. **Vamos usar o vídeo para reinventar a educação:** Filmed March 2011 at TED2011. Disponível em <http://www.ted.com/talks/salman_khan_let_s_use_video_to_reinvent_education?language=pt-br>. Acesso em: 16 out. 2019.

KHAN, S. **Um mundo, uma escola - A educação reinventada.** Rio de Janeiro: Editora Intrínseca LTDA, p.8, 2012.

LAWSON, A. E. How do humans acquire knowledge? And what does that imply about the nature of knowledge? **Science & Education**, Dordrecht, v.9, p.577-598, 2000.

LEWIN, A. M. F; LOMÁSCOLO, T. M. M. La metodologia científica em la construcción de conocimientos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.20, n.2, p.147-154. 1998.

MAZUR, E. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MAZUR, E. O ensino tradicional de Física está matando a curiosidade. **Revista Carta Capital**, 2019. Disponível em: <http://www.cartaeducacao.com.br/entrevistas/o-ensino-tradicional-de-fisica-esta-matando-a-curiosidade/>. Acesso em 28 jun. 2018.

MENEZES, L. C. . **Ensino de Física: Reforma ou Revolução**. In: MARTINS, A.F.P.(Org.). Física ainda é cultura? São Paulo: Livraria da Física, p.27-45, 2009.

MESSICK, S. The nature of cognitive styles: Problems and promise in educational practice, **Educational Psychologist**, v.19, p.59-74, 1984.

MORAES, J. U. P. A visão dos alunos sobre o ensino de física: um estudo de caso. **Scientia Plena**¹⁴, v.5, n. 11, 2009.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física. **Revista Brasileira de Física**, Porto Alegre, v.9, n.1, p.277-280, 1979.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. **Just-in-Time Teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

PIETROCOLA, M. **Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo**. In: __ (Org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: EDUFSC, 2001. p.9-32.

LÓGICA inversa. **Revista Ensino Superior**. Disponível em: <<https://revistaensinosuperior.com.br/logica-inversa/>>. Acesso em: 13 de out. de 2019.

SANTOS, M. R.; VARELA, S. A. Avaliação como um Instrumento Diagnóstico da Construção do Conhecimento nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Eletrônica de Educação**. Ano I, Nº.01, jul./dez.2007.

¹⁴ www.scientiaplenu.org.br

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 16.ed. Petrópolis, R.J.: Editora Vozes, 2014.

UNISAL aplica a metodologia de ensino Peer Instruction. Disponível em: <<https://unisal.br/unisal-aplica-a-metodologia-de-ensino-peer-instruction/>>. Acesso em: 13 de out. de 2019.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução: Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

VILLAS-BÔAS, M. A. Aulas Invertidas são muito mais eficientes e inclusivas. **Revista Carta Capital**. 2017. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/blogs/vanguardas-do-conhecimento/aulas-invertidas-sao-muito-mais-eficientes/>. Acesso em: 16/10/2019.

ZIEGELMEIER, L. B.; TOPAZ, C. M. Flipped Calculus: A Study of Student Performance and Perceptions. **PRIMUS**, v.25:9-10, p.847-860, 2015.

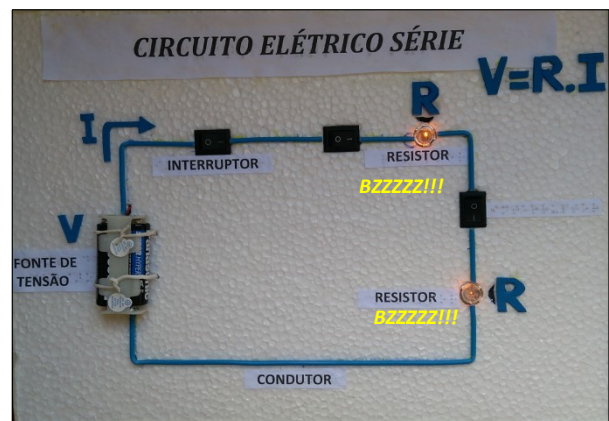
APÊNDICE A: MATERIAL DE APOIO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

INTRODUÇÃO

Para as atividades com experimentos práticos, propomos um material de apoio para atender a todo público discente. Nele, propõe-se a montagem de dois experimentos manipuláveis para pessoas com deficiências visual, auditiva, cognitiva e motora, permitindo a construção do conhecimento do tema por todos os estudantes; sem exceção. Necessário profissional de intérprete de Libras. Este material visa sustentar os questionamentos colocados e a instigação para que o estudante com deficiência também construa o seu conhecimento e associe ao seu cotidiano. Para a montagem dos dois circuitos elétricos, série e paralelo, pode-se utilizar placas de isopor e componentes simples e similares aos de uma instalação residencial, como baterias DC, cabos, chaves, lâmpadas e buzzers (buzinas). O uso de componentes similares visa tanto a independência de fonte de energia (tomada 110/220V), quanto à questão de segurança física no uso e manipulação do experimento pelos estudantes. Os circuitos elétricos série e paralelo da fotos apresentadas foram montados em placas distintas com apresentação por estimulação multissensorial auditiva, tátil e visual. Os circuitos reais foram construídos sob a placa em função da grande quantidade de condutores necessários para interligação dos componentes, inclusive dos buzzers (buzinas) que ficaram ocultos. Sobre a placa, foram colocados condutores apenas para visualização das interligações e para a manipulação. Sobre a montagem, foram acrescentados o título, as informações básicas sobre os conceitos envolvidos (tensão, corrente e resistência) e os componentes, bem como setas de indicação do sentido convencional da corrente elétrica. As informações foram impressas em papel sulfite e sob a impressão, *o código Braille* e, também, foi utilizado E.V.A. para os componentes e fórmula da Lei de Ohm.

