

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS CAMPO MOURÃO

VATISON MAURO BRATTI

DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO
EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE RESISTORES,
CAPACITORES E CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO RC

CAMPUS MOURÃO
2017

VATISON MAURO BRATTI

**DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO
EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE RESISTORES,
CAPACITORES E CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO RC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Gilson Junior Schiavon
Co-Orientador: Dr. Michel Corci Batista

CAMPO MOURÃO
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

B824

Bratti, Vatison Mauro

Desenvolvimento de um kit didático experimental para o ensino de resistores, capacitores e circuitos de temporização RC / Vatison Mauro Bratti. — Campo Mourão, 2018.

129 f. : il. color ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon

Coorientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Capacitadores. 3. Resistores 4. Física – Dissertações. I. Schiavon, Gilson Junior. II. Batista, Michel Corci. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD 530.07

VATISON MAURO BRATTI

**DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO
EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE RESISTORES,
CAPACITORES E CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO RC**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR-CM

Profa. Dra. Roseli Constantino Schwerz
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR-CM

Prof. Dr. Arquimedes Luciano
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Campo Mourão, 23 de Fevereiro de 2018.

Dedico este trabalho à minha esposa Eliane Bianchini Bratti, minhas filhas Bruna Keli Bianchini Bratti e Laura Caroline Bratti, pelo incentivo recebido, compreensão, carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Primeiramente a Deus pela vida, pois sem ela nada seria possível.

À toda a minha família, em especial à minha esposa e filhas, por terem me incentivado e por estarem ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu Orientador, o Professor Dr. Gilson Junior Schiavon, que me orientou e conduziu da melhor forma possível, tendo muita paciência e dedicação.

Ao meu Co-Orientador, o Professor Dr. Michel Corci Batista, que também foi muito parceiro, tendo muita calma e dedicação.

Aos professores do mestrado que tive durante esses dois anos, pela dedicação, pela forma de transmitirem seus conhecimentos, fazendo um diferencial no meu aprendizado.

À SBF pelo Programa do Mestrado Profissional no Ensino da Física.

À UTFPR – Campo Mourão pela Adesão ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física, possibilitando assim a oportunidade de ingresso ao mesmo.

A CAPES pelo apoio financeiro concedido por meio das Bolsas de Estudo.

Aos meus colegas Marcelo Theis Geraldi e Angélica Cristina Manfrim, que também foram peças-chaves para o desenvolvimento do produto educacional.

A todos os meus colegas de turma que durante estes dois anos, tivemos a possibilidade de compartilhar os aprendizados, enriquecendo assim nosso conhecimento.

A todos meus amigos que de uma forma ou outra me incentivaram durante esses dois anos de trabalho.

Ao Colégio Estadual Dr. Arnaldo Busato - CEDAB, em especial meus colegas Professores e Funcionários, pelo incentivo recebido, também agradeço ao Diretor do CEDAB, Prof. Leonir por ter autorizado aplicar meu produto educacional neste estabelecimento de ensino.

Aos alunos do 3º Ano B, do CEDAB, pela oportunidade em aceitar a aplicação do meu produto educacional, e ainda mais por ter recebido vários elogios por este trabalho.

Certamente os agradecimentos acima citados não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já,

peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Meu muito obrigado a todos.

“Viver é enfrentar um problema atrás do outro. O modo como você encara é que faz a diferença”.

Benjamin Franklin

BRATTI, V. M. **Desenvolvimento de um kit didático experimental para o ensino de resistores, capacitores e circuitos de temporização RC.** 2017. 129 fls. Dissertação do Mestrado Profissional de Ensino de Física – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.

RESUMO

O Ensino de Física tem sofrido inúmeras transformações nas últimas décadas, discute-se muito sobre a inserção de diferentes recursos didáticos em sala de aula a fim de gerar um ambiente de aprendizagem diferente do tradicional, bem como proporcionar condições de uma aprendizagem efetiva para o aluno. O sistema tradicional do ensino de Física vem perdendo aos poucos a eficácia, o significado e até mesmo o interesse por parte do aluno em buscar conhecimento. O convívio constante com as mídias de maneira inapropriada tem provocado uma imensa perda de tempo, tornando-se um adversário desleal contra o estudo, restando assim pouco tempo para a aprendizagem. Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um novo método com uma proposta experimental e investigativa, baseado na teoria de Vygotsky, visando despertar no educando o interesse e a busca pelo saber, uma vez que ele é parte principal do processo, e que a partir de seus conhecimentos prévios é que o professor introduz seu conhecimento, proporcionando melhor interação entre professor e aluno, e também propiciando o desenvolvimento cognitivo e social no ambiente escolar. O kit didático experimental desenvolvido torna-se uma ferramenta de grande valia, que possibilita ao professor trabalhar um método diferenciado onde ele poderá relacionar a parte teórica com a parte prática, possibilitando com o kit trabalhar o conteúdo de resistores e capacitores por completo, de um modo que despertará no aluno um maior interesse. A tecnologia utilizada para o desenvolvimento do kit foi a plataforma de desenvolvimento Arduino que é composta por um microcontrolador e periféricos, devido ao fácil acesso a materiais didáticos disponíveis, possibilitando a fácil reprodução do protótipo futuramente por pessoas com pouco conhecimento na área e por ser uma plataforma *open-source*. Esse produto desenvolvido vem ao encontro das políticas de inclusão propostas pelos governos, que tem o objetivo de incluir na sociedade pessoas com necessidades educacionais especiais, pensando nisso, essa ideia vem contribuir e dar suporte a alunos com deficiências auditiva ou visual, bem como os demais alunos do ensino regular ou até mesmo superior, que necessitam estudar o conteúdo abordado aqui.

Palavras-chave: Ensino de Física, Arduino, Kit Didático Experimental, Resistores e Capacitores.

BRATTI, V. M. Development of an experimental teaching kit for the teaching of resistors, capacitors and timing circuits RC. 2017. 129 f. Dissertation of the Professional Master 's Degree in Physics Teaching - Federal Technological University of Paraná, Campo Mourão, 2017.

ABSTRACT

The teaching of physics has undergone numerous transformations in the last decades, much is discussed about the insertion of different didactic resources in the classroom in order to generate a learning environment different from the traditional one, as well as to provide conditions of an effective learning for the student. The traditional system of physics teaching has gradually lost its effectiveness, meaning and even the student's interest in seeking knowledge. The constant conviviality with the media in an inappropriate way has caused an immense loss of time, becoming an unfair opponent against the study, thus leaving little time for learning. In this sense, this work aims to develop a new method with an experimental and investigative proposal, based on Vygotsky's theory, aiming to awaken in the student the interest and the search for knowledge, since it is a main part of the process, and that from their previous knowledge is that the teacher introduces their knowledge, providing better interaction between teacher and student, and also fostering cognitive and social development in the school environment. The developed experimental teaching kit becomes a valuable tool that allows the teacher to work a different method where he can relate the theoretical part to the practical part, allowing the kit to work the contents of resistors and capacitors completely, so that the student will be more interested. The technology used for the development of the kit was the Arduino development platform which is composed of a microcontroller and peripherals, due to the easy access to available didactic material, allowing the easy reproduction of the prototype in the future by people with little knowledge in the area and being an open-source platform. This developed product is in line with the inclusion policies proposed by governments, which aims to include people with special educational needs in society. With this in mind, this idea contributes to and supports students with hearing or visual impairments, as well as other students of regular or even higher education, who need to study the content covered here.

Key words: Physics Teaching, Arduino, Experimental Didactic Kit, Resistors and Capacitors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tipos de Resistores.....	28
Figura 2 - Imagem da tabela de código de cores	30
Figura 3 - Imagem de uma associação de resistores em série	34
Figura 4 - Imagem de uma associação de resistores em série	35
Figura 5 - Tipos de Capacitores	38
Figura 6 - Imagem de capacitores eletrolíticos polarizados.....	40
Figura 7 - Imagem de uma associação de capacitores em série.....	40
Figura 8 - Imagem de uma associação de capacitores em paralelo.....	41
Figura 9 - Imagem de Circuito RC em série	42
Figura 10 - Imagem de Circuito RC de temporização em série.....	43
Figura 11 - Imagem de um gráfico e comportamento da tensão no resistor	44
Figura 12 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito..	44
Figura 13 - Imagem para análise de um circuito durante a carga de um capacitor ..	46
Figura 14 - Imagem de Descarga do capacitor.....	46
Figura 15 - Imagem de descarga de um capacitor	47
Figura 16 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito..	47
Figura 17 - Imagem para análise de um circuito durante a descarga de um capacitor	48
Figura 18 - Fluxograma do projeto	49
Figura 19 - Esquemático do projeto.....	50
Figura 20 - PCB do projeto	51
Figura 21 - Trilhas e componentes do projeto	52
Figura 22 - Visão 3D do projeto.....	52
Figura 23 - Imagem do kit didático experimental	53
Figura 24 - Foto do questionário inicial aplicado aos alunos	57

Figura 25 - Foto do questionário inicial aplicado aos alunos	57
Figura 26 - Foto do questionário inicial aplicado aos alunos	58
Figura 27 - Foto kit didático experimental.....	59
Figura 28 - Foto de diversos tipos de resistores e capacitores.....	60
Figura 29 - Foto dos alunos utilizando o kit experimental.....	61
Figura 30 - Foto dos alunos utilizando o kit experimental.....	62
Figura 31 - Foto dos alunos utilizando o kit experimental.....	63
Figura 32 - Foto dos alunos utilizando o kit experimental.....	64
Figura 33 - Foto dos gráficos esboçado pelos alunos na carga e descarga de capacitor.....	64
Figura 34 - Foto dos gráficos esboçado pelos alunos na carga e descarga de capacitor.....	65
Figura 35 - Foto do questionário final aplicado aos alunos	66
Figura 36 - Foto do questionário final aplicado aos alunos	66
Figura 37 - Foto do questionário final aplicado aos alunos	67
Figura 38 - Foto do questionário final aplicado aos alunos	67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 A Experimentação no Ensino de Física.....	16
2.2 Inclusão de Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais no Ensino de Física.....	23
2.3 Eletricidade Básica.....	26
2.3.1 Resistores	28
2.3.2 Associações de Resistores em Série	34
2.3.3 Associações de Resistores em Paralelo	35
2.3.4 Capacitores	36
2.3.5 Associações de Capacitores em Série	40
2.3.6 Associações de Capacitores em Paralelo	41
2.3.7 Circuitos RC	41
2.3.8 Circuitos RC de Temporização.....	42
2.3.9 Processo de Carga do Capacitor	43
2.3.10 Processo de Descarga do Capacitor.....	46
3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO.....	49
3.1 Coletas de Dados para o Relato de Experiência.....	53
3.2 Instrumentos de Coletas de Dados	54
4 RELATO DE EXPERIÊNCIA	56
4.1 Análises dos Resultados	68
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICE: PRODUTO EDUCACIONAL	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física na educação básica encontra-se em crise, pois, além da carência de professores ou, até mesmo do despreparo, há péssimas condições de trabalho, o que condiciona a uma educação contemporânea precária onde está alicerçada no processo de ensino-aprendizagem mecânico, utilizando das aulas em que o professor escreve as informações na lousa e os alunos no caderno, tornando difícil ao educando assimilar o conteúdo trabalhado. Com o passar do tempo ficou cada vez mais difícil ensinar o aluno a pensar, pois, o professor atualmente disputa a atenção dos alunos com os mais diversos aparelhos eletrônicos e redes sociais.

Nessa perspectiva, verifica-se a urgência de mudar esse cenário lamentável em que se encontra o ensino de Física nesse nível de educação. É necessário despertar no educando algo que torne estudar Física um prazer e não uma obrigação, apenas para cumprir um pré-requisito que contempla a grade curricular. Para tanto, o planejamento de aulas dinâmicas, que promovam a aproximação da Física teórica com a Física prática, é um dos pontos de partida em que os educadores devem se engajar. Não podemos mais ensinar nosso aluno baseado somente no que aprendemos, isto é, precisamos de algo novo, de docentes inovadores, de meios que tornem a aula um prazer em estar lá. Nosso educando de hoje não é mais aquele de 20 ou 30 anos atrás, hoje ele está cercado de um mundo tecnológico, que torna tudo mais interessante, principalmente quando se fala em frequentar uma sala de aula.

Quando falamos em inclusão social, é importante salientar que existe uma grande preocupação por parte dos governos em criar leis que ampara as pessoas portadoras de necessidades especiais, indo além do atendimento de todas as pessoas que, de uma forma ou outra, são colocadas à margem da sociedade. Mas também é necessário analisar que as leis não são o suficiente para a solução dos problemas, o que realmente soluciona o problema é quando as mesmas são colocadas em práticas.

Não podemos de maneira alguma esperar a boa vontade dos poderes públicos em fazer valer as referidas leis, é necessário uma ação por parte da sociedade para promover a política de inclusão social. Isso envolve diversas áreas da sociedade, em especial a área da educação. Por isso, são necessários esforços

individuais e coletivos para romper preconceitos e promover ações para uma melhor vivência cotidiana.

O Poder Público do Estado do Paraná, através da Lei nº 18419 de 07/01/2015, publicada no DOE em 09 de Janeiro de 2015, estabelece o Estatuto da Pessoa com Deficiência no Estado do Paraná, mencionando em um de seus artigos todos os deveres dos órgãos e entidades do Poder Público do Estado do Paraná, da sociedade, da comunidade e da família.

Como medida para aliviar momentaneamente a falta da aplicação das Leis é de suma importância que as escolas ofereçam aos alunos com necessidades especiais, **auditivas** ou **visuais** recursos que os ajudem em seu desenvolvimento. As disciplinas no geral precisam ser contextualizadas para que eles não fiquem de fora das atividades, exercendo assim o direito do aluno à inclusão social.

O conteúdo de resistores e capacitores que se pretende trabalhar, na maioria das vezes, é estudado no ensino médio de modo superficial, mas os mesmos estão contemplados nos conteúdos básicos comuns da disciplina de Física.

Diante disso, pretende-se com o kit didático experimental estudar resistores e capacitores, bem como carga e descarga de capacitores, podendo assim ser trabalhado com alunos das escolas públicas ou privadas, em especial aquele com deficiência visual ou auditiva. Empenhando-se, justamente, em uma educação transformadora, que, de fato, estimule a aprendizagem dos discentes por meio de uma proposta inovadora e que possibilite um maior aprendizado.

Esse produto vem ao encontro das políticas de inclusão proposta pelos governos, tendo como objetivo incluir na sociedade pessoas com deficiências, mas para que isso seja concretizado é necessário um suporte por vários meios. Pensando nisso, essa ideia vem contribuir e dar suporte a alunos com deficiência auditiva ou visual, bem como os demais do ensino médio regular ou até mesmo superior, que tenham ou que necessitam estudar o conteúdo aqui abordado.

Esse trabalho tem como objetivo desenvolver, aplicar e verificar o potencial pedagógico de um kit didático experimental, em uma turma de alunos do 3º ano do ensino médio, período vespertino, do Colégio Estadual Dr. Arnaldo Busato de Cruzeiro do Iguaçu - Pr.

Para tanto, o trabalho está dividido em 5 capítulos distribuídos da seguinte forma.

O capítulo 1 é composto pela introdução aqui descrita, tendo como objetivo situar o leitor sobre o conjunto de temas e também apresentar de forma sucinta os demais capítulos desenvolvidos ao longo dessa dissertação.

O capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica dividida em três tópicos para dar maior clareza ao leitor, sendo que, no primeiro tópico é relatada a experimentação no ensino da Física, baseado na teoria de Vygotsky, no segundo tópico é abordada a inclusão de pessoas com necessidades educacionais especiais no ensino da Física, tópico esse de suma importância, pois relata um breve histórico e leis que regem o processo de inclusão dessas pessoas. No terceiro tópico é abordado o conteúdo teórico sobre resistores e capacitores, bem como circuito de temporização RC.

O capítulo 3 apresenta o encaminhamento metodológico, que mostra o passo a passo seguido para elaboração do produto educacional.

O capítulo 4 apresenta um relato de experiência da aplicação do produto educacional, elaborando assim uma análise de resultados.

O capítulo 5 apresenta as considerações finais, para que o leitor possa tirar suas conclusões sobre o produto aplicado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Experimentação no Ensino de Física

Nesta seção, serão apresentados alguns pensamentos relacionados ao ensino e à aprendizagem de Física, bem como ao conteúdo-chave que se refere o kit didático experimental para o ensino de resistores, capacitores, associação de resistores e capacitores e circuito temporizador RC.

Para melhor entender o processo de construção desse quadro conceitual da Física e dos conceitos fundamentais que o sustentam, é imperativo que a pesquisa faça parte do processo educacional, ou seja, que cada professor, ao preparar suas aulas, estude e se fundamente na História e na Epistemologia da Física. Ao voltar-se para os estudos teóricos e epistemológicos da Física o professor vai além dos manuais didáticos e estabelece relações entre essa ciência e outros campos do conhecimento, de modo que os estudantes também percebam essas relações.

A experimentação, no ensino de Física, é uma importante metodologia de ensino que contribui para formular e estabelecer relações entre conceitos e práticas, proporcionando melhor interação entre professor e estudantes, e isso propicia o desenvolvimento cognitivo e social no ambiente escolar.

A teoria de Vygotsky utilizada baseia-se no ensino por investigação onde os próprios alunos são estimulados a identificarem o problema, levantarem hipóteses ou até mesmo fazer as escolhas pelos procedimentos e dos materiais com os quais vão trabalhar, além de observarem dados ou fatos e obterem conclusões. Toda a condução da aula deve ser somente orientada pelo professor, deixando os alunos como sujeitos ativos desse processo.

Todo o processo de investigação orientada, conduzida com prazer e segurança, proporciona ao aprendiz o interesse em aprender e buscar essa aprendizagem. Para que isso ocorra é necessário que as atividades propostas sejam bem escolhidas, e de preferência estejam contidas no cotidiano dos alunos.

Embora tais fenômenos estejam presentes no nosso dia a dia, quando seu estudo é proposto em sala de aula, fica evidente que muitos deles apresentam dificuldades em assimilar os conteúdos físicos ensinados pelo professor com o cotidiano fora da escola, criando assim um processo de aversão à disciplina, o que dificulta ainda mais a aprendizagem.

Muitas vezes isso ocorre porque os professores baseiam o ensino de Física em aulas completamente expositivas, ou seja, transmitem os conteúdos de forma oral e/ou escrita, enquanto os alunos possuem apenas um papel passivo nesse processo, tornando-se assim meros receptores de informações: realizadores de cálculos matemáticos e incapazes de interpretar os fenômenos físicos que os rodeiam. É importante criar espaços para a reflexão referente aos problemas existentes na natureza, tornando esses problemas uma aprendizagem para a solução dos mesmos.

Vygotsky (1989), em sua teoria sócio-interacionista, desenvolve a visão baseando em que todos constroem seus pensamentos baseados no que apreendem externamente e reconstroem internamente. A este processo relaciona-se uma lei, a qual denominou de dupla estimulação: tudo que se internaliza no indivíduo existe anteriormente no âmbito social, ou seja:

“Um indivíduo constrói relações a partir de situações que vivencia interagindo com o meio e com outros indivíduos. A interação com o meio se dá nas situações em que um indivíduo tenha a possibilidade de manipular fisicamente objetos, agir sobre os materiais que dispõe para observar e refletir sobre as respostas que obtém a partir dessas ações” (SCHROEDER, 2007, p.02).

Essa relação de interação, defendida pelos autores, deve ser possibilitada pelo professor que, ciente de que os alunos da disciplina de Física apresentam dificuldades relacionadas a imaginar e interiorizar aquilo que lhe é ensinado por não conseguirem relacionar a teoria observada em sala de aula com a realidade a sua volta, deverão aliar as aulas teóricas de Física às experimentações, uma vez que “a experimentação dá ao aluno a oportunidade de expressar suas concepções dos fenômenos de forma direta, experimental, ou de forma indireta, através de registros desses fenômenos” (PACHECO, 1997, p.10).

Nas obras de Vygotsky (1989, 1999), também se verificam elementos que contribuem para fundamentar a utilização das atividades experimentais no ensino de Física, pois a relação entre aprendizado e desenvolvimento na perspectiva sócio-interacionista, menciona que “o desenvolvimento e a aprendizagem estão relacionados desde o momento que o indivíduo nasce, sendo a aprendizagem resultante do desenvolvimento e que este não ocorre sem o primeiro” (ROSA, 2003, p.17).

Nesta relação há aspectos particularmente importantes para o ensino experimental de Física, relativo ao surgimento do que Vygotsky denominou zona de desenvolvimento proximal, entendido como a diferença entre o que os indivíduos podem realizar sozinhos, sem auxílio, e o que potencialmente estariam aptos a realizar, representando um domínio em constante transformação, principalmente no ambiente escolar (idem, p.17).

Para Vygotsky, essa proximidade permitindo que os alunos troquem informações entre si, facilita a internalização dos conceitos: “aquilo que uma criança pode fazer com a assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã” (1999, p. 113).