O circuito série (Fig.7) possui uma fonte de alimentação composta por duas pilhas de 1,5V em série ($E=3V$), uma chave geral para ligação da fonte, simulando o quadro de disjuntores da residência, e duas lâmpadas de 3,5V com

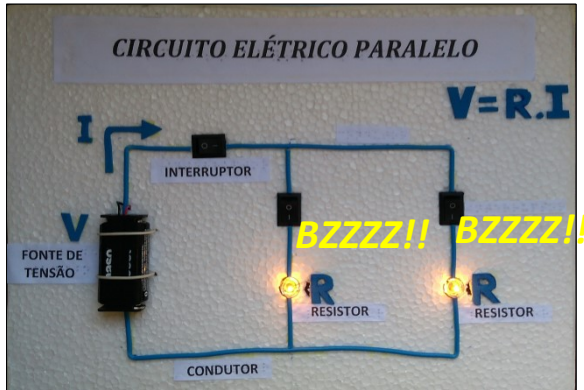
Figura 7 - Circuito Elétrico Série



Fonte: próprio autor

uma chave para cada uma das lâmpadas funcionando como interruptores de ambientes distintos, ligados por um único percurso, utilizados na apresentação como uma pertencente a um quarto e outra à sala, em uma associação a residência do estudante.

Figura 8 - Circuito Elétrico Paralelo



Fonte: próprio autor

O circuito paralelo (Fig.8) possui uma fonte de alimentação composta por duas pilhas de 1,5V em série ($E=3V$), uma chave geral para ligação da fonte, simulando o quadro de disjuntores da residência, e duas lâmpadas de 3,5V com uma chave para cada uma das lâmpadas funcionando como interruptores de ambientes distintos, ligados por percursos diferentes, utilizados na apresentação como uma pertencente a um

quarto e outra à sala, em uma associação a residência do estudante.

METODOLOGIA DE ENSINO

À princípio, explique se tratarem de circuitos elétricos, como os que temos em residências, e deixe o estudante manuseá-lo (Figs.9 e 10) à vontade, com o intuito de responder à questões como: “Como você acha que são interligados os aparelhos, as tomadas, as lâmpadas, em sua casa?”

Figura 10 - Estudante com Surdez



Fonte: próprio autor

Figura 9 - Estudante com Cegueira



Fonte: próprio autor

Quando possível, trabalhe os conceitos e

novos questionamentos como: “O que gasta mais energia em sua casa?”, “Qual a tensão nas tomadas lá?”, “Posso ligar um equipamento de 110VAC em 220VAC?”, “E o contrário? Equipamento 220VAC em 110VAC.”, estimulando-os a pensarem, responderem e, também, formular outras questões.

LISTA DE MATERIAIS E ORÇAMENTO

Quadro 1 - Lista de materiais utilizados na montagem do kit inclusivo

LISTA DE MATERIAIS (REF.2018)					
#	Quant.	Componente	Valor Unitário	Valor Total	Valor Kit
1	4	Buzzer Contínuo redondo preto 5V	R\$2,56	R\$10,24	R\$10,24
2	4	Lâmpada Filamento PR-3 3,6V 500mA	R\$2,35	R\$9,40	R\$9,40
3	6	Chave Gangorra KCD3-101 3A/250VAC	R\$1,18	R\$7,08	R\$7,08
4	1,2	Cabo Flexível 1,5mm ² azul (m)	R\$0,60	R\$0,72	R\$0,72
5	1	Placa de EPS (isopor) 20mm Isorecort	R\$8,80	R\$8,80	R\$2,93
6	1	Cola branca 110g lavável Tenaz Henkel	R\$5,50	R\$5,50	R\$0,06
7	4	Pilha AA 1,5V	R\$4,40	R\$17,60	R\$17,60
8	2	Suporte para 2 pilhas AA dual layer	R\$1,71	R\$3,42	R\$3,42
9	1	Folha em EVA 60x40 liso azul	R\$2,90	R\$2,90	R\$0,29
		Total		R\$65,66	R\$51,74

Fonte: próprio autor

OBSERVAÇÕES FINAIS

Um dos principais objetivos desse material é proporcionar um ensino inclusivo. Os experimentos para o ensino de circuitos elétricos, adaptados com elementos multissensoriais, podem ser utilizados por estudantes, e pessoas com ou sem deficiência, com êxito.

Quando elaboramos atividades adaptadas para atender a um estudante com deficiência, estamos também melhorando a qualidade das aulas para todos, tornando-as mais dinâmicas, atrativas e interativas. Este material de apoio visa contribuir para uma questão bastante presente nas escolas atualmente. A inclusão de pessoas com necessidades especiais deve ser uma preocupação permanente da sociedade.

Este material fez parte de trabalho apresentado nos eventos “1ª MOSTRA: FÍSICA E INCLUSÃO” realizado em dez/2018 (Figs.9 e 10), VIII Seminário Nacional de Educação Especial e VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação Especial e Inclusão Escolar em fev/2019, na Universidade Federal de Uberlândia.

APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO - IMPRESSÃO

	Atividade	Disciplina	Professor	Valor	Nota
	Aluno (a)	n°	Série / Turma	Data / /	

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

INSTRUÇÕES

- 1) Confira se há 7 questões em seu questionário.
- 2) Você terá 21min para responder a todas as questões (3min/questão).
- 3) Preencha o cabeçalho e aguarde a ordem do professor para iniciar o teste.
- 4) Quando terminar, levante a mão para que o professor pegue o questionário.
- 5) Boa sorte!

QUESTÕES

1. Associe as grandezas físicas às unidades correspondentes:

- (R) Resistência () quilowatt (kW)
 (E) Energia () microvolt (μV)
 (P) Potência () mili-ampère (mA)
 (C) Corrente () quilowatt-hora (kWh)
 (V) Voltagem () watt (W)
 () ohm (Ω)

- (A) P, R, C, V, -, E
 (B) E, V, C, P, E, R
 (C) V, C, P, R, -, E
 (D) P, V, C, E, P, R

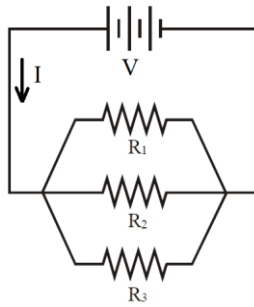
2. É incorreto afirmar que:

- (A) Corrente elétrica é o movimento ordenado, isto é, com direção e sentido preferenciais, de portadores de carga elétrica.
- (B) A corrente elétrica é causada por uma diferença de potencial elétrico ou tensão elétrica.
- (C) Convencionou-se orientar a corrente elétrica, externamente ao gerador, no sentido dos potenciais decrescentes, ou seja, do polo negativo para o positivo.
- (D) Em um condutor ôhmico mantido à temperatura constante, a intensidade de corrente elétrica é proporcional a diferença de potencial aplicada entre seus terminais.

3. É incorreto afirmar que:

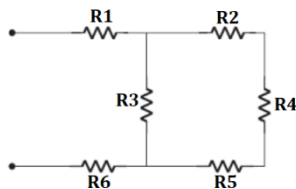
- (A) Um resistor ou uma resistência elétrica é um dispositivo que tem como finalidade transformar energia elétrica em energia térmica por meio do efeito joule.
- (B) A resistência elétrica de um condutor homogêneo de seção transversal uniforme é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional a área de sua seção transversal.
- (C) Dois ou mais resistores estão associados em paralelo, quando são interligados de tal maneira que fiquem todos submetidos à mesma diferença de potencial.
- (D) Dois ou mais resistores estão associados em série, quando são interligados de tal maneira que a corrente elétrica que passa por eles, possui a mesma intensidade.

4. No circuito elétrico abaixo, temos $R_1 > R_2 > R_3$. Portanto,



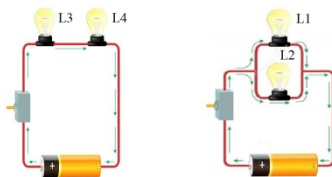
- (A) a resistência elétrica equivalente é $R_1 + R_2 + R_3$.
 (B) os três resistores possuem a mesma d.d.p..
 (C) a tensão sobre cada resistor depende apenas do valor de sua resistência elétrica.
 (D) no resistor R_1 circula a corrente elétrica de maior intensidade.

5. Considere o circuito da figura abaixo e assinale a alternativa correta:



- (A) R_1 e R_6 estão associados paralelamente;
 (B) R_1 e R_2 encontram-se em uma associação série;
 (C) R_3 encontra-se em associação paralela com a resistência equivalente dada por $R_2 + R_4 + R_5$;
 (D) R_2 e R_5 encontram-se associados de forma mista, ou seja, nem paralelo e nem série.

6. Nos circuitos a seguir, considerando iguais as especificações dos componentes:



- (A) L_1 , L_2 , L_3 e L_4 têm o mesmo brilho;
 (B) L_1 e L_2 brilham mais do que L_3 e L_4 ;
 (C) L_3 e L_4 brilham mais do que L_1 e L_2 ;
 (D) L_2 brilha mais do que L_1 .

7. Se um chuveiro de 1000(W) é utilizado por 30min/dia, quais serão o consumo total por mês e o valor mensal gasto, considerando o mês de 30 dias e uma tarifa de R\$0,20/KWh?

- (A) 30(KWh) e R\$6,00;
 (B) 15(KWh) e R\$3,00;
 (C) 15000(Wh) e R\$30,00;
 (D) 10(KWh) e R\$20,00.

APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO - PROJEÇÃO



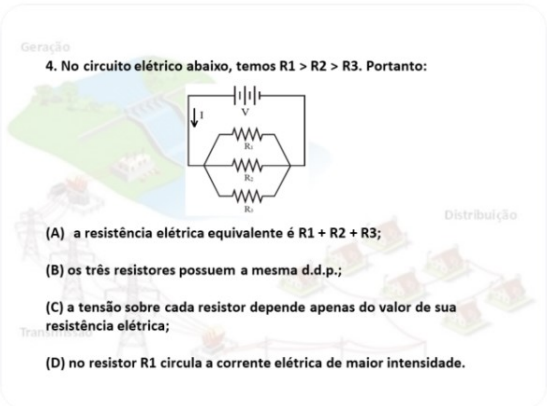
QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

CIRCUITOS ELÉTRICOS E ENERGIA ELÉTRICA

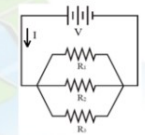
1. Associe as grandezas físicas às unidades correspondentes:

(R) Resistência () quilowatt (kW)	() microvolt (μV)
(E) Energia () mili-ampère (mA)	() quilowatt-hora (kWh)
(P) Potência () watt (W)	() ohm (Ω)
(C) Corrente ()	
(V) Voltagem ()	