As atividades experimentais favorecem essa troca de informações entre os próprios alunos e também entre ele e professor, vinculando os conteúdos às vivências cotidianas dos estudantes, oportunizando assim que o estudo seja mais interessante e motivador.

Dessa forma, o papel do professor é o de despertar vários processos internos no discente, considerando, em um primeiro momento, o seu conhecimento de mundo para, em seguida, detalhar conceitos, enriquecer a aprendizagem e promover o amadurecimento psíquico do indivíduo.

Zabala (1998) confirma que nos dias atuais o professor não pode se limitar a aplicações de fórmulas prontas no processo de ensino, pois esse tipo de ensino, que se limita a resolução de exercícios, e que na maioria das vezes acontece de forma descontextualizada e não atende o objetivo da educação que, de acordo com a LDB (1996) e os PCNS (1998), deve ser em todos os aspectos: valorização do trabalho, formação cultural, ética, científica e cidadã, de forma que ele seja capaz de participar de todo o processo.

No contexto do ensino experimental em ciências, os aprendizados enriquecem a teoria e a prática, e as realimentam ambas, uma da outra, fazendo com que a prática não seja apenas descrita e narrada, mas compreendida e explicada, melhor organizando e aprofundando os saberes que nutre ao deles nutrir-se. Dá-se a aprendizagem, nesses contextos de interação, pelo desenvolvimento das competências de relacionar, comparar, inferir, argumentar, mediante uma reestruturação mais compreensiva, coerente e aberta às complexidades das articulações de ideias, os dados, os fatos, as percepções e conceitos (LONGHINI, 2009, p.14).

As atividades experimentais devem ser parte integrante do processo de ensino aprendizagem de Física e tanto os docentes quanto os discentes têm a convicção de que as aulas convencionais estão ultrapassadas e que não atendem

às expectativas dos alunos, pois nos dias atuais existem inúmeros recursos de ensino, inclusive os tecnológicos, que podem auxiliar no aprendizado da Física, rompendo o conceito de que a Física é uma disciplina incompreensível.

No entanto, embora os professores estejam cientes de que tais recursos podem auxiliar na construção do conhecimento dos alunos, os docentes acabam optando por continuar, na maioria das vezes, transmitindo os conteúdos de forma oral e escrita, e a adoção do uso das atividades experimentais por parte da maioria dos docentes das escolas públicas acaba se tornando rara e, quando acontece, não apresenta uma metodologia definida.

Baseados em relatos no convívio da escola, maioria dos docentes de Física se mostram insatisfeitos com os resultados apresentados pelos discentes, no que diz respeito à sua disciplina de estudo. Essa insatisfação não faz com que saiam dessa passividade. Quando questionados sobre o porquê dessa postura, as justificativas são várias: não saber qual a forma correta de trabalhar com atividades experimentais; falta de qualificação; carga horária insuficiente; falta de conhecimento dos procedimentos e critérios adequados para avaliar as atividades realizadas durante sua aplicação, entre outras. Ou seja, muitos professores reconhecem seu despreparo para realizar atividades experimentais e relatam que durante o ano letivo acabam não realizando, e quando as realizam, apresentam dificuldade em encontrar uma forma correta para avaliarem seus alunos, atribuindo, assim, uma nota qualquer a eles.

Para que as Atividades Experimentais contribuam de fato no processo de ensino, é preciso que o professor planeje a atividade após ter feito um estudo teórico, pois “a ideia ingênua de que devemos ir para o laboratório com a mente vazia ou que os experimentos falam por si é um mito científico” (SILVA; MARTINS, 2003, p.57).

Para Bejarano e Carvalho (2004, p. 173), em seu artigo “A História de Eli. Um professor de Física no início de carreira”, [...] “ensinar é tudo aquilo que o professor faz como o objetivo de passar o conteúdo [...] e [...] aprender é dominar o conceito e conseguir manipulá-lo”.

È importante utilizar-se de diversos métodos com o objetivo de diversificar a maneira de passar o conteúdo, pois cada educando recebe o conhecimento de forma diferenciada.

Para Martins (1990, p. 153), “na atividade educacional processa-se uma interação entre o professor que ensina e o aluno, que aprende”. Essa interação ocorre por meio da comunicação – unilateral (professor aos alunos), bilateral (professor com os alunos) e multilateral (entre alunos e professores). Reais oportunidades de aprendizagem implicam em troca de ideias, conversa e trabalho cooperativo.

A interação citada por Martins faz parte do processo de ensino/aprendizagem, quanto mais ocorrer interação entre professor e aluno melhor será o resultado que se espera dele.

As aulas de ciências podem contribuir não apenas para que os alunos adquiram novas experiências, mas para que possam também organizá-las, construindo conceitos. Experiências são provocadas pela exposição de situações e obtidas por meio de atividades de ensino-aprendizagem. A instrumentação dessas atividades é a tarefa do professor como transmissor do conhecimento, tornando mediador de todo ensino eficiente, incluindo o ensino dos melhores modos de reconstruir aquilo que foi teorizado, procurando o envolvimento ativo dos alunos num processo de modelagem, instrução, conhecimentos ou habilidades, fazer que o outro saiba demonstrar o que aprendeu.

De acordo com Bordenave e Pereira (1977, p. 68),

Não há um método bom para todos. Como a dinâmica interna de cada aluno é diferente da dos demais, uns encontram desafio e satisfação onde outros acham aborrecimento e frustração. Por sua vez, cada professor é um ser humano com crenças e emoções diversas.

É importante estimular, despertar, contagiar seus alunos com amor a sua disciplina, o professor deve encontrar as diversas maneiras próprias de comunicar e ensinar, assim como conhecer a dinâmica interna de cada aluno levando-os a se apropriarem do conhecimento.

Conforme Bizzo (2001, p. 25),

O conhecimento científico busca afirmações generalizáveis, que possam ser aplicadas a diferentes situações. Quando um físico descreve a trajetória de um móvel, ele pode tanto ser um tatuzinho de jardim como uma sonda interplanetária.

Ensinar Física leva o educando a conhecer o ambiente que o cerca e comprovar o porquê ocorre cada fato, tanto estudando a matéria em movimento quanto enriquecendo os seus conhecimentos a respeito da natureza.

Para Martins (1990, p. 26), “A educação é um processo de ação e, como tal, é capaz de produzir mudanças comportamentais no educando, ou seja, aprendizagem”.

Não é possível uma educação sem ação, toda a ação produz mudanças e quando se fala do educando essas mudanças ocorrem pelo conhecimento que vai sendo interiorizado, provocando assim mudanças comportamentais.

A teoria de Ausubel, citada por Martins (1990, p. 69), “tem como princípio a aquisição e a retenção de conhecimentos estruturados de forma lógica ou que são passíveis de ser aprendidos de forma significativa”.

Esta estruturação de conhecimento pode ser baseada na utilização do conhecimento preexistente para o desenvolvimento de novos conceitos.

Moreira (2006, p. 15) define que:

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou, simplesmente “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

O “subsunçor” é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que ela adquira, assim, significado para o indivíduo, isto é, que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação, apropriando de uma ideia que desenvolve significativamente novas ideias.

É importante ao educador utilizar-se daquele conhecimento prévio do aluno, aquela ideia ou proposição existente na estrutura cognitiva, pode levar o aluno a relacionar com o conceito explicado pelo professor, fazendo com que aquilo que o educando já sabe sirva de um significado para o novo conceito adquirido.

A aprendizagem significativa faz-se mediante a relação entre o conteúdo a ser ensinado e os conhecimentos já existentes na estrutura mental do educando. É, pois, uma aprendizagem que se realiza intencionalmente com certo objetivo ou tem como meta algum critério em que o educando dá sentido ao conteúdo que aprende. Analisando e fazendo parte do dia a dia do educador, tenho observado que o professor, para tornar receptivo o que irá ensinar, estabelece os conteúdos e a estrutura do material a ser ensinado, levando o aluno a uma aprendizagem mais

rápida, pois os conteúdos organizados intencionalmente despertam o interesse dos mesmos para participar ativamente e não passivamente do processo.

Quando o aluno já possui em sua estrutura cognitiva conceitos relevantes, pode ocorrer uma aprendizagem mais significativa, a nova informação é assimilada por um subsunçor que cresce e se modifica. Esses são formados através da experiência que o indivíduo vai tendo através da interação com os seres.

Assim, o professor tem necessidade de conhecer o conteúdo experiencial do educando a fim de selecionar conceitos, onde o planejamento curricular deve obedecer a uma hierarquia de conceitos, sendo que se necessário um conceito que esse aluno deveria conhecer e não o conhece, poderá de alguma forma prejudicar a aquisição de um novo conceito.

Já para Gagné, citado por Martins (1990, p. 72), deve haver uma interação do educando com a situação de aprendizagem, o ensino deve ser planejado em função da realidade, considerando as características da sociedade em geral.

O aluno poderá ter uma aprendizagem significativa ao ter o professor como mediador de suas descobertas, onde ao aplicá-las à realidade estará desenvolvendo sua capacidade de aprender.

Bordenave e Pereira (1977, p. 37) declamam que,

As ideias de Piaget alertam o professor acerca do fato de que a inteligência é algo que se vai construindo gradualmente pela estimulação e o desafio. Este princípio nos impede de ter uma atitude superior ou impaciente para com os alunos que consideramos atrasadas ou pouco inteligentes. A teoria nos demonstra que tal atraso é devido possivelmente às circunstâncias culturais que rodearam a infância do aprendiz, que, colocado em outras circunstâncias, teria uma oportunidade para desenvolver sua inteligência em melhores condições.

Essa inteligência pode ser constituída pelo estímulo recebido do professor e pelo desafio de compreensão da realidade proposta pela disciplina.

O método utilizado usando o kit didático experimental vem de encontro à teoria citada, quando o professor trabalhar a parte teórica associando a parte prática e ainda procurando utilizar o conhecimento prévio do aluno, o resultado obtido é muito superior ao método tradicional aplicado no dia-a-dia.

2.2 Inclusão de Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais no Ensino de Física

Quando abordamos assuntos relacionados a pessoas com necessidades educacionais especiais, é necessário saber quais são as necessidades, isto é, precisamos saber um pouco da história para entender este contexto e as diferentes maneiras de trabalhar esses problemas.

Ao pesquisarmos sobre pessoas com necessidades educacionais especiais, veremos que a própria história mostra-nos que existem pessoas diferentes desde os tempos mais remotos da civilização e que são poucos os relatos escritos a respeito dessas pessoas. Naquela época existiam duas posturas em relação às pessoas doentes, idosas ou deficientes. A primeira tinha uma postura de aceitação e tolerância, a outra tinha uma postura majoritária, que optava pela eliminação, menosprezo ou destruição. Esse tempo é caracterizado pela ignorância e não aceitação do ser diferente.

Aos pouco tudo foi mudando, as pessoas buscaram seus direitos e para isso ficar amparado legalmente foram-se criando Leis para que direitos fossem assegurados, dentre elas podemos destacar algumas que são conhecidas por muitos.

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei 9394/96, menciona que Educação Especial é uma modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino para educandos que possuem necessidades próprias e diferentes dos demais alunos nos domínios das aprendizagens curricular correspondente a sua idade, requer recursos pedagógicos e metodologias educacionais específicas, adaptadas para que possam apropriar-se dos conhecimentos oferecidos pela escola. Essas diferenças ocorrem em função de altas habilidades, condutas típicas, deficiência motora, **visual**, **auditiva**, mental, bem como condições de vida material precária.

A integração e inclusão são abordadas na contextualização da legislação na Constituição de 1988; o Estatuto da Criança e do Adolescente, de 13 de julho de 1990; a Lei de Diretrizes e Bases, nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, e a lei Federal 7.853, de 24 de outubro de 1989.

Na Constituição Federal, em seu artigo 208, inciso III, determina que o dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de atendimento

educacional especializado aos portadores de deficiências, preferencialmente na rede regular de ensino.

Na Lei de Diretrizes e Bases nº 9394/96, em seu artigo 4º, inciso III, ratifica a Constituição Federal, quando diz que o atendimento educacional especializado gratuito aos educandos com necessidades especiais, preferencialmente na rede regular de ensino.

E a Lei Federal 7.853, de 24 de outubro de 1989 reafirma a oferta obrigatória e gratuita de Educação Especial em escolas públicas e no artigo 8º criminalizou o preconceito referente à discriminação da pessoa com deficiência no que se refere ao acesso à permanência na escola. Ainda no plano federal, o Estatuto da Criança e do Adolescente, de 1990, confere o direito do deficiente à saúde, à educação e à profissionalização e proteção no trabalho.

Retornando a Lei de Diretrizes e Bases, nº 9394/96, transcrita por Souza e Silva (1997), encontramos o processo integração e inclusão garantidos, na rede regular de ensino, pela legislação, quando diz em seus artigos e incisos:

Artigo 58 - Entende-se por educação especial, para efeitos desta Lei a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com necessidades especiais.

§ 1º - Haverá, quando necessário, serviços de apoio especializado, na escola regular, para atender às peculiaridades da clientela de educação especial.

§ 2º - O atendimento educacional será feito em classes, escolas ou serviços especializados, sempre que, em função das condições específicas dos alunos, não for possível a sua integração nas classes comuns de ensino regular.

§ 3º - A oferta de educação especial, dever constitucional do Estado, tem início na faixa etária de zero a seis anos, durante a educação infantil.

Artigo 59 - Os sistemas de ensino assegurarão aos educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação: (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013)

I - currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organizações específicas, para atender as suas necessidades;

II - terminalidade específica para aqueles que não puderem atingir o nível exigido para a conclusão do ensino fundamental, em virtude de suas deficiências, e aceleração para concluir em menor tempo o programa escolar para os superdotados;

III - professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns.

Artigo 60 - parágrafo único:

O Poder Público adotará, como alternativa preferencial, a ampliação do atendimento aos educandos com necessidades especiais na própria rede pública regular de ensino, independentemente do apoio às instituições previstas neste artigo.

Toda lei precisa ser interpretada e analisada tendo como base os princípios fundamentais que ditam a Constituição Federal.

A lei n. 7.853/89, regulamentada pelo decreto 3.298/99 ratifica a Constituição Federal no que de refere à obrigatoriedade da oferta da educação especial nas escolas públicas determina como crime quando as instituições educacionais públicas ou privadas "recusar, suspender, procrastinar, cancelar ou fazer cessar, sem justa causa, a inscrição de alunos em estabelecimento de ensino de qualquer curso ou grau, público ou privado, por motivos derivados da deficiência que porta" (lei n. 7.853, 1989).

A resolução n. 02/2001 do Conselho Nacional de Educação publicou, também, diretrizes para a educação especial e prevê o atendimento dos alunos com necessidades especiais em classe comum do ensino regular durante a educação básica. Assegura, também, que "as escolas podem criar, extraordinariamente, classes especiais" desde que atenda às orientações da LDB nas diretrizes curriculares nacionais. Esclarece que o atendimento em classe especial em caráter transitório aos alunos "apresentem dificuldades acentuadas de aprendizagem ou limitações no processo de desenvolvimento [...] não vinculada a uma causa orgânica específica ou relacionadas a condições, disfunções, limitações, ou deficiências", "dificuldades de comunicação e sinalização diferenciadas" (CURY, 2005, p. 46).

No Paraná a Deliberação nº 02/03 – CEE, que estabelece Normas para a Educação Especial, modalidade da Educação Básica para alunos com necessidades educacionais especiais, no Sistema de Ensino do Estado do Paraná. A educação especial definida como uma modalidade de ensino com o objetivo de apoiar, complementar, suplementar ou substituir os serviços educacionais comuns por meio de um conjunto de recursos, apoios e serviços educacionais, para assegurar a educação e promover o desenvolvimento dos indivíduos com necessidades educativas especiais, em todos os níveis, etapas e modalidades de educação. Destinam-se as crianças, adolescentes, jovens e adultos.

Podemos observar que existem leis suficientes para resolver o problema de inclusão, atendendo a todos os alunos com algum tipo de necessidade educacional especial. No entanto, está faltando é material humano qualificado para o trabalho e necessitando ainda mais de recurso financeiro para atender a demanda. Não basta ter um livro recheado de Leis, tem que colocá-las em prática.

Quando falamos de pessoas com necessidades especiais, elas até são lembradas, quando suas necessidades especiais são visíveis, a exemplo de um cadeirante, o estado tem uma preocupação maior com essas pessoas e esse tipo de necessidade especial, pois ela é mais visível aos olhos da sociedade, existindo assim mais cobrança aos governantes.

Nós educadores precisamos buscar maneiras que possam atender essas pessoas com algum tipo de necessidade educacional especial, pois elas precisam ser incluídas em sala de aula. Para isso, necessitamos que os mesmos consigam atingir uma aprendizagem que faça com que se sintam capazes de até mesmo competir com os demais colegas, e só é possível se fizermos um trabalho diferenciado para essas pessoas.

Pensando nisso, o kit didático experimental desenvolvido vêm de encontro para poder atender aos alunos com deficiência auditiva ou visual. As adaptações feitas no kit didático experimental servem como uma ferramenta diferenciada onde o professor vai poder trabalhar com todos os alunos, inclusive com aquele aluno com as necessidades aqui citadas.

Vale salientar que a parte teórica e as atividades práticas que compõe o kit didático experimental não são adaptadas para os alunos com essas necessidades educacionais especiais citadas, e sim somente o kit didático experimental. O professor cuja turma apresentar algum aluno com deficiência auditiva ou visual e que puder utilizar o kit didático experimental, vai observar um diferencial no ensino/aprendizagem de todos os alunos de forma mais igualitária.

2.3 Eletricidade Básica

É importante que o professor faça uma introdução sobre o conteúdo a ser estudado demonstrando sua origem histórica, suas aplicações no cotidiano proporcionando ao aluno uma visão ampla de como se originou os estudos sobre resistores e a importância de **Georg Simon Ohm** nesse processo.

Para tanto, será apresentado aos alunos um texto a fim de proporcionar aos mesmos um maior conhecimento sobre resistores e as contribuições de Ohm para a eletricidade.

Quem foi Georg Simon Ohm? Qual sua contribuição para a Física?

Segundo FRAZÃO, Dilva e CAVALCANTE, Kleber G., Georg Simon Ohm, nascido em 16 de março de 1789, na cidade de Erlangen, falecido em 06 de julho de 1854, na cidade de Munique, ambas na Alemanha. Foi professor de matemática e física no colégio dos Jesuítas, em Colônia e na Escola de Guerra de Berlim na Alemanha. Tinha como objetivo ser professor na universidade, como prova de admissão fora exigido que Georg realizasse um trabalho de pesquisa inédito. Seu interesse foi fazer experiências com a eletricidade, e para isso construiu seu próprio equipamento. Como seu experimento era o fio elétrico o componente principal para o estudo, o mesmo adquiriu diferentes fios e com várias espessuras”.

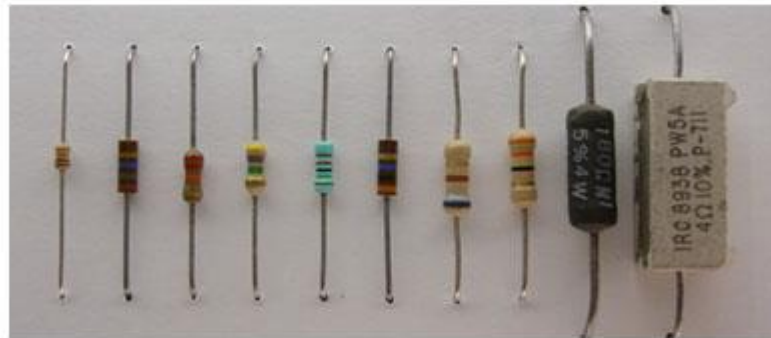
Ao analisar vários fios de diversas espessuras e comprimentos, chegou à descoberta de relações matemáticas simples envolvendo as dimensões e as grandezas elétricas já descobertas na época.

Primeiramente observou que a intensidade da corrente era diretamente proporcional à área da secção do fio e inversamente proporcional ao seu comprimento. Baseado nesta descoberta é que Georg Ohm definiu um novo conceito que é o de resistência elétrica. Foi aí então que Georg decidiu dedicar-se à investigação científica dos fenômenos da eletrodinâmica, a qual estuda as cargas elétricas em movimento.

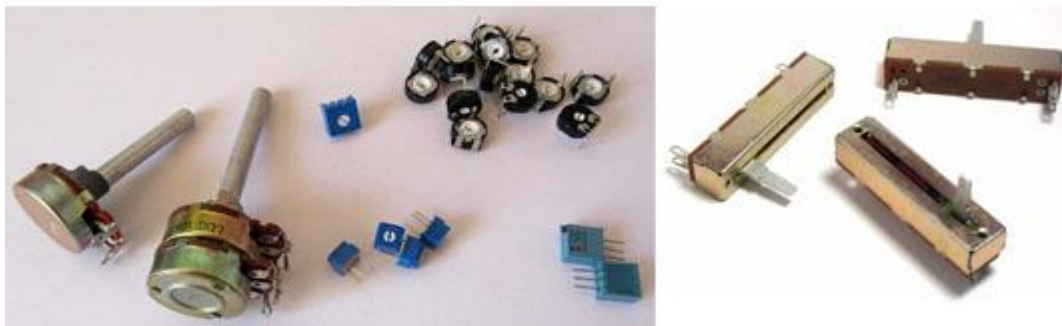
Na figura 1 são ilustrados alguns tipos de resistores que existem no mercado ou até mesmo alguns que já não são mais comercializados.