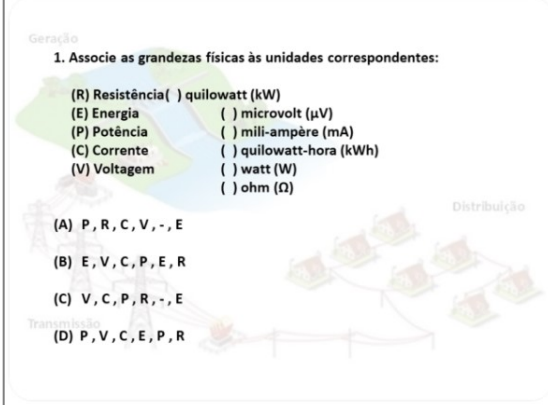
(A) P, R, C, V, -, E
(B) E, V, C, P, E, R
(C) V, C, P, R, -, E
(D) P, V, C, E, P, R



4. No circuito elétrico abaixo, temos $R_1 > R_2 > R_3$. Portanto:

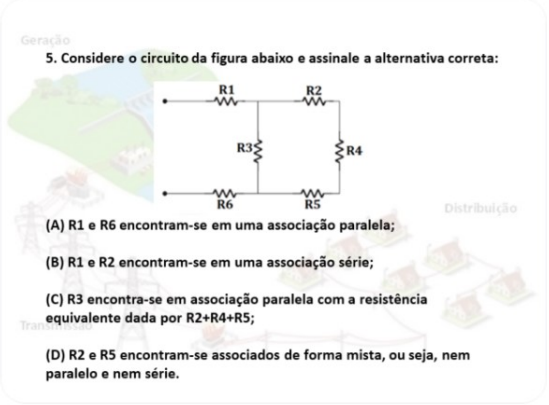


(A) a resistência elétrica equivalente é $R_1 + R_2 + R_3$;
(B) os três resistores possuem a mesma d.d.p.;
(C) a tensão sobre cada resistor depende apenas do valor de sua resistência elétrica;
(D) no resistor R_1 circula a corrente elétrica de maior intensidade.

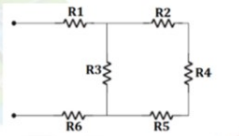


2. É incorreto afirmar que:

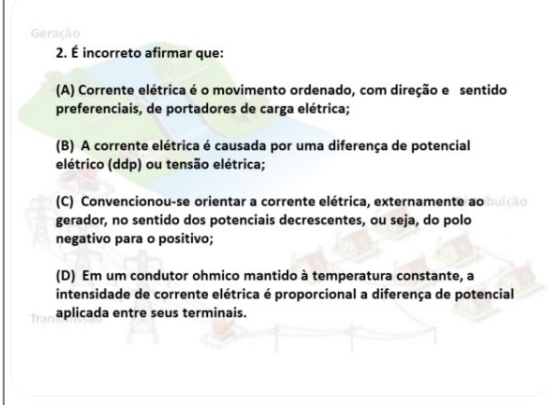
(A) Corrente elétrica é o movimento ordenado, com direção e sentido preferenciais, de portadores de carga elétrica;
(B) A corrente elétrica é causada por uma diferença de potencial elétrico (ddp) ou tensão elétrica;
(C) Convencionou-se orientar a corrente elétrica, externamente ao gerador, no sentido dos potenciais decrescentes, ou seja, do polo negativo para o positivo;
(D) Em um condutor ôhmico mantido à temperatura constante, a intensidade de corrente elétrica é proporcional a diferença de potencial aplicada entre seus terminais.



5. Considere o circuito da figura abaixo e assinale a alternativa correta:

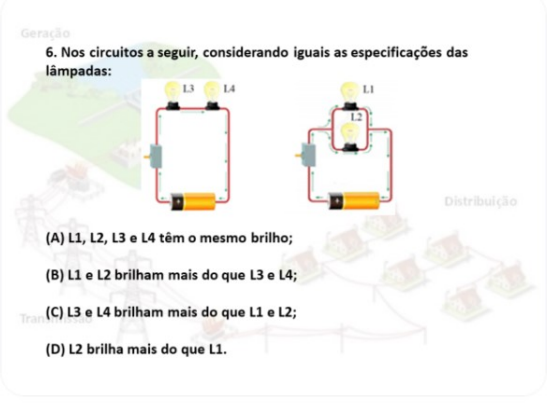


(A) R_1 e R_6 encontram-se em uma associação paralela;
(B) R_1 e R_2 encontram-se em uma associação série;
(C) R_3 encontra-se em associação paralela com a resistência equivalente dada por $R_2 + R_4 + R_5$;
(D) R_2 e R_5 encontram-se associados de forma mista, ou seja, nem paralelo e nem série.

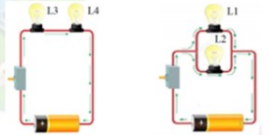


3. É incorreto afirmar que:

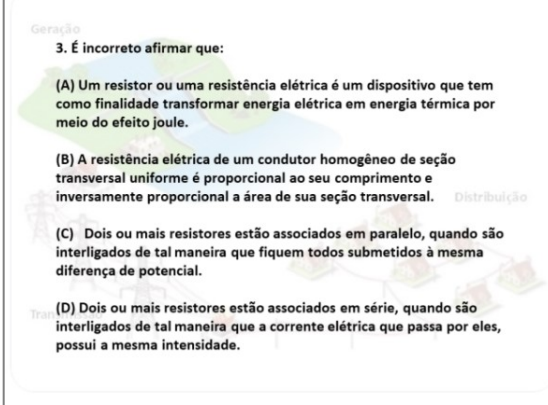
(A) Um resistor ou uma resistência elétrica é um dispositivo que tem como finalidade transformar energia elétrica em energia térmica por meio do efeito joule.
(B) A resistência elétrica de um condutor homogêneo de seção transversal uniforme é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à área de sua seção transversal.
(C) Dois ou mais resistores estão associados em paralelo, quando são interligados de tal maneira que fiquem todos submetidos à mesma diferença de potencial.
(D) Dois ou mais resistores estão associados em série, quando são interligados de tal maneira que a corrente elétrica que passa por eles, possui a mesma intensidade.



6. Nos circuitos a seguir, considerando iguais as especificações das lâmpadas:



(A) L_1, L_2, L_3 e L_4 têm o mesmo brilho;
(B) L_1 e L_2 brilham mais do que L_3 e L_4 ;
(C) L_3 e L_4 brilham mais do que L_1 e L_2 ;
(D) L_2 brilha mais do que L_1 .



7. Se um chuveiro de 1000(W) é utilizado por 30min/dia, quais serão o consumo total por mês e o valor mensal gasto, considerando o mês de 30 dias e uma tarifa de R\$0,20/KWh?

(A) 30(KWh) e R\$6,00;
(B) 15(KWh) e R\$3,00;
(C) 15000(Wh) e R\$30,00;
(D) 10(KWh) e R\$20,00.



Bons estudos!

APÊNDICE D: ROTEIRO CIRCUITOS ELÉTRICOS

	Atividade	Disciplina	Professor	Valor	Nota
	Aluno (a)	nº	Série / Turma	Data / /	

ROTEIRO CIRCUITOS ELÉTRICOS

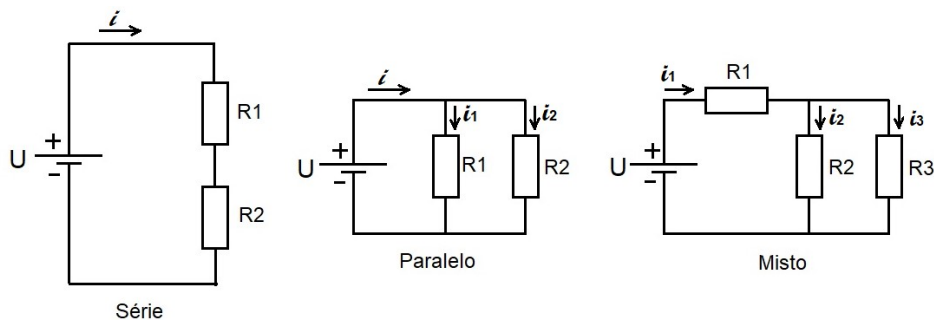
Associação de componentes elétricos série e paralelo

Quando os elementos elétricos se ligam entre si de modo a estabelecerem apenas um percurso de passagem da corrente elétrica, diz-se que se trata de uma associação série.

Quando os elementos elétricos estão ligados entre si de tal modo que se estabelecem vários trajetos diferentes para a passagem da corrente elétrica, diz-se que estes elementos apresentam uma associação paralela.

Quando os elementos elétricos são combinações de associações série e paralelo, diz-se que estes elementos apresentam uma associação mista.

As figuras abaixo representam as formas básicas de tipos de circuitos elétricos.



Os experimentos a seguir tem como objetivos a identificação de associações e a caracterização dos mesmos em função da observação das correntes elétricas e das tensões nos circuitos.

Lista de materiais:

- Multímetro;
- 3 lâmpadas de 3,6(V)/0,5(A);
- 1 porta pilhas AA;
- 3 resistores;
- 1 interruptor.

Tarefa 1: Associação de fontes de tensão

- Meça a tensão de uma pilha, a tensão de duas pilhas em série e de duas em paralelo.

$$U_1 = \quad U_{2S} = \quad U_{2P} =$$

- Analise e responda qual(is) a(s) diferença(s) entre as associações de duas fontes em série e paralelo no que se refere às tensões e correntes resultantes.

Série: _____.

Paralela: _____.

Tarefa 2: Associação de resistores

- a) Meça a resistência de cada resistor fornecido no kit.
 $R_1 =$ $R_2 =$ $R_3 =$
- b) Calcule a resistência equivalente para as associações série, paralela e mista.
 R_1 e R_2 série = R_1 e R_2 paralela = R_1, R_2 e R_3 mista =
- c) Faça as ligações nas 3 configurações e meça a resistência equivalente.
 $R_{eqs} =$ $R_{eqp} =$ $R_{eqm} =$
- d) Considerando uma fonte de tensão de 3(V) alimentando estes circuitos, calcule a potência em cada resistor. $P_{L1} =$ $P_{L2} =$ $P_{L3} =$

Tarefa 3: Circuito Série

- a) Monte um circuito série utilizando a fonte de tensão com duas pilhas, interruptor, condutores e as 2 lâmpadas.
- b) Solicite ao professor conferir o circuito.
- c) Ligue o interruptor e meça a tensão em cada lâmpada: $V_{L1} =$ $V_{L2} =$
- d) Ligue o interruptor e meça a corrente em cada lâmpada: $I_{L1} =$ $I_{L2} =$
- e) Usando a 1ª Lei de Ohm, calcule a resistência das lâmpadas:
 $R_{L1} =$ $R_{L2} =$
- f) Analisando os resultados, o que podemos concluir sobre a tensão e corrente neste circuito.
-
- g) Encontre, utilizando a 1ª Lei de Ohm, a fórmula da resistência equivalente. $R_{eqs} =$
- h) Calcule a potência em cada lâmpada: $P_{L1} =$ $P_{L2} =$