Figura 1 - Tipos de Resistores

Resistores Fixos



Resistores Variáveis



Fonte: mundoelétrica (*online*)

Buscando uma melhor compreensão sobre resistores, o professor mostra fisicamente alguns tipos de resistores existentes no mercado, entre eles também alguns que já não são mais comercializados.

2.3.1 Resistores

Podemos dizer que os resistores são componentes eletrônicos, muito comuns e bastante utilizados no mundo da eletrônica, onde é usada a letra R para representar um resistor. Eles não são polarizados, não possuindo assim polo positivo e negativo. Tem como função limitar o fluxo de corrente elétrica que passa por ele, onde essa limitação se dá o nome de resistência. A unidade de medida da resistência é dada por Ohm em homenagem ao seu descobridor Georg Simon Ohm, essa medida é compreendida pela dificuldade ou facilidade que os elétrons têm em passar pelo resistor quando o mesmo está sob uma diferença de potencial. Ao relacionar o grau de dificuldade ou facilidade dos elétrons passarem pelo resistor, dizemos que quando o valor da resistência for maior, mais difícil será para os elétrons passarem pelo resistor, e do contrário quando a resistência for menor, mais

fácil será para os elétrons passarem. Cada resistor tem uma limitação do fluxo da corrente elétrica, o que pode causar uma queda de tensão.

Alguns resistores também tem a finalidade básica de conversão de energia elétrica em energia térmica, conhecida como efeito Joule. Além disso, tem a função de possibilitar a alteração da diferença de potencial em determinada parte do circuito, ocorrendo por conta da diminuição da corrente elétrica devido à presença no equipamento.

Quando falamos em conversão de energia elétrica em energia térmica citamos como exemplo um resistor presente em um chuveiro elétrico, que tem a função de aquecer a água.

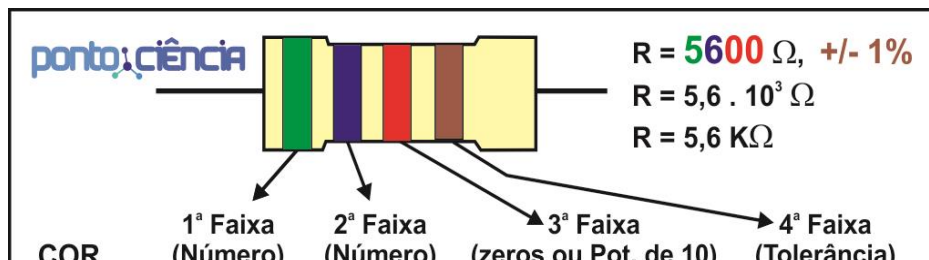
Os resistores podem ser fixos ou variáveis. Para os resistores fixos eles possuem um valor de resistência e dois terminais, tendo como exemplo os resistores de carvão, resistores de fio, resistores de filme de carbono e resistores de filme metálico, onde cada um com suas devidas funções:

- **Resistor de Carvão:** Os resistores de carvão são inseridos no interior de um tubo e são misturados com um material de preenchimento, e essa quantidade de carvão e do material de preenchimento é que se obtém o valor da resistência. Se comparado aos demais resistores fixos eles possuem um tamanho maior, possuindo assim uma tolerância maior. Para identificar o valor da resistência é necessário seguir uma tabela de código de cores.
- **Resistores de Fio:** Construído a partir de um núcleo de cerâmica ou vidro que em sua volta é enrolado um fio de longo comprimento. O comprimento e o diâmetro do fio são fundamentais para determinar o valor da resistência. Também o resistor de fio é um ótimo dissipador de calor e geralmente possuem maiores potências e menores valores ôhmicos. Diferente dos outros tipos de resistores, o seu valor de resistência é fornecido no corpo do componente.
- **Resistores de Filme de Carbono:** Esses resistores possuem um cilindro de cerâmica, coberto com uma película de carbono e a largura e a espessura dessa película é que determina a resistência. No mercado esse componente

é encontrado com facilidade e seu custo é muito baixo comparado com os demais, mas é um componente que, quando está energizado emite muitos ruídos. Os resistores de filme possuem impresso em seu corpo um código de cores que identifica a sua resistência, tolerância e às vezes o coeficiente de temperatura, que vem a ser a variação do valor de resistência com a variação de temperatura de trabalho. As faixas impressas identificando cores é o que possibilita que possa ser determinado seu valor a partir de uma tabela de cores.

A figura 2 ilustra uma tabela com código de cores dos resistores, tabela essa que serve de exemplo e ainda possibilita fazer a leitura de qualquer resistor de 4 cores, identificando assim o seu valor numérico.

Figura 2 - Imagem da tabela de código de cores



COR	1ª Faixa (Número)	2ª Faixa (Número)	3ª Faixa (zeros ou Pot. de 10)	4ª Faixa (Tolerância)
Preto	—	0	—	—
Marrom	1	1	0 (x 10 ¹)	1%
Vermelho	2	2	00 (x 10 ²)	2%
Laranja	3	3	000 (x 10 ³)	—
Amarelo	4	4	0000 (x 10 ⁴)	—
Verde	5	5	00000 (x 10 ⁵)	—
Azul	6	6	000000 (x 10 ⁶)	—
Violeta	7	7	—	—
Cinza	8	8	—	—
Branco	9	9	—	—
Ouro	—	—	x 0,1 (x 10 ⁻¹)	5%
Prata	—	—	x 0,01 (x 10 ⁻²)	10%

Código de cores dos resistores

Fonte: pontociência (online)

Veremos na sequência os passos a ser seguidos para determinar o valor do resistor, conforme os valores e cores apresentados na figura 2.

A **PRIMEIRA FAIXA** em um resistor é interpretada como o PRIMEIRO DÍGITO do valor ôhmico da resistência do resistor. Para o resistor mostrado na figura 2, a primeira faixa é verde, assim o primeiro dígito é 5.

A **SEGUNDA FAIXA** dá o SEGUNDO DÍGITO. Essa é uma faixa azul, então o segundo dígito é 6.

A **TERCEIRA FAIXA** é chamada de MULTIPLICADOR e não é interpretada do mesmo modo. O número associado à cor do multiplicador nos informa quantos "zeros" devem ser colocados após os dígitos que já temos. Aqui, uma faixa vermelha nos diz que devemos acrescentar 2 zeros. O valor ôhmico desse resistor é então 5600 ohms, quer dizer, 5600 Ω ou 5,6 k Ω .

A **QUARTA FAIXA** (se existir), um pouco mais afastada das outras três, é a faixa de tolerância. Ela nos informa a precisão do valor real da resistência em relação ao valor lido pelo código de cores. Isso é expresso em termos de porcentagem. A maioria dos resistores obtidos nas lojas apresenta uma faixa de cor prata, indicando que o valor real da resistência está dentro da tolerância dos 10% do valor nominal.

Podemos encontrar em alguns circuitos antigos, resistores com apenas 3 faixas, por não existir a faixa de tolerância, indicando assim que o resistor possui uma tolerância de $\pm 20\%$ (não encontrado mais comercialmente).

Os resistores com código de cores, podem nos deixar na dúvida quanto à que lado do resistor deve-se começar a leitura do código. Para esclarecermos essas dúvidas, vamos nos atentar para as seguintes dicas:

- As faixas normalmente são agrupadas do lado de um dos terminais, portanto a faixa mais próxima desse terminal é a primeira, ou primeiro algarismo significativo;
- A primeira faixa nunca deverá ser de cor preta, prata ou ouro, conforme tabela;
- A segunda faixa nunca deverá ser de cor prata ou ouro, conforme tabela;
- Geralmente quando não se consegue posicionar, faz-se a leitura nos dois sentidos, e a que a tabela não permitir, descarta-se. Entretanto, existem alguns resistores de precisão que se consegue ler pela tabela dois valores diferentes. Os resistores obedecem a uma série de valores comerciais, que basta comparar os dois valores obtidos, para verificar qual deles existe. Depois de todas as tentativas

anteriores, essa última é infalível.

Os valores ôhmicos dos resistores podem ser reconhecidos pelas cores das faixas em suas superfícies, cada cor e sua posição no corpo do resistor representa um número.

- **Resistores de Filme Metálico:** Esses resistores são semelhantes aos resistores de filme de carbono. Também composto de um cilindro de cerâmica, coberto por uma película metálica, sua resistência é determinada através da largura e espessura da película metálica, uma das diferenças do resistor de filme de carbono é que esse resistor de filme metálico seu ruído é bem inferior ao de carbono. Possui uma tolerância de 1% devido a sua película ser constituída de Níquel Ni-Cr (nicromo), garantindo assim uma maior precisão do valor da resistência. É possível também identificar a resistência através da tabela de cores disponibilizada na figura 02.

A utilização desses tipos de resistores fixos é comum em equipamentos eletrônicos, onde é necessária uma regulação precisa do nível de corrente que circula pelo circuito. Entre os equipamentos que necessitam de uma regulação precisa estão os televisores, aparelhos de DVD, rádios, entre outros.

Já para os resistores variáveis a sua resistência pode ser alterada, dentro dos limites, possuindo normalmente três terminais, onde podemos citar abaixo alguns tipos de resistores variáveis:

- **Reostato:** Servem como uma barreira variável que dificulta a passagem da corrente elétrica em seu condutor, possibilitando aumentar ou diminuir a intensidade da corrente no circuito. Citamos dois tipos de reostatos, os que possuem resistência variável continuamente e os reostatos de resistência variável descontinuamente. Podemos citar a utilização do reostato em aparelhos de som, ao aumentar o volume do som, estamos utilizando um reostato, isso acontece por que na medida em que se aumenta o volume do som, automaticamente se diminui a resistência elétrica, tudo isso ocasionado pelo aumento ou diminuição do fio de cobre que a compõe.

- **Potenciômetro:** Componente eletrônico que tem sua função em limitar o fluxo da corrente elétrica que passa por ele, podendo ser ajustado manualmente, isto é, pode ser aumentada ou diminuída. Tanto o resistor quanto o potenciômetro tem por finalidade limitar o fluxo da corrente elétrica em circuito, o potenciômetro pode ter sua resistência ajustada e o resistor comum não pode, pois ele possui um valor de resistência fixo. É um componente que possui três terminais e um eixo giratório, que serve para ajuste da sua resistência. Encontrado em aparelhos de som, onde sua função é controlar o volume, também em controle de posicionamento em controles de vídeo games, controle de brilho e contraste em telas LCD.

- **Varistor:** Esse componente é especial, pois altera a resistência quando a tensão nos seus terminais também é alterada. Na placa de controle há um varistor ligado em paralelo com o transformador, a especificação do varistor é dada pelo seu limite de tensão. Utilizado em fornos, onde em condições normais sua resistência é muito alta. O varistor funciona como um dispositivo de proteção do trafo da placa, evitando que o equipamento (forno) queime com elevação de tensão. Também é utilizado para proteção contra curtos-circuitos em extensões ou para-raios usados nos postes de ruas, ou como “trava” em circuitos eletromotores.

- **Termistores:** São resistências que podem variar seu valor de acordo com a temperatura em que esta submetida. A relação geralmente é direta porque os metais usados têm um coeficiente de temperatura positivo, onde se a temperatura subir a resistência também sobe. Para os termistores PTC e NTC, são usados semicondutores ao invés dos metais, por isso alguns autores não consideram como resistor.

Os termistores PTC (*Positive Temperature Coefficient*) são resistores que dependem de uma temperatura positiva, onde quando a temperatura aumenta a resistência também aumenta.

Os termistores NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dependem de uma temperatura com coeficiente negativo, onde, quando sua temperatura aumenta, a sua resistência diminui.

Já para os termistores LDR (*Light Dependent Resistor*) a sua resistência varia de acordo com a intensidade luminosa incidida. A relação geralmente é inversa, ou seja, a resistência diminui com o aumento da intensidade luminosa. É usado em sensores de luminosidade.

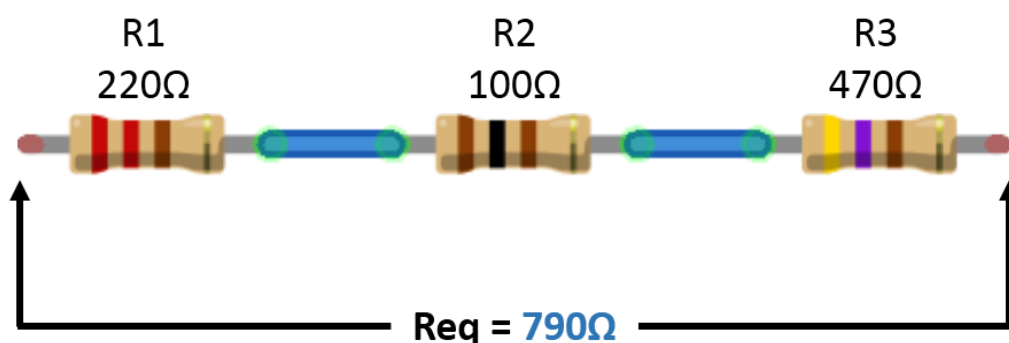
Os resistores mais utilizados são os resistores de filme de carbono, para tanto segue em anexo ao kit didático experimental alguns resistores com seus respectivos valores que servem para serem calculados seus valores utilizando a tabela de código de cores ou até mesmo medir seu valor com o multímetro.

2.3.2 Associações de Resistores em Série

É um conjunto de dois ou mais resistores interligados entre si de forma que a corrente elétrica tenha um único caminho a seguir. Na prática temos situações em que há necessidade de ligarmos os resistores em série como às lâmpadas de uma árvore de natal, em circuitos de rádio e outros, este tipo de associação ocorre quando os resistores são ligados um após o outro, de forma a oferecer apenas um caminho para a corrente.

A figura 3 ilustra um exemplo de uma associação em série composta por três resistores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em série.

Figura 3 - Imagem de uma associação de resistores em série



Fonte: vandertronic (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em série.

- Os resistores ligados em série são percorridos por uma mesma corrente.

$$i_{eq} = i_{R1} = i_{R2} = i_{R3} = \text{constante}$$

- A tensão (U) na associação em série, é a soma das tensões parciais.

$$U_{\text{fonte}} = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3}$$

- A resistência equivalente da associação é a soma das resistências associadas.

$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + R_3$$

2.3.3 Associações de Resistores em Paralelo

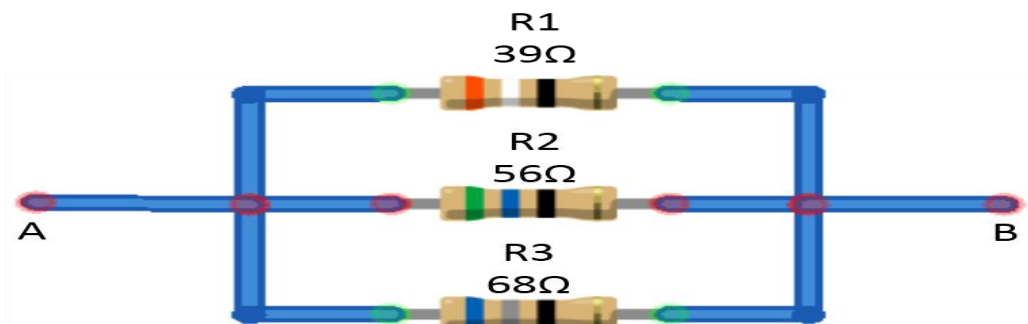
Vários resistores estão associados em paralelo quando são ligados pelos mesmos pontos, de modo a ficarem submetidos à mesma tensão.

A intensidade de corrente i do circuito principal divide-se entre os ramos dos resistores. Usando a conservação da carga elétrica, podemos afirmar que a corrente que entra em uma bifurcação de fios, ponto que chamamos de nó, tem a mesma intensidade das correntes que saem do mesmo. Qualquer associação de resistores pode ser representada pelo resistor equivalente, que representa a resistência total dos resistores associados.

Em uma associação de resistores em paralelo, a resistência equivalente sempre será menor que a resistência de menor valor do circuito. Nesse tipo de associação se um queimar os demais funcionam normalmente, porém, a corrente irá aumentar nos demais resistores do circuito.

A figura 4 ilustra um exemplo de uma associação em paralelo composta por três resistores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em paralelo.

Figura 4 - Imagem de uma associação de resistores em série



Fonte: vandertronic (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em paralelo:

A corrente em uma associação de resistores em paralelo é a soma das correntes nos resistores associados.

$$i_{eq} = i_{R1} + i_{R2} + i_{R3}$$

- Vários resistores estão associados em paralelo quando são ligados pelos mesmos pontos, de modo a ficarem submetidos à mesma tensão.

$$i_1 = \frac{U}{R_1} \quad i_2 = \frac{U}{R_2} \quad i_3 = \frac{U}{R_3}$$

- Em uma associação de resistores em paralelo, o inverso da resistência equivalente da associação é igual à soma dos inversos das resistências associadas.

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

2.3.4 Capacitores

São dispositivos utilizados para armazenamento da carga elétrica, sendo de fundamental importância em determinados circuitos elétricos, principalmente no campo da eletrônica. São componentes de um circuito que tem a função de armazenar energia, tornando sua tensão igual à fonte de alimentação do qual o circuito esta conectado.

Os capacitores também podem ser usados como filtro de fonte de alimentação, diminuindo o ruído, também serve para bloquear a corrente continua e apenas deixar passar a corrente alternada. Quanto maior a frequência da corrente alternada e/ou o valor do capacitor, menor será a oposição a passagem da corrente. Os capacitores também são usados para sintonizar determinados circuitos.

Cada capacitor pode armazenar certa quantidade de carga, e a medida desta quantidade de carga é igual o produto da capacitância pela tensão. A unidade de medida utilizada para capacitância é o F (Farad), e por ser uma unidade de medida muito grande, são usadas subunidades como microfarad (μF) usado nos capacitores

de alto valor (eletrolíticos), nanofarad (nF) usados nos capacitores comuns de médio valor e picofarad (pF) usados nos capacitores comuns de baixo valor.

Nos condutores isolados, por não possuírem grande capacidade de armazenar cargas elétricas, os mesmos com uma pequena carga adquirem potenciais muito elevados, no entanto, o campo elétrico também é alto, fazendo com que o condutor acaba-se descarregando com facilidade.

Nos circuitos elétricos, principalmente na eletrônica, é necessário utilizar dispositivos que possam armazenar uma grande quantidade de carga elétrica, possibilitando ser liberada somente quando o circuito necessitar. Isso só é possível utilizando-se de capacitores, os quais são carregados eletricamente pelo processo de indução.

Na natureza temos diferentes formas de energia que podem ser transformadas em outro tipo de energia, como exemplo, transformar energia elétrica em energia térmica, entre outras. Temos também a energia elétrica que pode ser armazenada em forma de energia potencial.

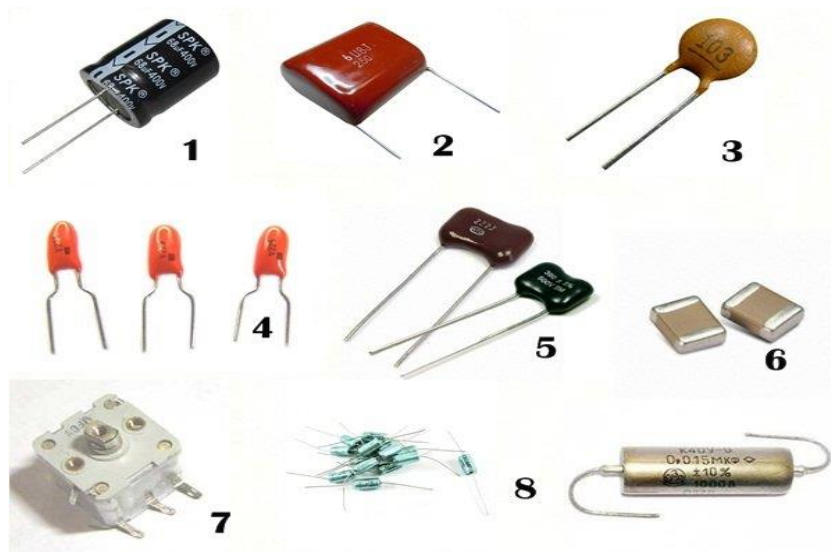
Esses dispositivos são muito comuns em nosso meio, pois estão presentes em vários aparelhos eletroeletrônicos, como exemplo nos televisores, flashes das máquinas fotográficas, entre outros. Além de ser utilizado no disparo de flashes, um capacitor tem várias outras aplicações, dentre elas podem-se citar:

- Como sensores, e um exemplo são as telas *touch screen* capacitivas;
- Osciladores;
- Filtro de ruídos em sinais de energia;
- Divisor de frequência em sistemas de áudio;
- Armazenamento de carga elétrica em sistemas de flash de máquinas fotográficas, (como já foi citado);
- Sintonizador de rádios (capacitor variável);
- No start de motores de portão eletrônico (capacitor de partida);
- Em conjunto com transistores em memórias do tipo DRAM;
- Como baterias temporárias em som automotivo (mega-capacitores);
- Laser de alta potência (banco de capacitores);
- Radares (banco de capacitores);
- Aceleradores de partículas (banco de capacitores);
- Em fontes de alimentação, e muito mais.

Os capacitores podem ser planos ou cilíndricos, polarizados ou não polarizados, e quanto a seu material dielétrico pode ser classificado da seguinte forma:

Seguem na figura 5 alguns tipos de capacitores existentes no mercado, entre eles também alguns que não são mais comercializados.

Figura 5 - Tipos de Capacitores



Fonte: mundoelétrica (online)

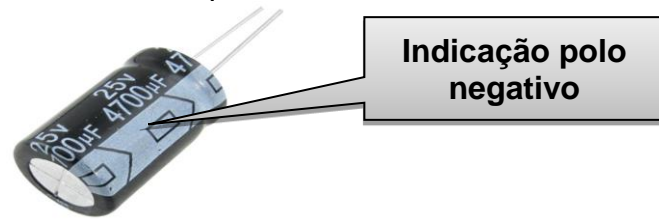
Como podemos perceber na figura 5, existem vários tipos de capacitores, para tanto é interessante saber um pouco mais de cada capacitor, pensando nesta ideia segue abaixo alguns tipos de capacitores, explicando-os e informando onde geralmente é encontrado.

- **Capacitor Eletrolítico:** pode ser usado em circuitos de baixa e alta tensão dependendo do valor nominal, possuem uma boa variedade de capacitâncias e são polarizados.
- **Capacitor de Poliéster:** tem elevadas tolerâncias, podem trabalhar em temperaturas altas e tensões muito altas e tem um custo razoável.
- **Capacitor Cerâmico:** muito usado em circuitos devido ao seu tamanho diminuto, mas possuem baixas capacitâncias.

- **Capacitor de Tântalo:** são polarizados, como os eletrolíticos, mas possuem uma grande capacidade para o seu tamanho.
- **Capacitor de Mica:** tem alta qualidade e desempenho, mas baixa tolerância, e um custo um pouco elevado. Esse tipo de capacitor não é muito utilizado nos dias de hoje.
- **Capacitor SMD:** São muito pequenos, e podem ter o dielétrico de diversos materiais. Sua montagem em um circuito normalmente é feita por robôs, devido ao seu tamanho.
- **Capacitores de Vidro:** Usa o vidro como dielétrico. São caros, mas oferecem um excelente nível de desempenho e qualidade. Uma característica interessante é que esses capacitores são resistentes à radiação nuclear.
- **Capacitor Variável:** pode variar sua capacitância dentro de um intervalo definido, um uso comum desse tipo de capacitor é na sintonia de rádios.
- **Megacapacitor ou Supercapacitor:** São projetados para armazenar e descarregar grande quantidade de energia, como as baterias, só que sua carga e descarga de energia são mais rápidas do que de uma bateria. Suas capacitâncias são altas, da ordem de Farads e na maioria dos casos trabalham com tensões altas.
- **Capacitor a Óleo:** Não é mais fabricado. O capacitor a óleo era muito utilizado em equipamentos valvulados, e onde era necessária alta isolamento. Sua composição era de fitas de alumínio enroladas e isoladas com papel embebido em óleo.

Para os capacitores polarizados como os eletrolíticos, que iremos trabalhar possuem uma marcação na lateral, indicando um polo negativo assim como mostra a figura 6.

Figura 6 - Imagem de capacitores eletrolíticos polarizados



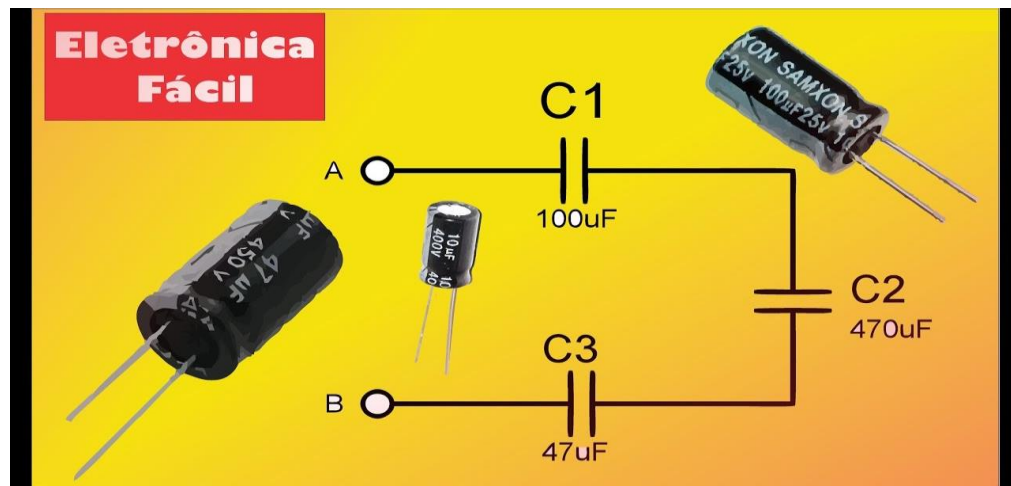
Fonte: huinfinito (*online*)

2.3.5 Associações de Capacitores em Série

Em uma associação, os capacitores são ligados de forma que a carga armazenada em cada um deles é a mesma e a tensão total aplicada aos capacitores se subdivide entre eles inversamente proporcional aos seus valores.

A figura 7 ilustra um exemplo de uma associação em série composta por três capacitores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em série.

Figura 7 - Imagem de uma associação de capacitores em série



Fonte: eletrônica fácil (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em série:

- Na associação em série todos os capacitores apresentam a mesma carga.

$$E_{\text{fonte}} = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3}$$

- Na associação em série, a tensão aplicada à associação é a soma das tensões dos capacitores associados.

$$E_1 = \frac{Q}{C_1}$$

$$E_2 = \frac{Q}{C_2}$$

$$E_3 = \frac{Q}{C_3}$$

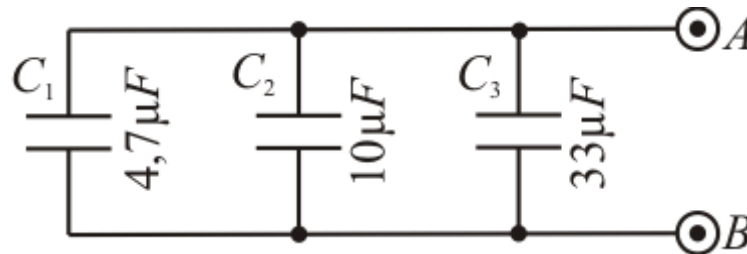
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

2.3.6 Associações de Capacitores em Paralelo

Na associação em paralelo, os capacitores estão ligados de forma que a tensão total aplicada ao circuito é a mesma em todos os capacitores, e a carga do circuito se subdivide entre eles proporcionalmente aos valores dos capacitores.

A figura 8 ilustra um exemplo de uma associação em paralelo composta por três capacitores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em paralelo.

Figura 8 - Imagem de uma associação de capacitores em paralelo



Fonte: obaricentrodamente (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em paralelo:

Adaptando a Lei de Kirchhoff para a distribuição das cargas, a soma das cargas nos capacitores é igual à carga total fornecida pela fonte.

$$Q_{\text{fonte}} = Q_{C1} + Q_{C2} + Q_{C3}$$

- O resultado da carga dividido pela tensão corresponde a capacitância equivalente da associação em paralelo, isto é, a capacitância que a fonte de alimentação entende como sendo sua carga.

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

2.3.7 Circuitos RC

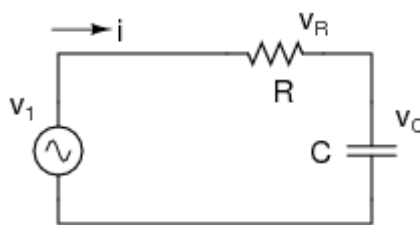
O Circuito RC é um dos mais simples filtros eletrônicos, podendo dizer que é o conjunto de um resistor e um capacitor, alimentados por uma fonte de tensão. Os

Circuitos RC são utilizados como temporizadores de sinais, controlando assim um determinado dispositivo permitindo ser acionado ou não. Sua capacidade de variar o tempo de sua carga depende da capacitância e da resistência empregados nos seus componentes RC.

Para o funcionamento de um circuito RC é necessário à combinação de dois elementos básicos, o resistor e o capacitor, componentes encontrados constantemente em circuitos.

A figura 9 ilustra um circuito RC, possibilitando ao aluno analisar como é composto um circuito e como se comporta a tensão, onde tem dois componentes diferentes associados em série.

Figura 9 - Imagem de Circuito RC em série



Fonte: infoescola (online)

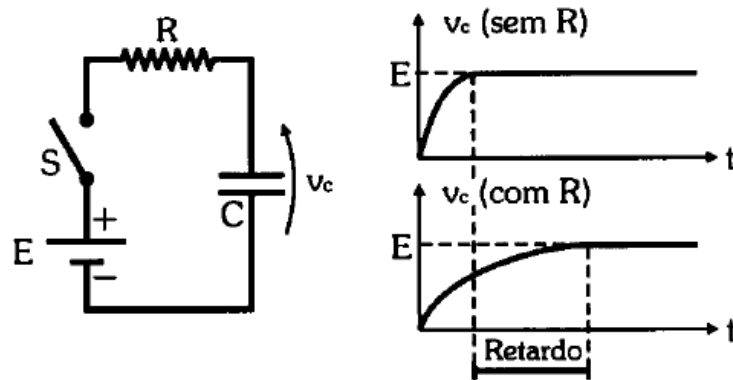
2.3.8 Circuitos RC de Temporização

Um circuito temporizador é aquele que executa uma ação após o intervalo de tempo preestabelecido.

Analisaremos na figura 10 o comportamento de um circuito formado por um resistor e um capacitor ligado em série onde se estabelece uma relação entre os níveis de tensão e um intervalo de tempo definido pelos valores do resistor e capacitor.

Constante de tempo: O tempo de carga de um capacitor alimentado diretamente de uma fonte de tensão não é instantâneo, embora seja muito pequeno.

Figura 10 - Imagem de Circuito RC de temporização em série



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Ligando um resistor em série com um capacitor, pode-se retardar o tempo de carga, fazendo com que o tempo de tensão entre seus terminais aumente mais lentamente.

Analisando dimensionalmente o produto entre resistência e capacitância [R.C], considerando as seguintes unidades de medida das grandezas envolvidas.

$$[R] = \Omega \text{ (ohm)} = \text{V/A}; \quad [C] = \text{F (farad)} = \text{C/V}; \quad [I] = \text{A (ampère)} = \text{C/s}$$

No entanto o produto R.C resulta na grandeza do tempo (segundo). Esse produto é denominado constante de tempo representado pela letra grega τ (tau). Logo,

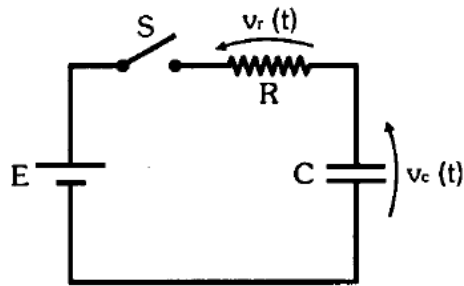
$$\tau = R \cdot C$$

Em um circuito RC, quanto maior a constante de tempo, maior é o tempo necessário para que o capacitor se carregue.

2.3.9 Processo de Carga do Capacitor

Consideremos um circuito RC série, ligado a uma fonte de tensão contínua (E) e uma chave (S) aberta, com o capacitor completamente descarregado, conforme figura 11.

Figura 11 - Imagem de um gráfico e comportamento da tensão no resistor



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Pela Lei de Kirchhoff para as tensões a equação geral desse circuito é fechada.

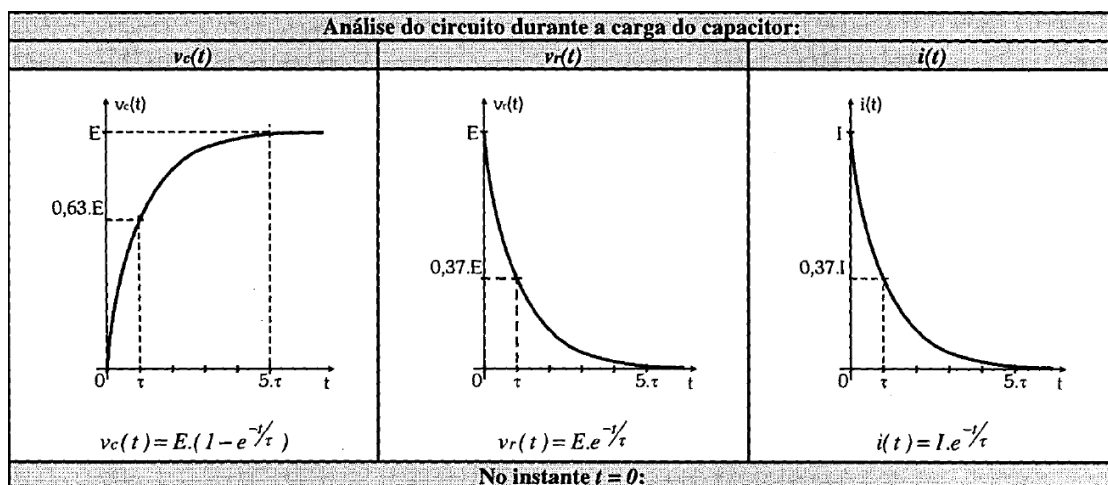
$$V_{c(t)} + V_{r(t)} = E$$

Logo a corrente que flui no circuito durante a carga do capacitor pode ser determinada aplicando a primeira Lei de Ohm no resistor R.

$$i(t) = \frac{V_r(t)}{R}$$

Ligando a Chave (S) no instante $t = 0$, observa-se que as tensões e a corrente do circuito resultam no seguinte gráfico e expressão, apresentados na figura 12.

Figura 12 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Tensão do Capacitor: Conforme apresentado na figura 12-a a tensão (V_c) no capacitor cresce exponencialmente desde (0) até a tensão E , quando sua carga é total. Portanto, a tensão no capacitor é uma exponencial crescente, que pode ser deduzida da equação geral do circuito. Pode então observar que o (V_c) aumenta em função do aumento do (t).

Tensão do Resistor: Conforme apresentado na figura 12-b a tensão (V_r) cai exponencialmente de (E) até zero, pois o capacitor descarregado comporta-se como um curto-circuito e totalmente carregado comporta-se como um circuito aberto. Pode então observar que o (V_r) diminui em função do tempo (t).

Corrente no Circuito: Conforme apresentado na figura 12-c a corrente (i) inicia com um valor máximo quando o capacitor está descarregado (curto-circuito), caindo até zero quando o capacitor está totalmente carregado (circuito aberto). Podendo então se observar que a corrente diminui em função do tempo.

Analisando o circuito, conforme figura 13, durante a carga do capacitor temos que no $t = 0$, a tensão do capacitor é nula, a tensão no resistor e a corrente no circuito são máximas. Já para o $t = 1s$, a tensão no capacitor cresce até 63% da tensão da fonte, sendo que a tensão do resistor e a corrente no circuito caem 63%. Analisando ainda o $t = 5s$, tem-se que a tensão no capacitor cresce até 99% da tensão da fonte, onde a tensão do resistor e a corrente no circuito caem 99%. Neste caso podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente carregado.

Figura 13 - Imagem para análise de um circuito durante a carga de um capacitor

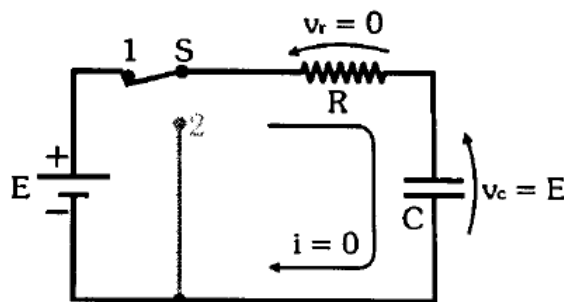
$v_c(0) = E.(1 - e^{0/\tau}) \Rightarrow$	$v_r(0) = E.e^{0/\tau} \Rightarrow$	$i(0) = I.e^{0/\tau} \Rightarrow$
$v_c(0) = E.(1 - e^0) = E.(1 - 1) \Rightarrow$	$v_r(0) = E.e^0 = E.1 \Rightarrow$	$i(0) = I.e^0 = I.1 \Rightarrow$
$v_c(0) = 0$	$v_r(0) = E$	$i(0) = I$
Análise: Em $t = 0$, a tensão no capacitor é nula, a tensão no resistor é máxima e a corrente no circuito é máxima.		
No instante $t = \tau$:		
$v_c(\tau) = E.(1 - e^{-\tau/\tau}) \Rightarrow$	$v_r(\tau) = E.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(\tau) = I.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = E.(1 - e^{-1}) = E.(1 - 0,37) \Rightarrow$	$v_r(\tau) = E.e^{-1} \Rightarrow$	$i(\tau) = I.e^{-1} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = 0,63.E$	$v_r(\tau) = 0,37.E$	$i(\tau) = 0,37.I$
Análise: Em $t = \tau$, a tensão no capacitor cresce até 63% da tensão da fonte ($v_c = 0,63.E$), a tensão no resistor cai 63% ($v_r = 0,37.E$) e a corrente no circuito cai 63% ($i = 0,37.I$).		
No instante $t = 5.\tau$:		
$v_c(5.\tau) = E.(1 - e^{-5.\tau/\tau}) \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = E.e^{-5.\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = I.e^{-5.\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = E.(1 - e^{-5}) = E.(1 - 0,01) \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = E.e^{-5} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = I.e^{-5} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = 0,99.E$	$v_r(5.\tau) = 0,01.E$	$i(5.\tau) = 0,01.I$
Análise: Em $t = 5.\tau$, a tensão no capacitor cresce até 99% da tensão da fonte ($v_c = 0,99.E$), a tensão no resistor cai 99% ($v_r = 0,01.E$) e a corrente no circuito cai 99% ($i = 0,01.I$). Nesse caso, podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente carregado.		

Fonte: MARKUS, O. (2001)

2.3.10 Processo de Descarga do Capacitor

Consideremos um circuito RC série, ligado a uma fonte de tensão (E) e a uma chave (S) inicialmente na posição (1) com o capacitor já completamente carregado, conforme figura 14.

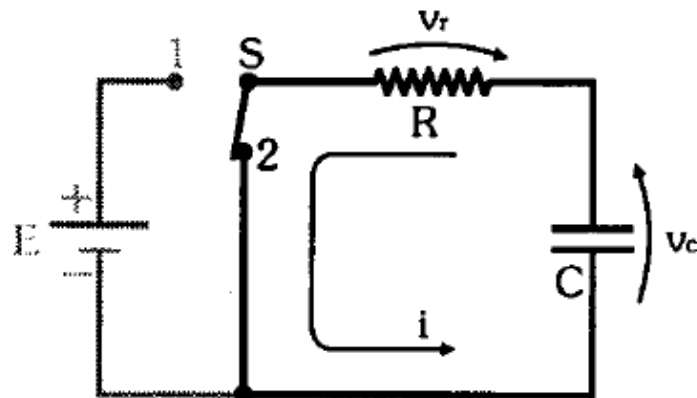
Figura 14 - Imagem de Descarga do capacitor



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Se mudarmos a chave (S) para a posição (2), conforme figura 15, no instante zero, a fonte de alimentação é desligada, ficando o circuito RC em curto. Assim o capacitor se descarrega sobre o resistor, de forma que sua tensão descreve uma curva exponencial decrescente. Nesse caso, o capacitor comporta-se como uma fonte de tensão, cuja capacidade de fornecimento de corrente é limitada pelo tempo de descarga.