Tarefa 4: Circuito Paralelo

- a) Monte um circuito paralelo, utilizando os mesmos componentes do circuito série.
- b) Solicite ao professor conferir o circuito.
- c) Ligue o interruptor e meça a tensão em cada lâmpada: $V_{L1} =$ $V_{L2} =$
- d) Ligue o interruptor e meça a corrente em cada lâmpada: $I_{L1} =$ $I_{L2} =$
- e) Usando a 1ª Lei de Ohm, calcule a resistência das lâmpadas: $R_{L1} =$ $R_{L2} =$
- f) Analisando os resultados, o que podemos concluir sobre a tensão e corrente neste circuito.
-
-
-
- g) Encontre, utilizando a 1ª Lei de Ohm, a fórmula da resistência equivalente.
 $R_{eqp} =$
- h) Calcule a potência em cada lâmpada: $P_{L1} =$ $P_{L2} =$

Tarefa 5: Circuito Misto

a) Monte um circuito misto utilizando a fonte de tensão com duas pilhas, interruptor, condutores e 3 lâmpadas.

b) Solicite ao professor conferir o circuito.

c) Ligue o interruptor e meça a tensão em cada lâmpada:

$V_{L1} =$ $V_{L2} =$ $V_{L3} =$

d) Ligue o interruptor e meça a corrente em cada lâmpada:

$I_{L1} =$ $I_{L2} =$ $I_{L3} =$

e) Usando a 1ª Lei de Ohm, calcule a resistência das lâmpadas:

$R_{L1} =$ $R_{L2} =$ $R_{L3} =$

f) Utilizando a 1ª Lei de Ohm, escreva a fórmula da resistência equivalente.

$R_{eqm} =$

g) Calcule a potência em cada lâmpada: $P_{L1} =$ $P_{L2} =$ $P_{L3} =$

h) Compare as potências calculadas nas lâmpadas e nos resistores da tarefa 2. Relate o que observou.

Tarefa 6: Questão

Como são os circuitos elétricos em sua casa? Como são ligados os equipamentos?

() Série () Paralelo () Misto

Justifique sua opção:

APÊNDICE E: KIT CIRCUITOS ELÉTRICOS

Quadro 2 - Lista de materiais, e orçamento, para montagem do kit de circuitos elétricos

LISTA DE MATERIAIS KIT CCTOS ELÉTRICOS (REF.2019)					
#	Quant.	Componente	Valor Unitário	Unid	Valor Total
1	3	Resistor 5W (1K2, 2K7, 3K9)	R\$3,56	pç	R\$10,68
2	3	Lâmpada Filamento PR-3 3,6V 500mA	R\$2,35	pç	R\$7,05
3	1	Chave Gangorra KCD3-101 2 Term 3A/250VAC	R\$1,18	pç	R\$1,18
4	0,6	Cabo Flexível 1,5mm ² azul	R\$0,60	m	R\$0,36
5	8	Garra Jacaré peq.	R\$0,57	pç	R\$4,56
6	1	Suporte para 2 pilhas AA dual layer	R\$1,71	pç	R\$1,71
7	2	Pilha AA 1,5V	R\$1,50	pç	R\$3,00
8	1	Pote Plasvale 260ml	R\$2,19	pç	R\$2,19
9	1	Multímetro Digital DT-830B	R\$17,75	pç	R\$17,75
		Total			R\$48,48

Fonte: próprio autor

Figura 11 - Componentes do Kit de Circuitos Elétricos



Fonte: próprio autor

APÊNDICE F: QUESTIONÁRIO SUGESTIVO PARA A ETAPA 6

Questão 1: Na atual estrutura institucional do setor elétrico brasileiro, qual o órgão responsável por, dentre outras, regular a geração (produção), transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, fiscalizar as concessões, as permissões e os serviços de energia elétrica, estabelecer tarifas?

- a) ANTT
- b) Anatel
- c) Aneel
- d) Cemig
- e) Eletrobrás

Questão 2: São usinas que geram energia elétrica, exceto:

- a) Eólica
- b) Marítima
- c) Alcooleira
- d) Geotérmica
- e) Solar

Questão 3: Por que as usinas elevam a tensão, após a geração, para serem transmitidas?

- a) Porque a tensão cai ao longo da transmissão
- b) Para aumentar a corrente também, já que a resistência é constante
- c) Diminuir a perda por efeito joule
- d) Para chegar a cidades mais distantes
- e) Para aumentar a potência elétrica gerada

Questão 4: Quem são os componentes responsáveis pelas elevações e reduções das tensões na rede elétrica?

- a) Capacitores
- b) Cabos elétricos
- c) Postes e torres de transmissão
- d) Transformadores
- e) Geradores

Questão 5: Concessionária de energia elétrica em Minas Gerais.

- a) CPFL
- b) Energisa
- c) Copel
- d) Coelba
- e) Light

Questão 6: Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais recomendável para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global?