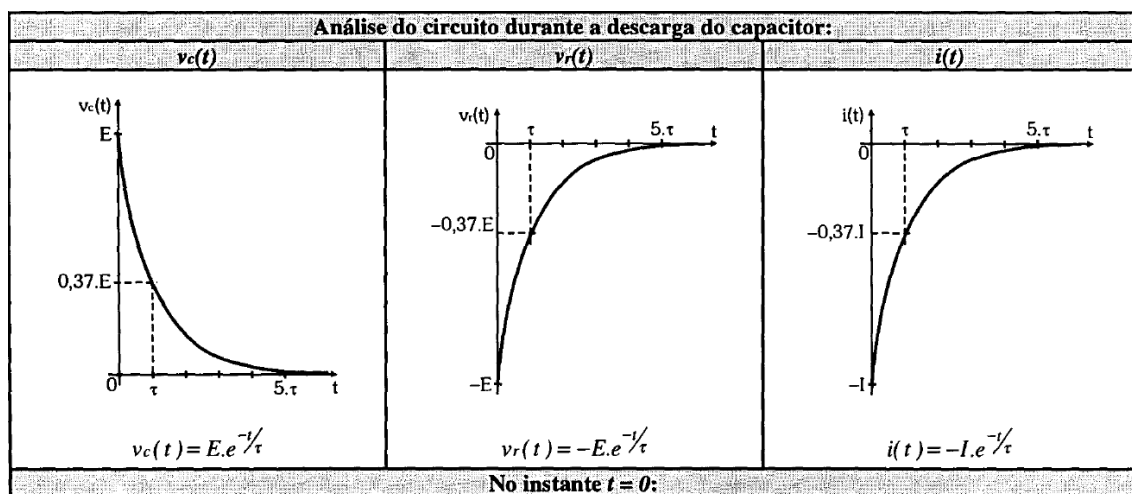
Figura 15 - Imagem de descarga de um capacitor



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Na figura 16 podemos analisar o comportamento de um capacitor durante a sua descarga:

Figura 16 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito.



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Tensão no Capacitor: Conforme apresentado na figura 16-a, a tensão V_c cai exponencialmente de E até zero.

Tensão no Resistor: Conforme apresentado na figura 16-b caso a tensão (V_r) no resistor acompanha a corrente.

Corrente no Circuito: Conforme apresentado na figura 16-c a corrente (i) flui agora no sentido contrario, descrevendo exponencialmente $-I = -E/R$ até zero, devido à descarga do capacitor.

Analisando o circuito, conforme figura 17, durante a carga do capacitor temos que no $t = 0$, a tensão do capacitor, tensão no resistor e a corrente no circuito são máximas. Já para o $t = 1s$, a tensão no capacitor, tensão no resistor e a corrente no circuito caem 63%. Analisando ainda o $t = 5s$, a tensão no capacitor, tensão no resistor e a corrente no circuito caem 99%. Neste caso podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente descarregado.

Figura 17 - Imagem para análise de um circuito durante a descarga de um capacitor

$v_c(0) = E.e^{0/\tau} \Rightarrow$	$v_r(0) = -E.e^{0/\tau} \Rightarrow$	$i(0) = -I.e^{0/\tau} \Rightarrow$
$v_c(0) = E.e^0 = E.I \Rightarrow$	$v_r(0) = -E.e^0 = -E.I \Rightarrow$	$i(0) = -I.e^0 = -I.I \Rightarrow$
$v_c(0) = E$	$v_r(0) = -E$	$i(0) = -I$
Análise: Em $t = 0$, as tensões no capacitor e no resistor e a corrente no circuito são máximas.		
No instante $t = \tau$:		
$v_c(\tau) = E.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$	$v_r(\tau) = -E.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(\tau) = -I.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = E.e^{-1} \Rightarrow$	$v_r(\tau) = -E.e^{-1} \Rightarrow$	$i(\tau) = -I.e^{-1} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = 0,37.E$	$v_r(\tau) = -0,37.E$	$i(\tau) = -0,37.I$
Análise: Em $t = \tau$, a tensão no capacitor cai 63% ($v_c = 0,37.E$), a tensão no resistor cai 63% ($v_r = -0,37.E$) e a corrente no circuito cai 63% ($i = -0,37.I$).		
No instante $t = 5.\tau$:		
$v_c(5.\tau) = E.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = -E.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = -I.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = E.e^{-5} \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = -E.e^{-5} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = -I.e^{-5} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = 0,01.E$	$v_r(5.\tau) = -0,01.E$	$i(5.\tau) = -0,01.I$
Análise: Em $t = 5.\tau$, a tensão no capacitor cai 99% ($v_c = 0,01.E$), a tensão no resistor cai 99% ($v_r = -0,01.E$) e a corrente no circuito cai 99% ($i = -0,01.I$). Nesse caso, podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente descarregado.		

Fonte: MARKUS, O. (2001)

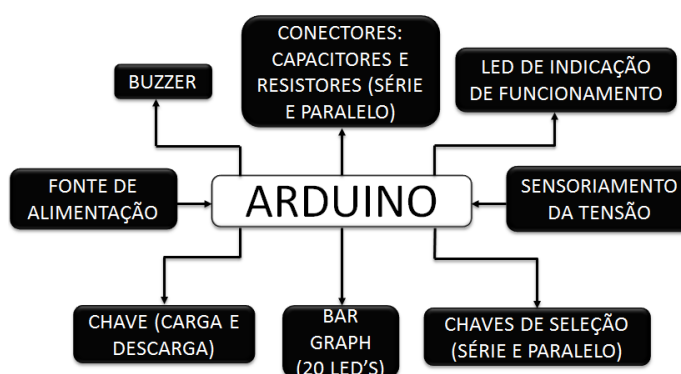
3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

A metodologia deste produto educacional baseou-se essencialmente, no desenvolvimento, montagem e na utilização do kit didático experimental para o ensino de resistores, capacitores e circuito de temporização RC, que tem por objetivo ser uma ferramenta com o intuito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

A tecnologia utilizada para a construção do kit didático experimental foi desenvolvida com microcontrolador **ARDUINO**, que é uma placa de desenvolvimento de projetos eletrônicos, que, por meio de uma IDE (*Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado), é possível programa-lo por meio de uma linguagem própria, permitindo ao usuário realizar diversos projetos. A escolha do Arduino como microcontrolador do projeto se deu pelo fácil acesso a materiais didáticos disponíveis, possibilitando a fácil reprodução do protótipo futuramente por pessoas com pouco conhecimento na área e por ser uma plataforma *open-source*.

A figura 18 mostra o fluxograma do projeto que foi desenvolvido.

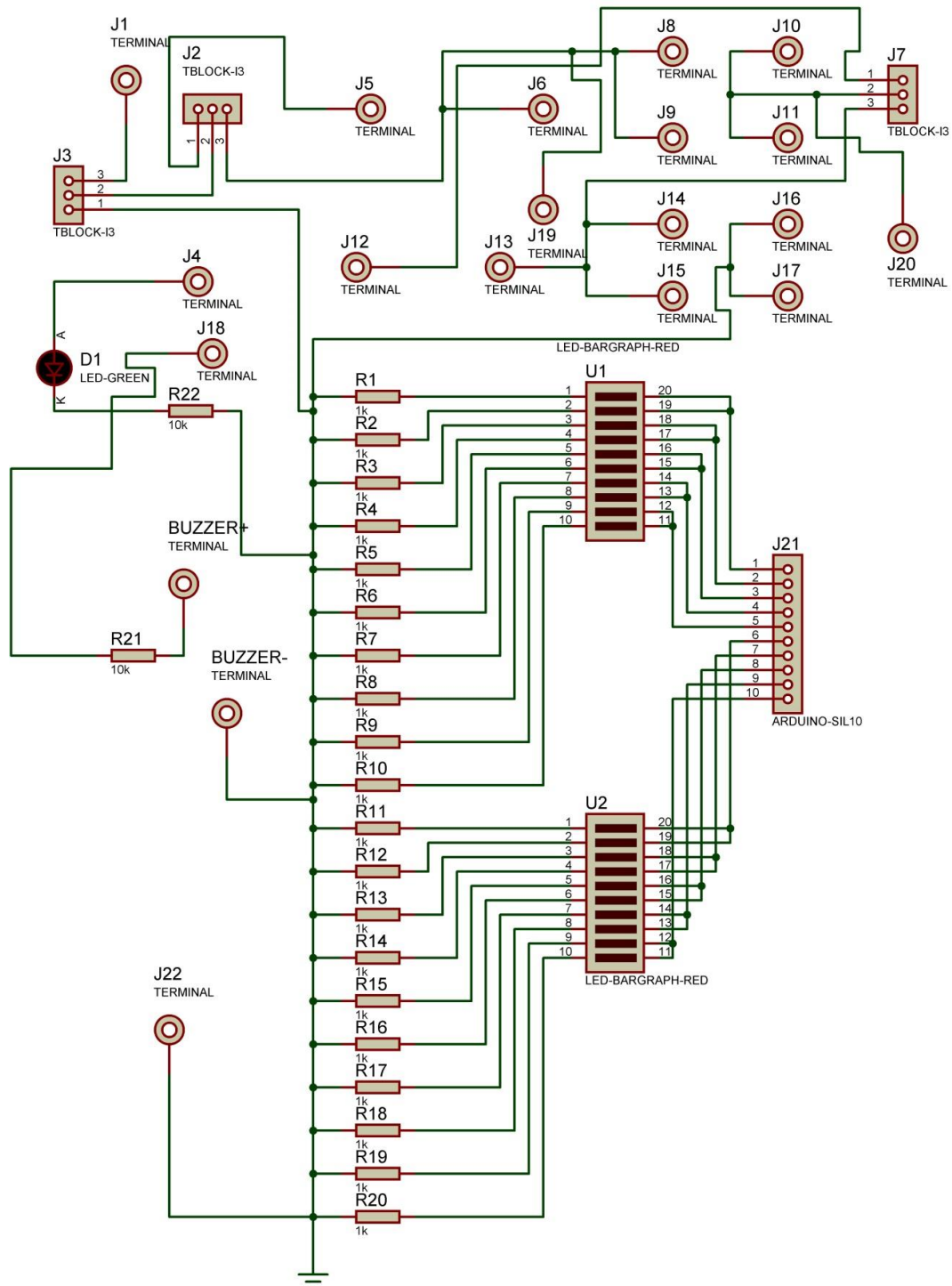
Figura 18 - Fluxograma do projeto



Fonte: Autoria Própria

A figura 19 ilustra o esquemático do circuito que foi feito utilizando um *software* específico, mostrando assim todos componentes e suas ligações.

Figura 19 - Esquemático do projeto



Fonte: Autoria Própria

Os materiais utilizados na confecção do projeto foram:

- 21 Resistores de 1 k Ω e 1 Resistor de 200 Ω
- LED Verde
- Buzzer
- 2 Bar Graph

- Fonte de 5V
- Arduino UNO
- 3 Chaves ON/OFF
- Cabo USB
- Placa de fenolite (7x10 cm)
- Conectores de 2 e 4 pinos

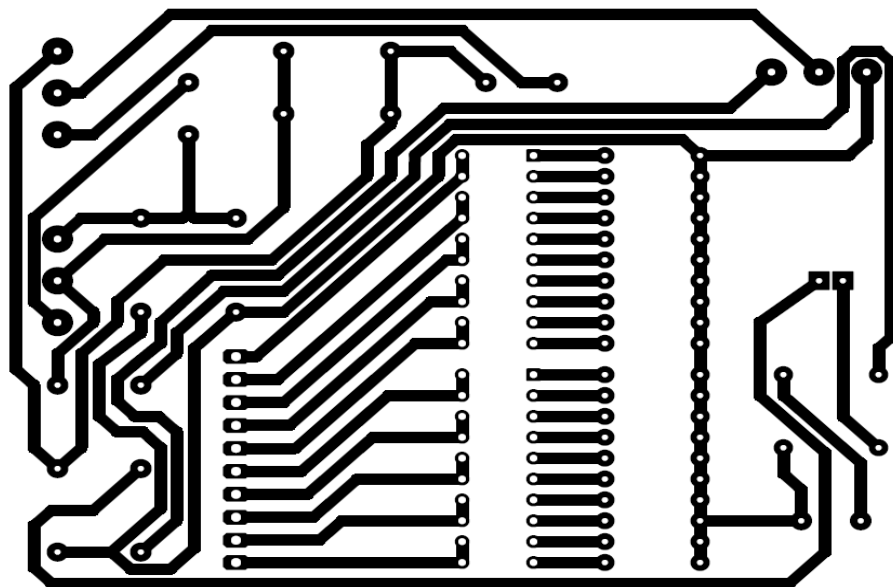
Além disso, foram necessários alguns materiais para a fabricação como:

- Ferro de solda
- Estanho
- Palha de aço
- Percloroeto de ferro

O processo de fabricação da placa começa pelo processo de transferência da placa de circuito impresso (PCB – *Printed Circuit Board*), consiste em transferir o desenho das trilhas do circuito de uma folha de papel fotográfico para uma placa de fenolite por meio de um ferro de passar e, posteriormente, a placa é corroída em solução de percloroeto. É feita uma higienização da placa com detergente para se retirar restos da substância e da tinta.

A figura 20 mostra o desenho que foi impresso em uma folha de papel para posteriormente transferir para a placa de fenolite.

Figura 20 - PCB do projeto

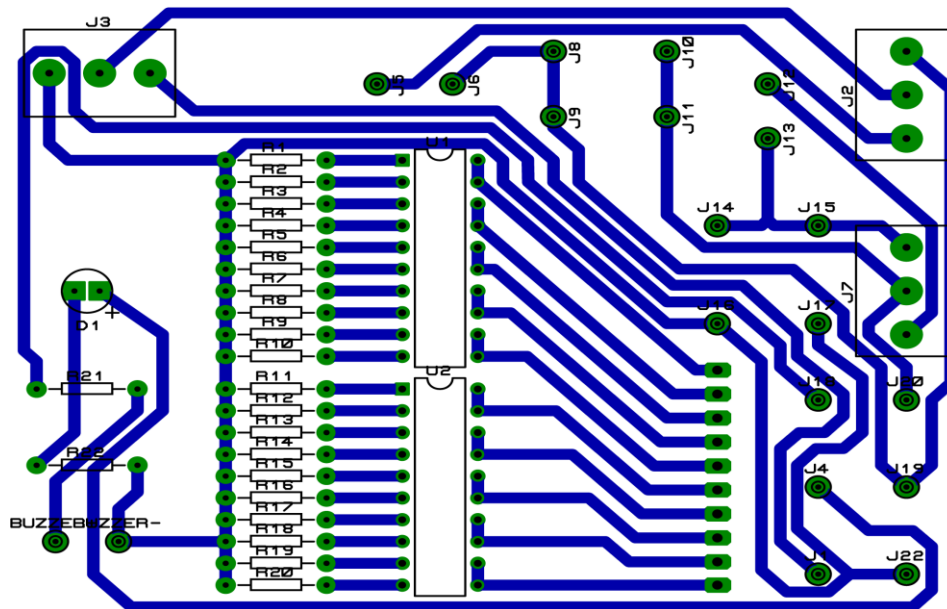


Fonte: Autoria Própria

Os componentes então são dispostos em suas posições de acordo com o projeto e soldados usando estanho e um ferro de solda.

A figura 21 ilustra o desenho com as trilhas e os componentes dispostos.

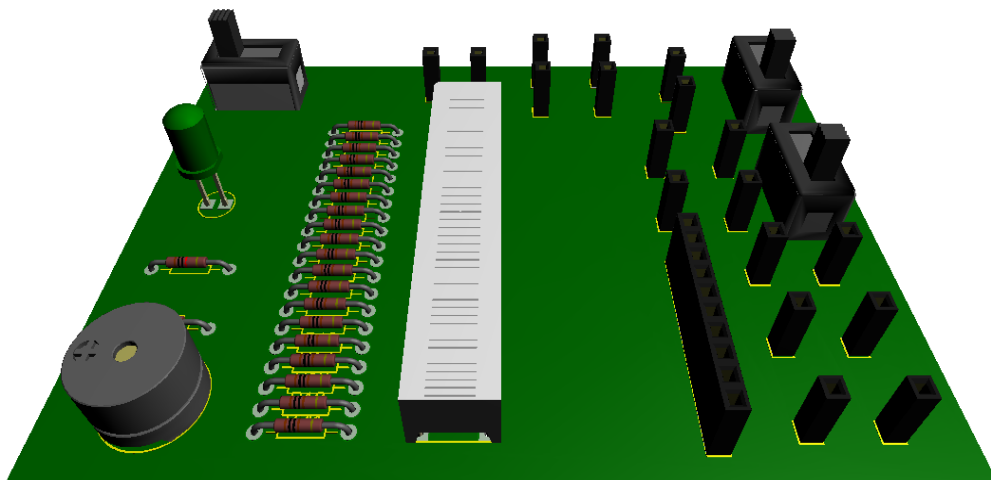
Figura 21 - Trilhas e componentes do projeto



Fonte: Autoria Própria

A figura 22 mostra uma imagem em 3D de como fica a placa após montagem de todos os componentes.

Figura 22 - Visão 3D do projeto



Fonte: Autoria Própria

Energizando a placa por meio de uma fonte de 5 V ou o cabo USB, pode-se testar vários capacitores e resistores acoplados ao conector, a fim de demonstrar a curva de carga. O código do Arduino foi feito de forma a analisar a tensão em cima

do capacitor, sabendo que ele está alimentado com 5 V, a cada 0,5 V acende um dos LED's da *bar graph*, e ocorre um bipe no buzzer.

Para trocar de carga para descarga, basta inverter a posição da chave seletora ON/OFF, as demais chaves seletoras servem para se mudar de série e paralelo às conexões dos capacitores.

A proposta deste produto educacional é voltada a um relato de experiência onde através dele será possível analisar os resultados obtidos no desenvolver da aplicação do produto.

A figura 23 ilustra o kit didático experimental e os componentes que fazem parte do mesmo, faltando apenas o caderno de atividades práticas, que está em anexo no apêndice 1, dessa dissertação.

Figura 23 - Imagem do kit didático experimental



Fonte: autoria própria

3.1 Coletas de Dados para o Relato de Experiência

O produto educacional foi aplicado em uma turma de 13 alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Dr. Arnaldo Busato, período Vespertino, localizado no município de Cruzeiro do Iguaçu – Pr.

O tempo de duração para aplicação do produto foi de oito horas aulas, sendo 05 consecutivas no dia 04/12/2017 e mais 03 consecutivas no dia 06/12/2017, tendo a participação integral de todos os alunos. As aulas foram trabalhadas em tempos e horários diferenciados usados pelo sistema público de ensino nas escolas estaduais, visando a aplicação em 02 dias de aula e assim aproveitando as instalações, pois fora trabalhado com um numero maior de kit didático experimental. O fato de ser utilizado um horário diferenciado é que o tempo para aplicação do produto estava se esgotando, assim foi necessário agilizar a aplicação. Cremos que o resultado será mais satisfatório ainda, quando o mesmo for aplicado em um horário normal, isto é, em duas aulas diárias, conforme calendários escolares, pelo motivo que não se tornará cansativo.

O produto educacional é composto por um kit didático experimental conforme figura 8, acompanhado de um caderno de atividades práticas, que servem de material de apoio e assim um roteiro onde o professor poderá seguir para o desenvolvimento do conteúdo trabalhado.

Observando durante a aplicação do produto foi possível fazer um relato de experiência, para que a partir deste, pudéssemos fazer uma análise dos resultados obtidos.

O caderno de atividades práticas é composto por uma proposta de utilização, uma fundamentação teórica do conteúdo trabalhado e também 10 práticas que foram trabalhadas juntamente com os alunos, utilizando o kit didático experimental, que é a ferramenta principal.

Para que o relato de experiência seja o mais real possível é importante relatar passo a passo, bem como retratar as imagens, preservando a identidade dos alunos, como foi feito no relato que faz parte dessa dissertação.

Nas atividades práticas que deram origem ao relato de experiência foi possível coletar materiais elaborados pelos alunos que serão anexados no presente relato, bem como o questionário aplicado no final da aplicação.

3.2 Instrumentos de Coletas de Dados

Com o relato de experiência foi possível elaborar uma análise dos resultados obtidos, uma vez que um relato bem elaborado serve para se ter uma ideia mais real do resultado. O questionário que foi aplicado após o desenvolvimento de todas as atividades foi elaborado com o intuito de analisar o que o educando aprovou ou não sobre o método aplicado. Toda inovação é proposta pensando em melhorar, mas nem sempre poderá dar o resultado esperado, para o educador é difícil saber o resultado concreto se o mesmo não avaliar seus alunos ou até mesmo ouvir deles.

As questões abaixo foram elaboradas para coleta de dados, objetivando buscar um resultado mais real possível.

01 – Como você considera o método de ensino utilizado pelo professor usando o kit experimental?

ruim razoável Bom ótimo

Justifique sua resposta:

02 – Os objetivos, o método de trabalho e o cronograma, foram colocados claramente pelo professor no início da aula?

sim não em partes

Justifique sua resposta:

03 – Quanto ao tempo utilizado para a aplicação do conteúdo estudado, como você considera?

ruim razoável Bom ótimo

Justifique sua resposta:

04 – O professor criou um ambiente de discussão e participação durante as aulas?

sim não em partes

Justifique sua resposta:

05 – Descreva sucintamente o que chamou sua atenção durante o desenvolvimento das atividades?

06 – De todas as atividades que você realizou, qual a que você mais lhe chamou a atenção? Justifique.

07 – Como você avalia as atividades realizadas durante as aulas de física? Para essa resposta tome como base as atividades realizadas, sua motivação, sua aprendizagem e principalmente sua interação com o grupo.

ruim razoável Boa ótima

Justifique sua resposta:

Baseado nas respostas dos alunos foi possível fazer uma análise, obtendo um resultado de forma clara, transparente e significativa em relação ao produto aplicado.

4 RELATO DE EXPERIÊNCIA

O primeiro encontro ocorreu no dia 04/12/2017, com início às 13h10min e término às 17h20min, com 15 minutos de intervalo, completando assim uma carga horária de 05 horas aulas.

Neste primeiro encontro explicamos ao aluno o porquê da aplicação deste produto, falamos brevemente sobre o programa de mestrado e também sobre a UTFPR-CM na visão de um aluno, achando necessário que o aluno saiba que ainda existem pessoas que estão preocupadas em relação a sua formação.

Iniciamos a aula fazendo um levantamento do conhecimento prévio do aluno sobre o conteúdo a ser estudado (resistores e capacitores), para tanto elaboramos um questionário com 04 questões descritivas para que os alunos respondessem e entregassem, de posse das respostas do questionário foi possível saber de forma simplificada qual o nível de conhecimento do aluno.

O questionário entregue para o aluno foi com apenas 04 questões que resumidamente contempla todo o conteúdo a ser estudado.

01 – O que são resistores?

02 – Qual a diferença entre resistores e resistência elétrica?


03 – O que são capacitores?

04 – Qual a diferença entre capacitor e capacitância?

Esse levantamento prévio serviu para o professor dar seu ponto de partida, isto é, assim foi possível saber por onde e como começar a aula.

As figuras 24, 25 e 26, são fotos de alguns questionários respondidos pelos alunos e entregues ao professor para uma análise de resultados.

Figura 24 - Foto do questionário inicial aplicado aos alunos


COLÉGIO ESTADUAL DR. ARNALDO BUSATO
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Avenida 26 de Abril, 1483 - Centro CEP 85598-000 Cruzeiro do Iguaçu - Pr.
Telefone/Fax: (46) 3572-1165 - e-mail: czgarnaldobusato@seed.pr.gov.br

Aluno (a): Isa André Dias Nº: 2 Data: 02/11/2017
Disciplina: Física Turma: 3º B Professor: Vatison Mauro Bratti

Obs: As questões abaixo tem por objetivo fazer um levantamento prévio do aluno, sobre o conteúdo a ser estudado nesta sequência didática.

01 - O que são resistores?
São mecanismos capazes de reduzir a corrente elétrica em um fio (R = ...)


02 - Qual a diferença entre resistores e resistência elétrica?
Resistor é o "aparelho" em si. A resistência é seu valor.

03 - O que são capacitores?
Capacitores podem "armazenar" energia como uma bateria mas desarmazena mais rápido diferente do resistor alguns capacitores também possuem R = ...

04 - Qual a diferença entre capacitor e capacitância?
Capacitor é o mecanismo. A capacitância é a quantidade de energia que o capacitor armazena.

Fonte: autoria alunos 3ºB

Figura 25 - Foto do questionário inicial aplicado aos alunos


COLÉGIO ESTADUAL DR. ARNALDO BUSATO
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Avenida 26 de Abril, 1483 - Centro CEP 85598-000 Cruzeiro do Iguaçu - Pr.
Telefone/Fax: (46) 3572-1165 - e-mail: czgarnaldobusato@seed.pr.gov.br

Aluno (a): Edson G. Dias Nº: 2 Data: 4/12/2017
Disciplina: Física Turma: 3º B Professor: Vatison Mauro Bratti

Obs: As questões abaixo tem por objetivo fazer um levantamento prévio do aluno, sobre o conteúdo a ser estudado nesta sequência didática.

01 - O que são resistores?
São aparelhos que utilizam a corrente elétrica com a finalidade de fazer elétrons "deslocarem" elétrons, gerando luz, por exemplo.


02 - Qual a diferença entre resistores e resistência elétrica?
Resistor são os aparelhos e resistência é a medida de potência ou transformação na corrente elétrica.

03 - O que são capacitores?
Aparelhos capazes de armazenar ou dissipar a tensão de um circuito.

04 - Qual a diferença entre capacitor e capacitância?
Capacitor é o aparelho e capacitância é a medida de capacidade deste.

Fonte: autoria alunos 3ºB

Figura 26 - Foto do questionário inicial aplicado aos alunos


COLÉGIO ESTADUAL DR. ARNALDO BUSATO
 ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Avenida 26 de Abril, 1483 - Centro CEP 85598-000 Cruzzeiro do Iguaçu - Pr.
 Telefone/Fax: (46) 3572-1165 - e-mail: czgarnaldobusato@aced.pr.gov.br

Aluno (a): <u>Bruno Augusto</u>	Nº: <u>35</u>	Data: <u>04/10/2017</u>
Disciplina: Física	Turma: 3º B	Professor: Vatiison Mauro Bratti

Obs: As questões abaixo tem por objetivo fazer um levantamento prévio do aluno, sobre o conteúdo a ser estudado nesta sequencia didática.

01 - O que são resistores?

São aparelhos capazes de se adequar a qualquer corrente elétrica

02 - Qual a diferença entre resistores e resistência elétrica?

não

03 - O que são capacitores?

São capazes de transformar 110 em 220

04 - Qual a diferença entre capacitor e capacitância?

não lembra

Fonte: autoria alunos 3ºB

Após o preenchimento do questionário pelos alunos e entregue ao professor, foi apresentado a eles o cronograma a ser seguido, bem como apresentamos o kit didático experimental por completo, isto é, os itens que fazem parte do kit didático experimental.

A figura 27 apresenta uma foto real de um dos 04 kits didático experimental que foram utilizados para trabalhar na aplicação do produto educacional.

Figura 27 - Foto kit didático experimental



Fonte: Autoria própria

Na sequência, entregamos aos alunos um caderno de atividades práticas, onde contempla uma fundamentação teórica de física e um roteiro para as atividades práticas, caderno este que faz parte do kit didático experimental.

Dando início, explicamos a fundamentação teórica do conteúdo a ser estudado, onde falamos sobre a primeira Lei de Ohm, resistores, capacitores, associação em série de resistores e capacitores, associação em paralelo de resistores e capacitores, bem como, circuito temporizador RC. O conteúdo explicado verbalmente pelo professor está contemplado no caderno de atividades práticas, que é um material reproduzido para que o aluno faça a leitura e o acompanhamento das atividades desenvolvidas. Vale salientar que o caderno de atividades práticas trazem várias figuras e fotos, facilitando assim ao aluno um melhor entendimento, podendo relacionar o conteúdo com a prática.

No momento em que o professor estava explicando sobre os componentes (resistores e capacitores), os alunos acompanhavam no caderno de atividades práticas e foi possível perceber que as fotos dos componentes estavam chamando atenção. Neste momento para tornar a aula mais atrativa disponibilizamos os componentes ilustrados na figura 28, para que eles pudessem tocar fisicamente e

assim observar os vários tipos de encapsulamentos, os quais alguns já não são mais comercializados.

Figura 28 - Foto de diversos tipos de resistores e capacitores



Fonte: Autoria própria

Neste momento observou-se que os alunos começaram a questionar e até mesmo olhar em seus cadernos de atividade prática, onde os resistores e capacitores estão presentes, pois lá no caderno está especificado cada um deles com sua respectiva utilização. Mas ainda a ansiedade parecia ser grande para poder manusear o kit didático experimental, pois era algo que até o momento não conheciam e nunca tinham trabalhado com esse método, usando um kit didático experimental.

Dando sequência, após concluir a parte da fundamentação teórica sobre o conteúdo estudado, o próximo passo foi a divisão dos alunos para formação de 04 grupos, sendo 03 componentes cada grupo e um com 04 componentes, essa divisão ficou a critério dos próprios alunos, o número de grupos foi sugerido pelo fato de termos 04 kits didático experimental, facilitando assim o trabalho. Após estarem todos acomodados nos seus respectivos grupos, entregamos um kit didático experimental para cada grupo. Observamos novamente que a curiosidade era enorme e que logo foram abrindo e verificando seu formato, bem como os componentes que fazem parte do kit.

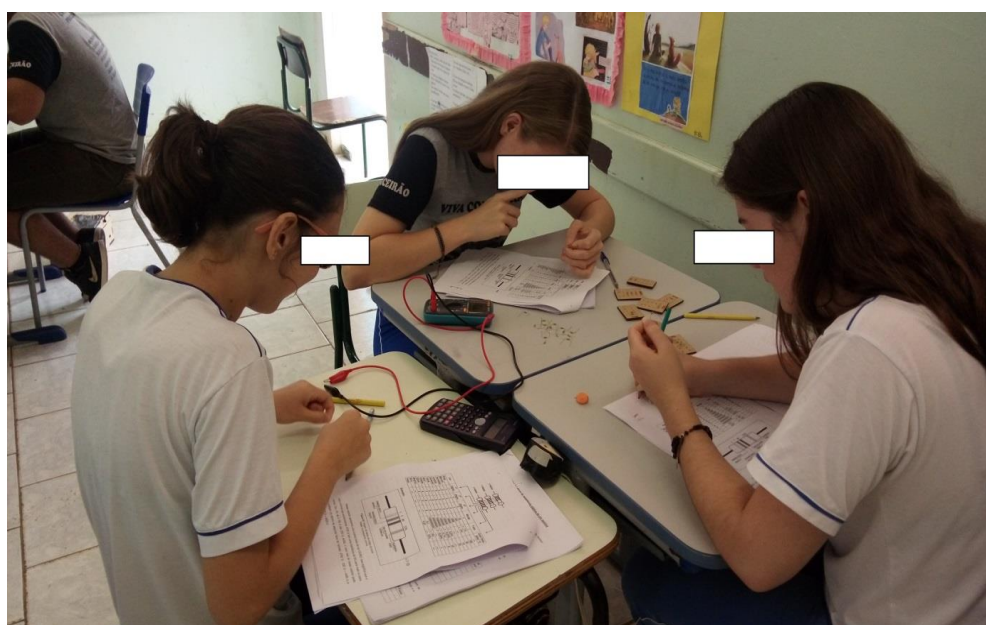
De posse do caderno de atividades práticas e do kit didático experimental, começamos a desenvolver as práticas que estão contempladas no caderno de atividades.

Durante o desenvolvimento das práticas surgiram vários questionamentos, o que possibilitou o entendimento de como se comportam a tensão e a corrente quando os resistores estão em associações diferentes. Foi possível entender com facilidade as letras que acompanham as unidades de medidas, enfim, as curiosidades foram sanadas de modo simples e que sem essa didática a aula não teria a mesma eficácia.

Dos resistores mostrados, escolhemos apenas o resistor de filme de carbono (04 cores/faixas) para trabalharmos. Durante o estudo dos resistores, foi usada a tabela de código de cores para fazer as comparações de valores, possibilitando também efetuar as medidas com o multímetro.

A figura 29 retrata uma foto da sala de aula, onde os alunos estão trabalhando com os resistores, identificando assim os valores através da tabela de código de cores, comparando seus valores teóricos com os medidos com o multímetro.

Figura 29 - Foto dos alunos utilizando o kit experimental



Fonte: Autoria própria

A figura 30 retrata uma foto da sala de aula, onde os alunos estão trabalhando com resistores e capacitores utilizando o kit didático experimental, atividades essas que estão contempladas no caderno de atividades práticas.

Figura 30 - Foto dos alunos utilizando o kit experimental



Fonte: Autoria própria

As práticas trabalhadas neste dia tiveram a participação de todos, isto é, houve um entrosamento entre os próprios alunos e com o professor, sendo muito produtivo para o processo ensino/aprendizagem.

No dia 06/12/2017, com início às 13h10min, continuamos as práticas que fazem parte do caderno de atividades práticas, uma vez que não foi possível desenvolver todas as atividades na data anterior.

As práticas trabalhadas a partir deste momento se referem a circuito temporizador RC, ou seja, carga e descarga de capacitor utilizando arranjos de resistores e capacitores em série e paralelo. Esta prática tornou-se muito atrativa, pois estas envolviam luz e som do kit, fato que chamava mais atenção. Neste momento os alunos precisaram cronometrar o tempo de carga e descarga do capacitor para assim completar as tabelas anexas ao caderno de atividades práticas e como sugestão para marcar o tempo foi autorizado o uso do celular do aluno.

O objetivo da prática era esboçar alguns gráficos, no entanto só é possível se sabermos o tempo de carga e descarga, o kit didático experimental é programado para indicar a carga ou descarga do capacitor a cada 10%, por meio de sinais

sonoros e visuais, facilitando assim, o preenchimento da tabela. Como o método abordado relacionava teoria e prática, foi necessário trabalhar com cálculos que possibilitaram determinar o tempo e assim comparar com o tempo cronometrado. Vale lembrar que os valores dos tempos encontrados nos cálculos e cronometrados foram praticamente iguais, com valores de diferenças insignificantes.

Após esboçar os gráficos contemplados nas atividades do caderno de atividades práticas, foi utilizado mais um tempo de aproximadamente 30 minutos para os alunos fazerem simulações no kit didático experimental utilizando resistores e capacitores de valores diferentes para observar as mudanças que ocorriam.

Os alunos chegaram à conclusão que dependendo dos valores de alguns capacitores e resistores é quase impossível cronometrar o tempo, lembrando que isso fica de fácil observação quando é trabalhado na prática, pois o kit didático experimental possibilita esse recurso visivelmente.

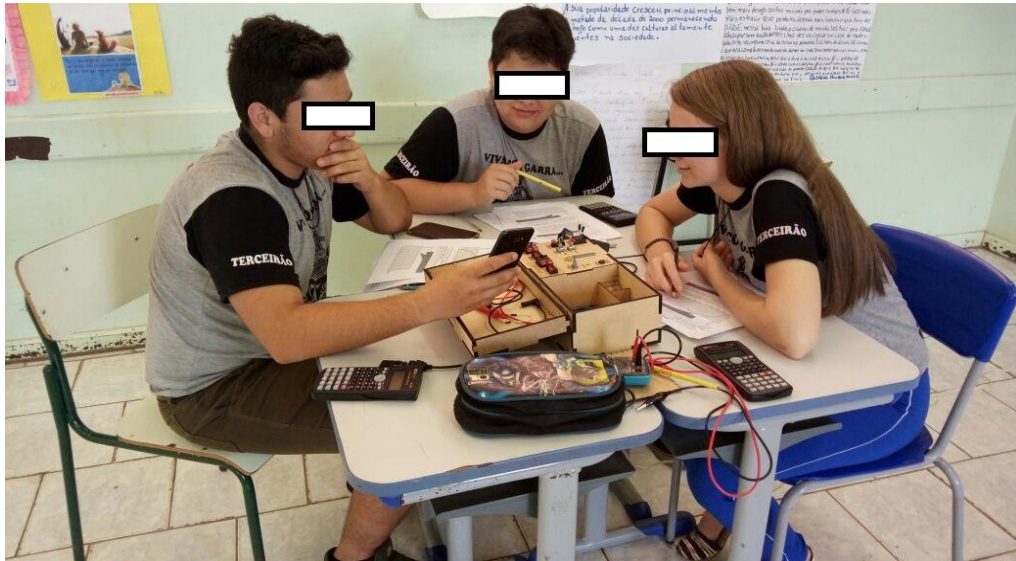
Nas figuras 31 e 32, são retratadas fotos da sala de aula, onde os alunos estavam trabalhando com circuito temporizador RC, isto é, coletando dados para posteriormente esboçar os gráficos.

Figura 31 - Foto dos alunos utilizando o kit experimental



Fonte: Autoria própria

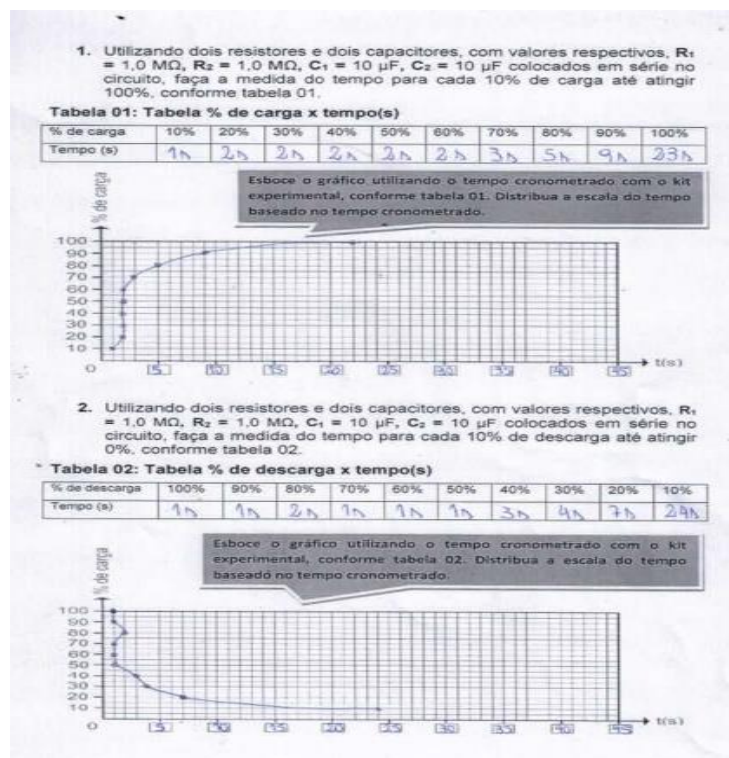
Figura 32 - Foto dos alunos utilizando o kit experimental



Fonte: Autoria própria

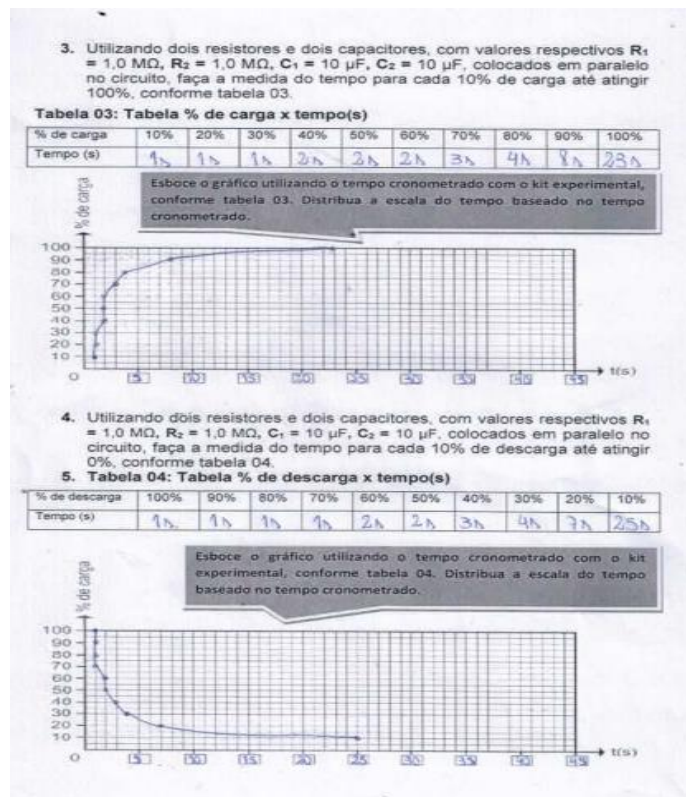
As figuras 33 e 34 retratam, através das fotos, os gráficos de carga e descarga de capacitores associados em série e paralelo, com os respectivos valores dos resistores e capacitores utilizados.

Figura 33 - Foto dos gráficos esboçado pelos alunos na carga e descarga de capacitor



Fonte: Autoria alunos 3º B

Figura 34 - Foto dos gráficos esboçado pelos alunos na carga e descarga de capacitor




Fonte: A autoria alunos 3º B

Após o término da aplicação do produto, o professor aplicou um questionário com o objetivo de verificar se a atividade aplicada obteve resultado satisfatório ou não.

As figuras 35, 36, 37 e 38 são fotos do questionário final aplicado aos alunos e depois de entregue ao professor para posterior análise de resultado.

Figura 35 - Foto do questionário final aplicado aos alunos

 COLÉGIO ESTADUAL DR. ARNALDO BUSATO
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Avenida 26 de Abril, 1483 - Centro CEP 85598-000 Cruzeiro do Iguaçu - Pr.
Telefone/Fax: (46) 3572-1165 - e-mail: czgarnaldobusato@seed.pr.gov.br

Aluno (a): Bruno Luis Nº: 25 Data: 06/12/2017
Disciplina: Física Turma: 3º B Professor: Vatiou Mauro Bratti

01 - Como você considera o método de ensino utilizado pelo professor usando o kit experimental?
 ruim razoável Bom ótimo
 Justifique sua resposta:
Porque você não precisa imaginar o que vai acontecer, você pode jogar, tendo o material, se torna mais fácil de entender.


02 - Os objetivos, o método de trabalho e o cronograma, foi colocado claramente pelo professor no início da aula?
 sim não em partes
 Justifique sua resposta:
O professor explicou, utilizou o quadro e auxiliou cada grupo individualmente.