- a) Óleo diesel
- b) Gasolina
- c) Vento
- d) Carvão mineral
- e) Gás natural

APÊNDICE G: EXEMPLO QUADRO DE CONSUMO

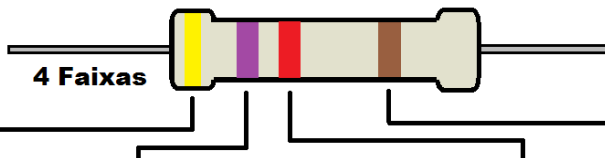
Quadro 3 - Modelo Quadro de Consumo

Item	Aparelho Elétrico	Quantidade	Potência Elétrica (W)	Dias de Uso por Mês	Tempo de Uso por Dia (hs)	Consumo Médio por Mês (KWh)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
...						
Total						

Fonte: próprio autor

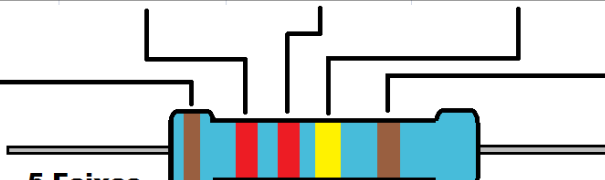
ANEXO I: TABELA CÓDIGO DE CORES DE RESISTORES

Figura 12 - Código de cores de resistores



4 Faixas

Cor:	1ª Faixa:	2ª Faixa:	3ª Faixa:	Multiplicador:	Tolerância:
Preto	0	0	0	1Ω	-
Marrom	1	1	1	x10Ω	± 1%
Vermelho	2	2	2	x100Ω	± 2%
Laranja	3	3	3	x1kΩ	-
Amarelo	4	4	4	x10kΩ	-
Verde	5	5	5	x100kΩ	± 0,5%
Azul	6	6	6	x1MΩ	± 0,25%
Violeta	7	7	7	x10MΩ	± 0,1%
Cinza	8	8	8	-	± 0,05%
Branco	9	9	9	-	-
Dourado	-	-	-	x0,1Ω	± 5%
Prateado	-	-	-	x0,01Ω	± 10%

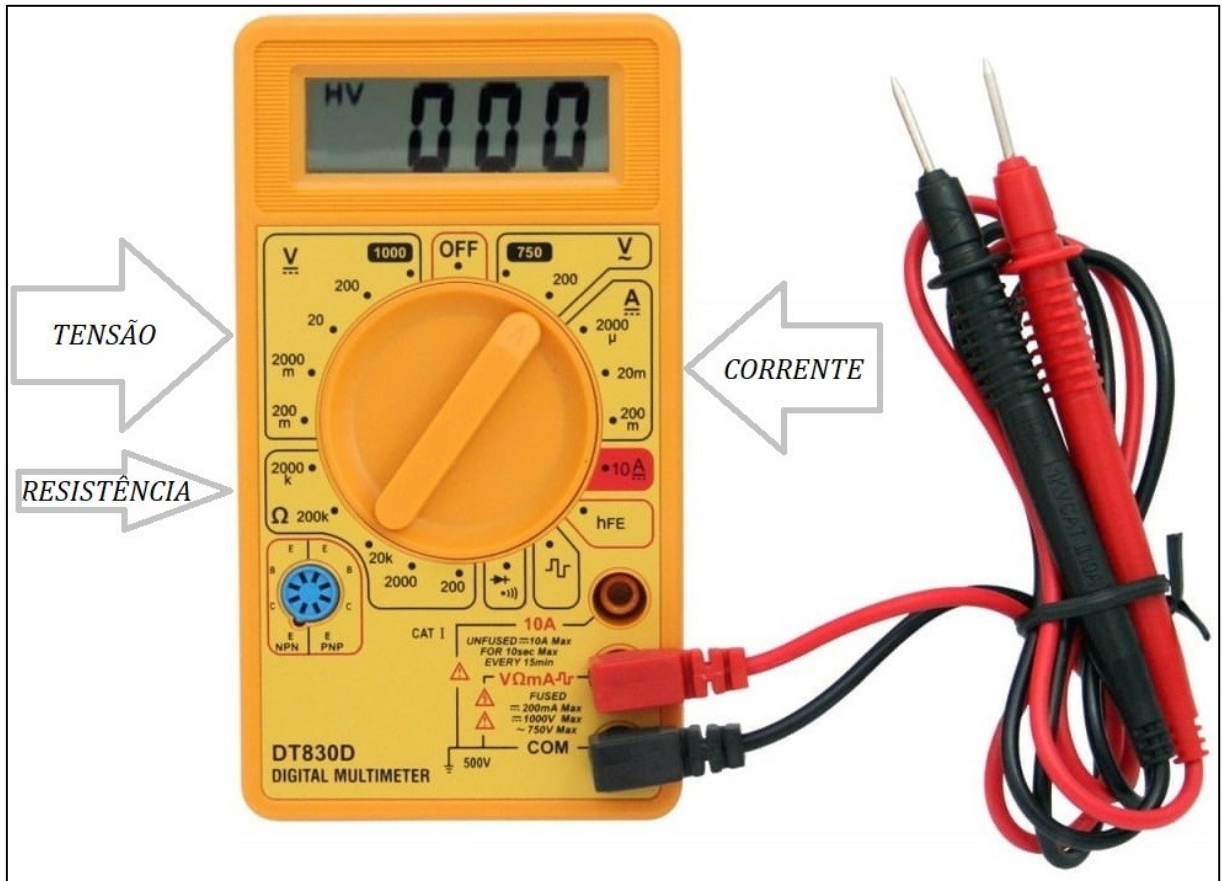


5 Faixas

Fonte: <http://www.squids.com.br/arduino/index.php/tabelas/tabela-de-resistores>

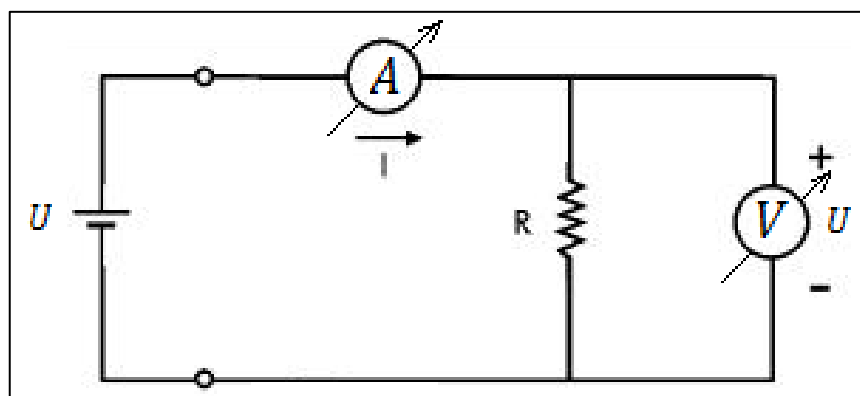
ANEXO II: MULTÍMETRO E MEDIDAS

Figura 13 - Multímetro Digital



Fonte: próprio autor

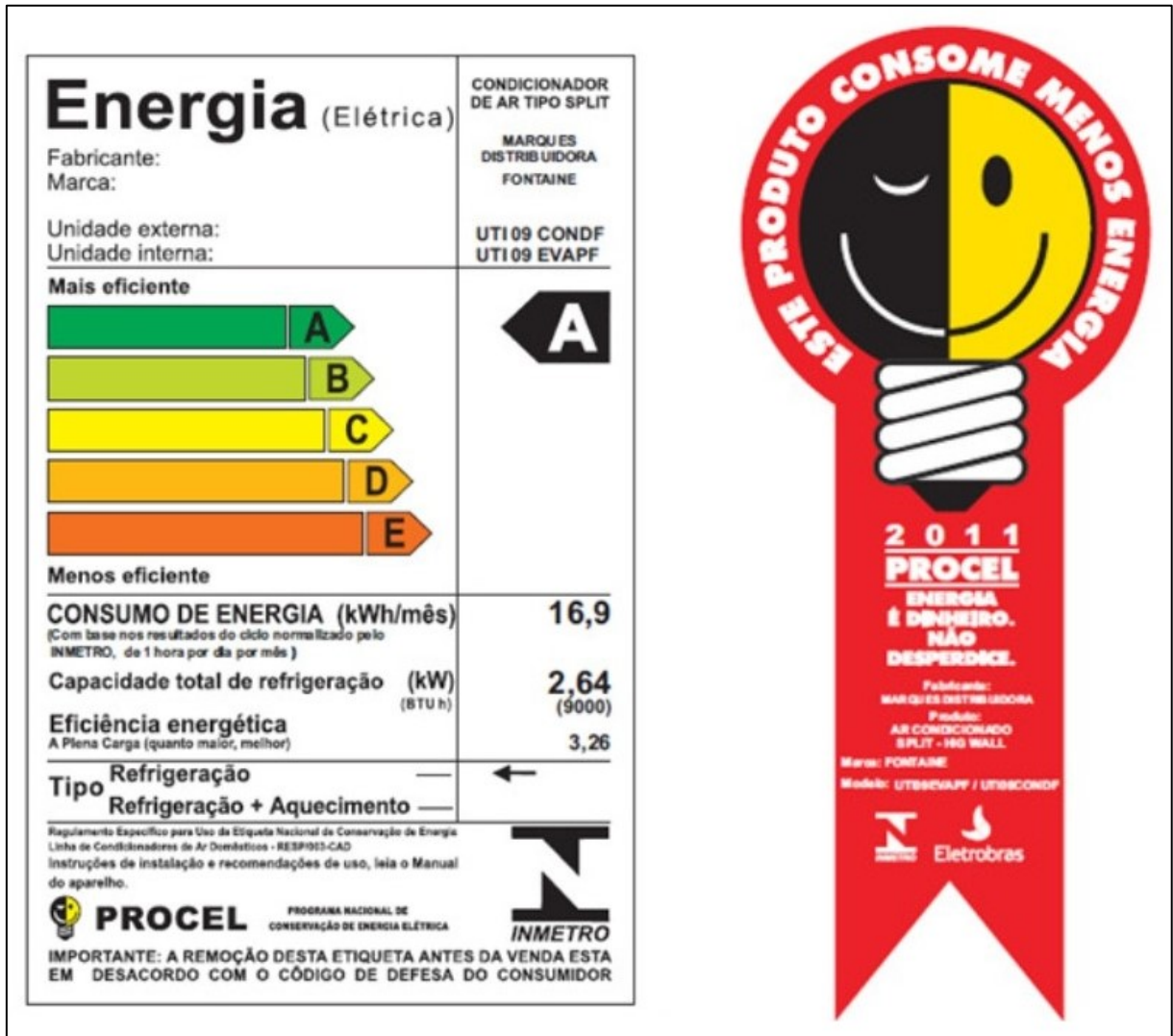
Figura 14 - Modo de medições de corrente e tensão



Fonte: próprio autor

ANEXO III: SELO E ETIQUETA PROCEL

Figura 15 - Etiqueta e Selo Procel



Fonte: <https://www.ambienteenergia.com.br/wp-content/uploads/2016/03/procel.jpg>