03 - Quanto ao tempo utilizado para a aplicação do conteúdo estudado, como você considera?
 ruim razoável Boa ótima
 Justifique sua resposta:
Tivemos tempo suficiente para entender o conteúdo e o material.

04 - O professor criou um ambiente de discussão, participação durante as aulas?
 ruim razoável Boa ótima
 Justifique sua resposta:
Sim, houve interação entre todos.

Fonte: autoria alunos 3ºB

Figura 36 - Foto do questionário final aplicado aos alunos

 COLÉGIO ESTADUAL DR. ARNALDO BUSATO
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Avenida 26 de Abril, 1483 - Centro CEP 85598-000 Cruzeiro do Iguaçu - Pr.
Telefone/Fax: (46) 3572-1165 - e-mail: czgarnaldobusato@seed.pr.gov.br


05 - Descreva sucintamente o que chamou sua atenção durante o desenvolvimento das atividades?
Poder mexer no kit, porque tornou tudo mais de compreender.

06 - De todas as atividades que você realizou qual a que você mais gostou? Justifique.
cronometrar o tempo de carga e descarga, pois foi possível perceber como ocorre, também foi possível perceber que dependendo da capacidade o tempo se menor ou maior.

07 - Como você avalia as atividades realizadas durante as aulas de física? Para essa resposta tome como base as atividades realizadas, sua motivação, sua aprendizagem e principalmente sua interação com o grupo.
 ruim razoável Boa ótima
Esse kit auxiliou e muito no entendimento do conteúdo, na sala fizemos grupos e uns ajudaram os outros.

Fonte: autoria alunos 3ºB

Figura 37 - Foto do questionário final aplicado aos alunos


COLÉGIO ESTADUAL DR. ARNALDO BUSATO
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Avenida 26 de Abril, 1483 - Centro CEP: 85598-000 Cruzeiro do Iguaçu - Pr.
Telefone/Fax: (46) 3572-1165 - e-mail: czgarnaldobusato@seed.pr.gov.br

Aluno (a): Pamela Eduarda N°: 10 Data: 06/12/2017
Disciplina: Física Turma: 3° B Professor: Vátison Mauro Bratti

01 - Como você considera o método de ensino utilizado pelo professor usando o kit experimental?
 ruim razoável Bom ótimo
 Justifique sua resposta:
Com este método conseguimos, entender e aplicar
na prática o funcionamento de capacitores e
condensadores. Além disso o método utilizado
auxiliou no entendimento de vários assuntos, catódicos


02 - Os objetivos, o método de trabalho e o cronograma, foi colocado claramente pelo professor no início da aula?
 sim não em partes
 Justifique sua resposta:
Antes de começarmos a entender a teoria e
a prática do conteúdo aplicado, o professor
explica os objetivos, como funcionamento e
método e o cronograma, tudo com muita clareza.

03 - Quanto ao tempo utilizado para a aplicação do conteúdo estudado, como você considera?
 ruim razoável Boa ótima
 Justifique sua resposta:
Durante as aulas preparadas para a aplica
ção deste método, não conseguimos tirar
nenhuma dúvida, e o professor consegue
explicar de forma clara e conteúdo preparado.

04 - O professor criou um ambiente de discussão, participação durante as aulas?
 ruim razoável Boa ótima
 Justifique sua resposta:
Criamos um ambiente de discussão, onde
conseguimos explicar de forma clara nossa
opinião sobre o referido método, no qual todas
as manifestamos participativas e o professor
não pediu esforços para tirar nossas dúvi
das com classe.

Fonte: autoria alunos 3ºB

Figura 38 - Foto do questionário final aplicado aos alunos


COLÉGIO ESTADUAL DR. ARNALDO BUSATO
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Avenida 26 de Abril, 1483 - Centro CEP: 85598-000 Cruzeiro do Iguaçu - Pr.
Telefone/Fax: (46) 3572-1165 - e-mail: czgarnaldobusato@seed.pr.gov.br

05 - Descreva sucintamente o que chamou sua atenção durante o desenvolvimento das atividades?
As atividades prepararamos um ciclo
de discussão e compartilhamento, para
para a realização de método na prática, prece
dissemos formar grupos e discutir as diferentes
opiniões de pessoas. Além disso adaptação para

06 - De todas as atividades que você realizou qual a que você mais gostou?
 Justifique.
A atividade que mais me chamou foi descobrir
o valor da resistência e a talidade, das
resistências apartir da caduço de cores,
para não tinha conhecimento que estes valores
eram dados apartir de caduço de cores.

07 - Como você avalia as atividades realizadas durante as aulas de física? Para essa resposta tome como base as atividades realizadas, sua motivação, sua aprendizagem e principalmente sua interação com o grupo.
 ruim razoável Boa ótima
A ideia de juntar a prática com a teoria,
certamente me motivou muito, pois podemos
realizar exercícios na prática, e esta
auxiliou de forma significativa na aprendizagem
para colocarmos em prática a teoria do conteúdo

Fonte: autoria alunos 3ºB

4.1 Análises dos Resultados

Ao comparar o conhecimento prévio do aluno com o conhecimento adquirido após a aplicação do produto observamos que o resultado foi muito satisfatório, pois além de trabalhar o conteúdo de uma forma mais atrativa, foi possível assimilar e aprofundar mais o conteúdo estudado.

Baseados nos relatos individuais pode-se afirmar que 90% aprovaram o método aplicado, utilizando o kit didático experimental, ou melhor, trabalhar relacionando a teoria com a prática.

O método utilizado possibilitou ao aluno poder trazer para a sua realidade o comportamento de um ou mais componentes estudados.

Ao fazer uma relação com outra turma da mesma escola, foi possível observar que o ensino aprendizagem no modelo convencional que vem sendo aplicado em sala de aula, não está mais atrativo, sendo necessário então buscarmos novas maneiras para podermos atrair nossos alunos.

Observou-se que durante o desenvolvimento das atividades os alunos trocavam ideias, bem como se revezavam no manuseio do kit didático experimental. Vale salientar que a troca de ideias tinha como objetivo sanar dúvidas que fossem aparecendo com o avanço das atividades.

Por se tratar de 05 aulas consecutivas de Física em especial, esperava-se um processo cansativo, mas ocorreu o contrário, afirmando que só é possível trabalhar dessa forma, usando práticas que venham diferenciar o método tradicional que vem sendo trabalhado nos dias atuais.

No relato de experiência foi possível observar, através das fotos em anexo, alguns questionários iniciais e finais que serviram para chegar a uma análise de resultado satisfatório, isto é, podemos dizer que o método utilizando o kit didático experimental é de grande valia, pois torna para o aluno uma ferramenta que desperta o interesse pelo conteúdo estudado.

A aplicação foi tão interessante que chamou a atenção dos alunos da turma do período matutino, onde não estavam mais participando das aulas pelo motivo de já estarem aprovados e na semana de formatura, solicitaram que fosse aplicado a eles também, para tanto, fizemos a aplicação para eles mais resumida, no dia 07/12/2017 pelo período da manhã e que ficaram muitos satisfeitos com a aplicação do referido produto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema escolhido foi motivado pela necessidade de contribuir na mudança do cenário em que se encontra o ensino de Física nas escolas públicas do Estado do Paraná e do Brasil.

O sistema trabalhado no mestrado profissional é determinante para buscar soluções que amenizem e resulte na inserção de temas que auxiliem o professor a adaptar-se a esta nova realidade que estamos vivenciando.

O desenvolvimento do kit didático experimental e o caderno de atividades práticas que fazem parte do kit, desenvolvido durante o período do Mestrado Profissional no Ensino da Física, possibilitou ao professor pesquisador a desenvolver novas habilidades para diversificar suas atuações pedagógicas utilizando assim de novas tecnologias e até mesmo na produção própria de novos experimentos que possibilitem trabalhar a parte teórica relacionando com a prática.

Os produtos produzidos por todos os pesquisadores do mestrado profissional servirão como ferramentas que estavam faltando e que vem de encontro a necessidade de inovação. Como os produtos serão disponibilizados a quem interessar, não faltará material para subsidiar o professor a trabalhar em sala de aula.

O kit didático experimental foi uma inovação quando pensado em trabalhar o conteúdo de resistores e capacitores de forma geral, isto é, pode-se trabalhar o conteúdo mais aprofundado com o mesmo tempo e com um diferencial no ensino/aprendizagem, fugindo do método tradicional e despertando no educando o interesse pelo estudo da Física. Além de tudo o kit tem o diferencial que é possibilitar ao professor trabalhar com aquele aluno com necessidade educacional especial Auditiva ou visual, caso tenha em sua turma, uma vez que o kit é adaptado e preparado para atender também esses alunos.

A aplicação do produto educacional com o kit didático experimental, através dos questionários aplicados e que estão em anexo a dissertação mostra que o professor precisa inovar, adaptar-se as mudanças, buscar meios para tornar uma aula atraente e mais significativa, o que nos dias de hoje está ficando cada vez mais difícil.

O entusiasmo demonstrado pelos alunos nesse novo método de ensino utilizando de um material diferenciado nos leva a crer que foi e será muito

importante, pois contribuirá de maneira significativa para o educando, e para o professor servirá de motivação e assim construir novos experimentos para se trabalhar novos conteúdos.

Concluindo, acredito que o objetivo foi alcançado e agora há mais uma ferramenta que o professor possa utilizar, sinto-me entusiasmado e também agradecido por ter essa oportunidade de produzir algo que venha fazer parte de uma inovação metodológica experimental, contribuindo assim para as novas gerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

BEJARANO, Nelson Rui R.; CARVALHO, Anna Maria P. de. **A História de Eli. Um professor de Física no início de carreira**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 2, p. 165-178, (2004).

BIZZO, Nelio. **Ciências: Fácil ou Difícil?**/ Nelio Bizzo. São Paulo, SP: Ática, 2001.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino fundamental**. 1. ed. São Paulo: Editora Ática, 2003.

BORDENAVE, Juan Díaz; PEREIRA, Adair Martins. **Estratégias de Ensino Aprendizagem**/ Juan Díaz Bordenave, Adair Martins Pereira. 27. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1977.

MARKUS, Otávio. **Circuitos Elétricos**. Ano 2001. Edição 1. Editora Érica Ltda.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa - como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PACHECO, D. **A experimentação no ensino de ciências**. Revista Ciência e Ensino. Junho de 1997.

CLUBE DA ELETRONICA, Disponível em:

<http://clubedaeletronica.com.br/Eletronica/HTML/deltaestrela.htm> Acesso em 08/08/2017

SALA DA ELETRICA – COMANDOS ELETRICOS

<http://www.saladaeletrica.com.br/comandos-eletricos/> Acesso em 08/08/2017

BRASIL. **Constituição Federal**. Promulgada em 05 de outubro de 1988.

BRASIL. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Lei nº 8069/90 de julho de 1990. São Paulo: Cortez.

BRASIL. **Ministério da Educação e do Desporto**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394/96, Brasília.

BRASIL. **Lei n. 7.853/89**. Brasília, 1989

BRASIL. **Decreto 3.298/99**, 1999, Brasília

Brasil. PCN+ - Ensino Médio, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília, 2002.

PARANÁ, **Conselho Estadual de Educação**. Deliberação n.º 02/2003.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Educação Especial. **Fundamentos teórico-metodológicos da educação especial**. Curitiba, SEED/SUED/DEE: 1994.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. Superintendência de Educação. **Ensino fundamental na rede pública de ensino da educação básica do Estado do Paraná**. Curitiba: SEED/SUED, 2005.

CARVALHO, A. M. P., et al. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Editora Thompson, 2004.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais– PCN– CIÊNCIAS 1997**. Brasília: 1997.

MARTINS, José do Prado, 1941. **Didática Geral: fundamentos, planejamento, metodologia, avaliação**/ José do Prado Martins. 2. Ed. São Paulo, SP: Atlas, 1990.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula** / Marco Antonio Moreira. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 186 p

SOFISICA, Disponível em:

http://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/Georg_Ohm.php

Acesso em 12/09/2017

COMO FAZER AS COISAS, Disponível em:

<http://www.comofazerascosas.com.br/introducao-aos-capacitores-o-que-e-para-que-serve-e-como-funciona.html> Acesso em 10/12/2017

PONTOCIÊNCIA, Disponível em:

<http://www.pontociencia.org.br/galeria/?content%2FFisica%2FEletromagnetismo%2FCodigos+de+Cores+dos+Resistores.jpg> Acesso em 10/11/2017

VANDERTRONIC, Disponível em:

http://www.vandertronic.com/wp-content/uploads/2015/10/Serie_resultado.png

Acesso em 15/12/2017

ELETRONICANOEL, Disponível em:

http://eletronicanoel.blogspot.com.br/2012/06/curso-de-eletronica-circuitos-rc-parte_15.html Acesso em 10/12/2017

OBARICENTRODAMENTE, Disponível em:

<http://www.obaricentrodamente.com/2013/08/um-pouco-sobre-capacitores.html>

Acesso em 10/12/2017

WIKIPÉDIA, Disponível em:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Georg_Simon_Ohm Acesso em 19/12/2017

BRASILESCOLA, Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/georg-simon-ohm.htm> Acesso em 19/12/2017

EBIOGRAFIA, Disponível em:

https://www.ebiografia.com/georg_simon_ohm/ Acesso em 19/12/2017

APÊNDICE: PRODUTO EDUCACIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL

**DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DE RESISTORES, CAPACITORES E CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO RC**

Mestrando: Vatison Mauro Bratti

Orientador: Dr. Gilson Junior Schiavon

Co-Orientador: Dr. Michel Corci Batista

**Campo Mourão
2017**



VATISON MAURO BRATTI

PRODUTO EDUCACIONAL

**DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DE RESISTORES, CAPACITORES E CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO RC**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Campo Mourão
2017**

CADERNO DE ATIVIDADES PRÁTICAS

1. INTRODUÇÃO

O produto educacional desenvolvido é composto por um kit didático experimental, acompanhado de componentes eletrônicos que servirá como uma ferramenta pedagógica para o estudo de resistores e capacitores, bem como circuito temporizador RC.

O objetivo do produto educacional é tornar uma aula mais dinâmica, atrativa e de fácil ensino/aprendizagem, pois através deste é possível relacionar a parte teórica com a parte prática, deixando de lado parte do sistema tradicional de ensino.

Este produto educacional é distribuído em duas partes, onde na primeira parte o professor trabalha a parte teórica, mostrando assim alguns componentes que fazem parte do conteúdo estudado. Na segunda parte é onde o professor utilizará o kit didático experimental, para que o aluno possa relacionar o conteúdo teórico com o experimental, facilitando assim um melhor ensino/aprendizagem.

2. PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO

Disciplina: Física	Série: 3º ano - Ensino Médio
Tema: Eletricidade	Conteúdo Básico: Resistores e Capacitores.
Nº de aulas previstas:	08 aulas
I. Conteúdo específico Tipos de resistores; tipos de capacitores; capacitância; associação de resistores e capacitores em série; associação de resistores e capacitores em paralelo, circuito temporizador RC.	
II. Pré-requisitos Os alunos devem ter noções básicas sobre corrente elétrica e tensão.	
III. Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos. • Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano. • Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou 	

utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.

- Compreender as diferentes maneiras de ligação elétrica e eletrônica, bem como seus prós e contras.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Introdução teórica

É importante que o professor faça uma introdução sobre o conteúdo a ser estudado demonstrando sua origem histórica, suas aplicações no cotidiano proporcionando ao aluno uma visão ampla de como se originou os estudos sobre resistores e a importância de **Georg Simon Ohm** nesse processo.

Para tanto, será apresentado aos alunos um texto a fim de proporcionar aos mesmos um maior conhecimento sobre resistores e as contribuições de Ohm para a eletricidade.

Quem foi Georg Simon Ohm? Qual sua contribuição para a Física?

Nascido em 16 de março de 1789, na cidade de Erlangen, falecido em 06 de julho de 1854, na cidade de Munique, ambas na Alemanha. Foi professor de matemática e física no colégio dos Jesuítas, em Colônia e na Escola de Guerra de Berlim na Alemanha. Tinha como objetivo ser professor na universidade, como prova de admissão fora exigido que Georg realizasse um trabalho de pesquisa inédito. Seu interesse foi fazer experiências com a eletricidade, e para isso construiu seu próprio equipamento. Como seu experimento era o fio elétrico o componente principal para o estudo, o mesmo adquiriu diferentes fios e com várias espessuras.

Ao analisar vários fios de diversas espessuras e comprimentos, chegou à descoberta de relações matemáticas simples envolvendo as dimensões e as grandezas elétricas já descobertas na época.

Primeiramente observou que a intensidade da corrente era diretamente proporcional à área da seção do fio e inversamente proporcional ao seu comprimento. Baseado nesta descoberta é que Georg Ohm definiu um novo conceito que é o de resistência elétrica. Foi aí então que Georg decidiu dedicar-se à

investigação científica dos fenômenos da eletrodinâmica, a qual estuda as cargas elétricas em movimento.

Na figura 1 são ilustrados alguns tipos de resistores que existem no mercado ou até mesmo alguns que já não são mais comercializados.

Figura 1 - Tipos de Resistores



Fonte: mundoelétrica (online)

Buscando uma melhor compreensão sobre resistores, o professor mostra fisicamente alguns tipos de resistores existentes no mercado, entre eles também alguns que já não são mais comercializados.

3.1.1 Resistores

Podemos dizer que os resistores são componentes eletrônicos, muito comuns e bastante utilizados no mundo da eletrônica, onde é usada a letra R para representar um resistor. Eles não são polarizados, não possuindo assim polo positivo e negativo. Tem como função limitar o fluxo de corrente elétrica que passa por ele, onde essa limitação se dá o nome de resistência. A unidade de medida da

resistência é dada por Ohm em homenagem ao seu descobridor Georg Simon Ohm, essa medida é compreendida pela dificuldade ou facilidade que os elétrons têm em passar pelo resistor quando o mesmo está sob uma diferença de potencial. Ao relacionar o grau de dificuldade ou facilidade dos elétrons passarem pelo resistor, dizemos que quando o valor da resistência for maior, mais difícil será para os elétrons passarem pelo resistor, e do contrário quando a resistência for menor, mais fácil será para os elétrons passarem. Cada resistor tem uma limitação do fluxo da corrente elétrica, o que pode causar uma queda de tensão.

Alguns resistores também tem a finalidade básica de conversão de energia elétrica em energia térmica, conhecida como efeito Joule. Além disso, tem a função de possibilitar a alteração da diferença de potencial em determinada parte do circuito, ocorrendo por conta da diminuição da corrente elétrica devido à presença no equipamento.

Quando falamos em conversão de energia elétrica em energia térmica citamos como exemplo um resistor presente em um chuveiro elétrico, que tem uma função de aquecer a água.

Os resistores podem ser fixos ou variáveis. Para os resistores fixos eles possuem um valor de resistência e dois terminais, tendo como exemplo os resistores de carvão, resistores de fio, resistores de filme de carbono e resistores de filme metálico, onde cada um com suas devidas funções:

- **Resistor de Carvão:** Os resistores de carvão são inseridos no interior de um tubo e são misturados com um material de preenchimento, e essa quantidade de carvão e do material de preenchimento é que se obtém o valor da resistência. Se comparado aos demais resistores fixos eles possuem um tamanho maior, possuindo assim uma tolerância maior. Para identificar o valor da resistência é necessário seguir uma tabela de código de cores.

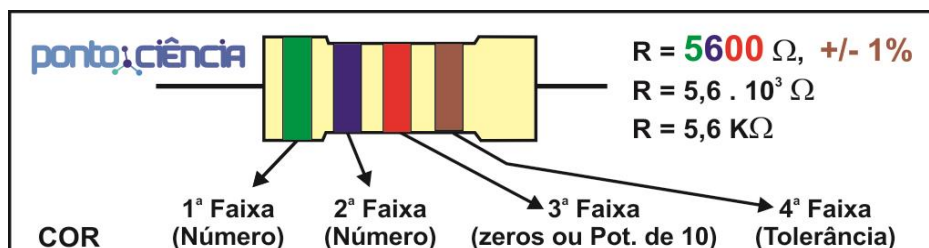
- **Resistores de Fio:** Construído a partir de um núcleo de cerâmica ou vidro que em sua volta é enrolado um fio de longo comprimento. O comprimento e o diâmetro do fio são fundamentais para determinar o valor da resistência. Também o resistor de fio é um ótimo dissipador de calor e geralmente possuem maiores potências e menores valores ôhmicos. Diferente dos outros

tipos de resistores, o seu valor de resistência é fornecido no corpo do componente.

- **Resistores de Filme de Carbono:** Esses resistores possuem um cilindro de cerâmica, coberto com uma película de carbono e a largura e a espessura dessa película é que determina a resistência. No mercado esse componente é encontrado com facilidade e seu custo é muito baixo comparado com os demais, mas é um componente que, quando está energizado emite muitos ruídos. Os resistores de filme possuem impresso em seu corpo um código de cores que identifica a sua resistência, tolerância e às vezes o coeficiente de temperatura, que vem a ser a variação do valor de resistência com a variação de temperatura de trabalho. As faixas impressas identificando cores é o que possibilita que possa ser determinado seu valor a partir de uma tabela de cores.

A figura 2 ilustra uma tabela com código de cores dos resistores, tabela essa que serve de exemplo e ainda possibilita fazer a leitura de qualquer resistor de 4 cores, identificando assim o seu valor numérico.

Figura 2 - Imagem da tabela de código de cores



COR	1ª Faixa (Número)	2ª Faixa (Número)	3ª Faixa (zeros ou Pot. de 10)	4ª Faixa (Tolerância)
Preto	—	0	—	—
Marrom	1	1	0 (x 10 ¹)	1%
Vermelho	2	2	00 (x 10 ²)	2%
Laranja	3	3	000 (x 10 ³)	—
Amarelo	4	4	0000 (x 10 ⁴)	—
Verde	5	5	00000 (x 10 ⁵)	—
Azul	6	6	000000 (x 10 ⁶)	—
Violeta	7	7	—	—
Cinza	8	8	—	—
Branco	9	9	—	—
Ouro	—	—	x 0,1 (x 10 ⁻¹)	5%
Prata	—	—	x 0,01 (x 10 ⁻²)	10%

Código de cores dos resistores

Fonte: pontociência (online)

Veremos na sequência os passos a ser seguidos para determinar o valor do resistor, conforme os valores e cores apresentados na figura 2.

A **PRIMEIRA FAIXA** em um resistor é interpretada como o PRIMEIRO DÍGITO do valor ôhmico da resistência do resistor. Para o resistor mostrado na figura 2, a primeira faixa é verde, assim o primeiro dígito é 5.

A **SEGUNDA FAIXA** dá o SEGUNDO DÍGITO. Essa é uma faixa azul, então o segundo dígito é 6.

A **TERCEIRA FAIXA** é chamada de MULTIPLICADOR e não é interpretada do mesmo modo. O número associado à cor do multiplicador nos informa quantos "zeros" devem ser colocados após os dígitos que já temos. Aqui, uma faixa vermelha nos diz que devemos acrescentar 2 zeros. O valor ôhmico desse resistor é então 5600 ohms, quer dizer, 5600 Ω ou 5,6 k Ω .

A **QUARTA FAIXA** (se existir), um pouco mais afastada das outras três, é a faixa de tolerância. Ela nos informa a precisão do valor real da resistência em relação ao valor lido pelo código de cores. Isso é expresso em termos de porcentagem. A maioria dos resistores obtidos nas lojas apresenta uma faixa de cor prata, indicando que o valor real da resistência está dentro da tolerância dos 10% do valor nominal.

Podemos encontrar em alguns circuitos antigos, resistores com apenas 3 faixas, por não existir a faixa de tolerância, indicando assim que o resistor possui uma tolerância de $\pm 20\%$ (não encontrado mais comercialmente).

Os resistores com código de cores, podem nos deixar na dúvida quanto à que lado do resistor deve-se começar a leitura do código. Para esclarecermos essas dúvidas, vamos nos atentar para as seguintes dicas:

- As faixas normalmente são agrupadas do lado de um dos terminais, portanto a faixa mais próxima desse terminal é a primeira, ou primeiro algarismo significativo;
- A primeira faixa nunca deverá ser de cor preta, prata ou ouro, conforme tabela;
- A segunda faixa nunca deverá ser de cor prata ou ouro, conforme tabela;
- Geralmente quando não se consegue posicionar, faz-se a leitura nos dois sentidos, e a que a tabela não permitir, descarta-se. Entretanto, existem alguns resistores de precisão que se consegue ler pela tabela dois valores diferentes. Os

resistores obedecem a uma série de valores comerciais, que basta comparar os dois valores obtidos, para verificar qual deles existe. Depois de todas as tentativas anteriores, essa última é infalível.

Os valores ôhmicos dos resistores podem ser reconhecidos pelas cores das faixas em suas superfícies, cada cor e sua posição no corpo do resistor representa um número.

- **Resistores de Filme Metálico:** Esses resistores são semelhantes aos resistores de filme de carbono. Também composto de um cilindro de cerâmica, coberto por uma película metálica, sua resistência é determinada através da largura e espessura da película metálica, uma das diferenças do resistor de filme de carbono é que esse resistor de filme metálico seu ruído é bem inferior ao de carbono. Possui uma tolerância de 1% devido a sua película ser constituída de Níquel Ni-Cr (nicromo), garantindo assim uma maior precisão do valor da resistência. É possível também identificar a resistência através da tabela de cores disponibilizada na figura 02.

A utilização desses tipos de resistores fixos é comum em equipamentos eletrônicos, onde é necessária uma regulação precisa do nível de corrente que circula pelo circuito. Entre os equipamentos que necessitam de uma regulação precisa estão os televisores, aparelhos de DVD, rádios, entre outros.

Já para os resistores variáveis a sua resistência pode ser alterada, dentro dos limites, possuindo normalmente três terminais, onde podemos citar abaixo alguns tipos de resistores variáveis:

- **Reostato:** Servem como uma barreira variável que dificulta a passagem da corrente elétrica em seu condutor, possibilitando aumentar ou diminuir a intensidade da corrente no circuito. Citamos dois tipos de reostatos, os que possuem resistência variável continuamente e os reostatos de resistência variável descontinuamente. Podemos citar a utilização do reostato em aparelhos de som, ao aumentar o volume do som, estamos utilizando um reostato, isso acontece por que na medida em que se aumenta o volume do som, automaticamente se diminui a resistência elétrica, tudo isso ocasionado pelo aumento ou diminuição do fio de cobre que a compõe.

- **Potenciômetro:** Componente eletrônico que tem sua função em limitar o fluxo da corrente elétrica que passa por ele, podendo ser ajustado manualmente, isto é, pode ser aumentada ou diminuída. Tanto o resistor quanto o potenciômetro tem por finalidade limitar o fluxo da corrente elétrica em circuito, o potenciômetro pode ter sua resistência ajustada e o resistor comum não pode, pois ele possui um valor de resistência fixo. É um componente que possui três terminais e um eixo giratório, que serve para ajuste da sua resistência. Encontrado em aparelhos de som, onde sua função é controlar o volume, também em controle de posicionamento em controles de vídeo games, controle de brilho e contraste em telas LCD.

- **Varistor:** Esse componente é especial, pois altera a resistência quando a tensão nos seus terminais também é alterada. Na placa de controle há um varistor ligado em paralelo com o transformador, a especificação do varistor é dada pelo seu limite de tensão. Utilizado em fornos, onde em condições normais sua resistência é muito alta. O varistor funciona como um dispositivo de proteção do trafo da placa, evitando que o equipamento (forno) queime com elevação de tensão. Também é utilizado para proteção contra curtos-circuitos em extensões ou para-raios usados nos postes de ruas, ou como “trava” em circuitos eletromotores.

- **Termistores:** São resistências que podem variar seu valor de acordo com a temperatura em que esta submetida. A relação geralmente é direta porque os metais usados têm um coeficiente de temperatura positivo, onde se a temperatura subir a resistência também sobe. Para os termistores PTC e NTC, são usados semicondutores ao invés dos metais, por isso alguns autores não consideram como resistor.

Os termistores PTC (*Positive Temperature Coefficient*) são resistores que depende de uma temperatura positiva, onde quando a temperatura aumenta a resistência também aumenta.

Os termistores NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dependem de uma temperatura com coeficiente negativo, onde, quando sua temperatura aumenta, a sua resistência diminui.

Já para os termistores LDR (*Light Dependent Resistor*) a sua resistência varia de acordo com a intensidade luminosa incidida. A relação geralmente é inversa, ou seja, a resistência diminui com o aumento da intensidade luminosa. É usado em sensores de luminosidade.

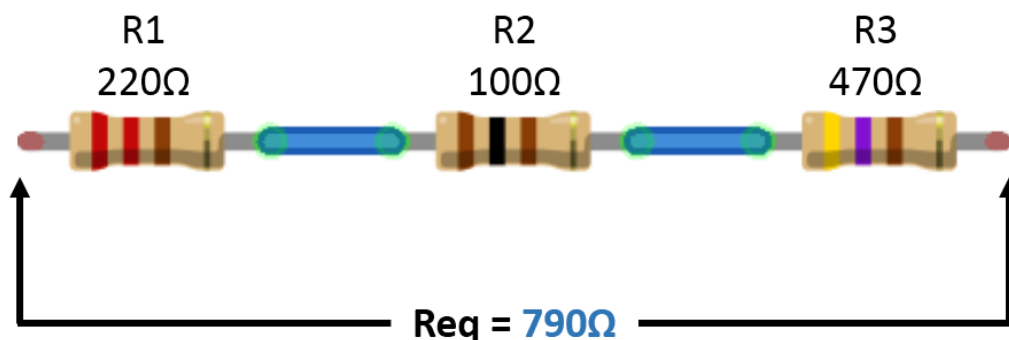
Os resistores mais utilizados são os resistores de filme de carbono, para tanto segue em anexo ao kit didático experimental alguns resistores com seus respectivos valores que servem para serem calculados seus valores utilizando a tabela de código de cores ou até mesmo medir seu valor com o multímetro.

3.1.2 Associações de Resistores em Série

É um conjunto de dois ou mais resistores interligados entre si de forma que a corrente elétrica tenha um único caminho a seguir. Na prática temos situações em que há necessidade de ligarmos os resistores em série como às lâmpadas de uma árvore de natal, em circuitos de rádio e outros, este tipo de associação ocorre quando os resistores são ligados um após o outro, de forma a oferecer apenas um caminho para a corrente.

A figura 3 ilustra um exemplo de uma associação em série composta por três resistores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em série.

Figura 3 - Imagem de uma associação de resistores em série



Fonte: vandertronic (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em série.

- Os resistores ligados em série são percorridos por uma mesma corrente.

$$i_{eq} = i_{R1} = i_{R2} = i_{R3} = \text{constante}$$

- A tensão (U) na associação em série, é a soma das tensões parciais.

$$U_{\text{fonte}} = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3}$$

- A resistência equivalente da associação é a soma das resistências associadas.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

Paralelo

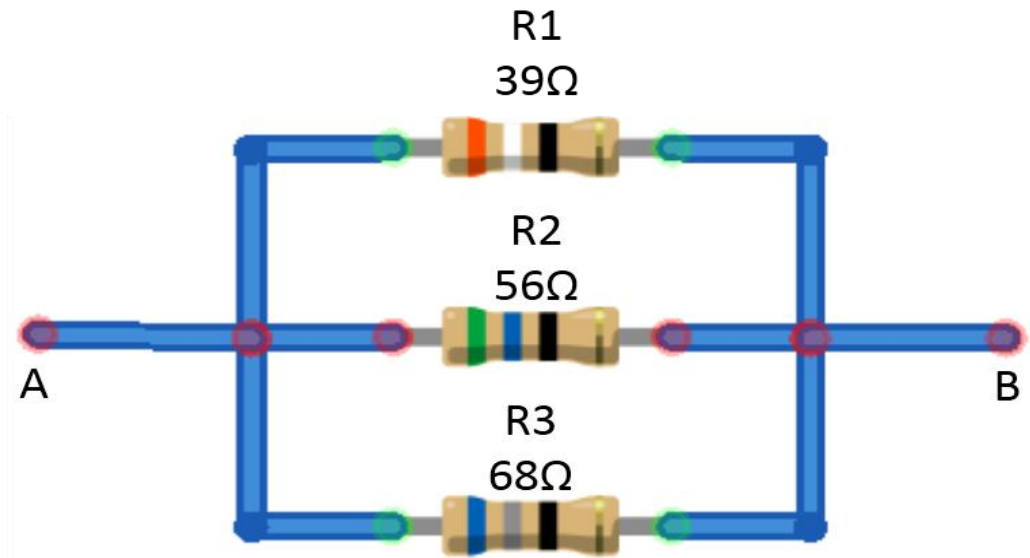
Vários resistores estão associados em paralelo quando são ligados pelos mesmos pontos, de modo a ficarem submetidos à mesma tensão.

A intensidade de corrente i do circuito principal divide-se entre os ramos dos resistores. Usando a conservação da carga elétrica, podemos afirmar que a corrente que entra em uma bifurcação de fios, ponto que chamamos de nó, tem a mesma intensidade das correntes que saem do mesmo. Qualquer associação de resistores pode ser representada pelo resistor equivalente, que representa a resistência total dos resistores associados.

Em uma associação de resistores em paralelo, a resistência equivalente sempre será menor que a resistência de menor valor do circuito. Nesse tipo de associação se um queimar os demais funciona normalmente, isto é, a corrente irá aumentar nos demais resistores do circuito.

A figura 4 ilustra um exemplo de uma associação em paralelo composta por três resistores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em paralelo.

Figura 4 - Imagem de uma associação de resistores em série



Fonte: vandertronic (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em paralelo:

A corrente em uma associação de resistores em paralelo é a soma das correntes nos resistores associados.

$$i_{eq} = i_{R1} + i_{R2} + i_{R3}$$

- Vários resistores estão associados em paralelo quando são ligados pelos mesmos pontos, de modo a ficarem submetidos à mesma tensão.

$$i_1 = \frac{U}{R_1} \quad i_2 = \frac{U}{R_2} \quad i_3 = \frac{U}{R_3}$$

- Em uma associação de resistores em paralelo, o inverso da resistência equivalente da associação é igual à soma dos inversos das resistências associadas.

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

3.1.4 Capacitores

São dispositivos utilizados para armazenamento da carga elétrica, sendo de fundamental importância em determinados circuitos elétricos, principalmente no campo da eletrônica. São componentes de um circuito que tem a função de

armazenar energia, tornando sua tensão igual à fonte de alimentação do qual o circuito esta conectado.

Os capacitores também podem ser usados como filtro de fonte de alimentação, diminuindo o ruído, também serve para bloquear a corrente continua e apenas deixar passar a corrente alternada. Quanto maior a frequência da corrente alternada e o valor do capacitor, mais fácil é para passar pelo capacitor. Os capacitores também são usados para sintonizar determinados circuitos.

Cada capacitor pode armazenar certa quantidade de carga, e a medida desta quantidade de carga é igual o produto da capacitância pela tensão. A unidade de medida utilizada para capacitância é o F (Farad), e por ser uma unidade de medida muito grande, são usadas subunidades como microfarad (μF) usado nos capacitores de alto valor (eletrolíticos), nanofarad (nF) usados nos capacitores comuns de médio valor e picofarad (pF) usados nos capacitores comuns de baixo valor.

Nos condutores isolados, por não possuírem grande capacidade de armazenar cargas elétricas, os mesmos com uma pequena carga adquirem potenciais muito elevados, no entanto, o campo elétrico também é alto, fazendo com que o condutor acaba-se descarregando com facilidade.

Nos circuitos elétricos, principalmente na eletrônica, é necessário utilizar dispositivos que possam armazenar uma grande quantidade de carga elétrica, possibilitando ser liberada somente quando o circuito necessitar. Isso só é possível utilizando-se de capacitores, os quais são carregados eletricamente pelo processo de indução.

Na natureza temos diferentes formas de energia que podem ser transformadas em outro tipo de energia, como exemplo, transformar energia elétrica em energia térmica, entre outras. Temos também a energia elétrica que pode ser armazenada em forma de energia potencial.

Esses dispositivos são muito comuns em nosso meio, pois estão presentes em vários aparelhos eletroeletrônicos, como exemplo nos televisores, flashes das máquinas fotográficas, entre outros. Além de ser utilizado no disparo de flashes, um capacitor tem várias outras aplicações, dentre elas podem-se citar:

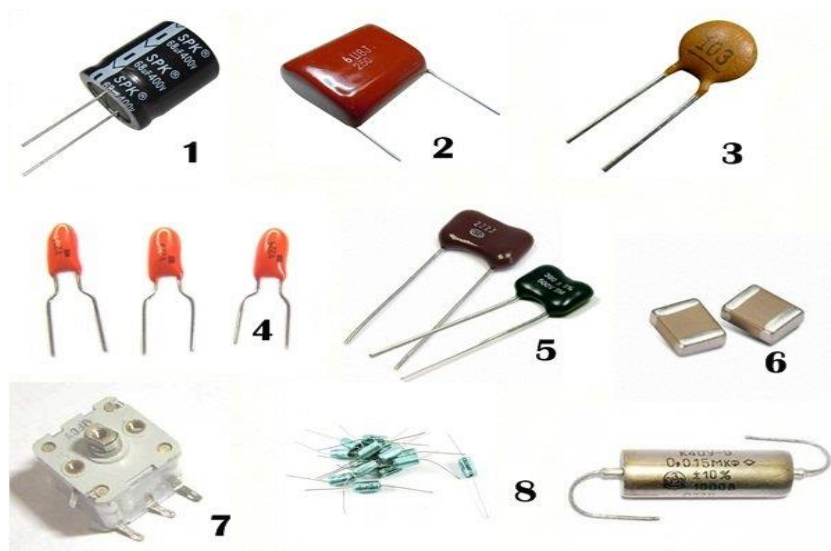
- Como sensores, e um exemplo são as telas touch screen capacitivas;
- Osciladores;
- Filtro de ruídos em sinais de energia;
- Divisor de frequência em sistemas de áudio;

- Armazenamento de carga elétrica em sistemas de flash de máquinas fotográficas, (como já foi citado);
- Sintonizador de rádios (capacitor variável);
- No start de motores de portão eletrônico (capacitor de partida);
- Em conjunto com transistores em memórias do tipo DRAM;
- Como baterias temporárias em som automotivo (mega-capacitores);
- Laser de alta potência (banco de capacitores);
- Radares (banco de capacitores);
- Aceleradores de partículas (banco de capacitores);
- Em fontes de alimentação, e muito mais;

Os capacitores podem ser planos ou cilíndricos, polarizados ou não polarizados, e quanto a seu material dielétrico pode ser classificado da seguinte forma:

Seguem na figura 5 alguns tipos de capacitores existentes no mercado, entre eles também alguns que não são mais comercializados.

Figura 5 - Tipos de Capacitores



Fonte: mundoelétrica (online)

Como podemos perceber na figura 5, existem vários tipos de capacitores, para tanto é interessante saber um pouco mais de cada capacitor, pensando nesta ideia

segue abaixo alguns tipos de capacitores, explicando-os e informando onde geralmente é encontrado.

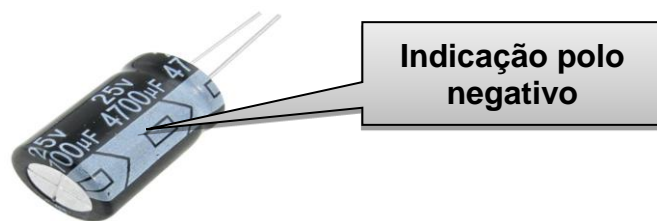
- **Capacitor Eletrolítico:** pode ser usado em circuitos de baixa e alta tensão dependendo do valor nominal, possuem uma boa variedade de capacitâncias e são polarizados.
- **Capacitor de Poliéster:** tem elevadas tolerâncias, podem trabalhar em temperaturas altas e tensões muito altas e tem um custo razoável.
- **Capacitor Cerâmico:** muito usado em circuitos devido ao seu tamanho diminuto, mas possuem baixas capacitâncias.
- **Capacitor de Tântalo:** são polarizados, como os eletrolíticos, mas possuem uma grande capacidade para o seu tamanho.
- **Capacitor de Mica:** tem alta qualidade e desempenho, mas baixa tolerância, e um custo um pouco elevado. Esse tipo de capacitor não é muito utilizado nos dias de hoje.
- **Capacitor SMD:** São muito pequenos, e podem ter o dielétrico de diversos materiais. Sua montagem em um circuito normalmente é feita por robôs, devido ao seu tamanho.
- **Capacitores de Vidro:** Usa o vidro como dielétrico. São caros, mas oferecem um excelente nível de desempenho e qualidade. Uma característica interessante é que esses capacitores são resistentes à radiação nuclear.
- **Capacitor Variável:** pode variar sua capacitância dentro de um intervalo definido, um uso comum desse tipo de capacitor é na sintonia de rádios.
- **Megacapacitor ou Supercapacitor:** São projetados para armazenar e descarregar grande quantidade de energia, como as baterias, só que sua carga e descarga de energia são mais rápidas do que de uma bateria. Suas

capacitâncias são altas, da ordem de Farads e na maioria dos casos trabalham com tensões altas.

- **Capacitor a Óleo:** Não é mais fabricado. O capacitor a óleo era muito utilizado em equipamentos valvulados, e onde era necessária alta isolamento. Sua composição era de fitas de alumínio enroladas e isoladas com papel embebido em óleo.

Para os capacitores polarizados como os eletrolíticos, que iremos trabalhar possuem uma marcação na lateral, indicando um polo negativo assim como mostra a figura 6.

Figura 6 - Imagem de capacitores eletrolíticos polarizados



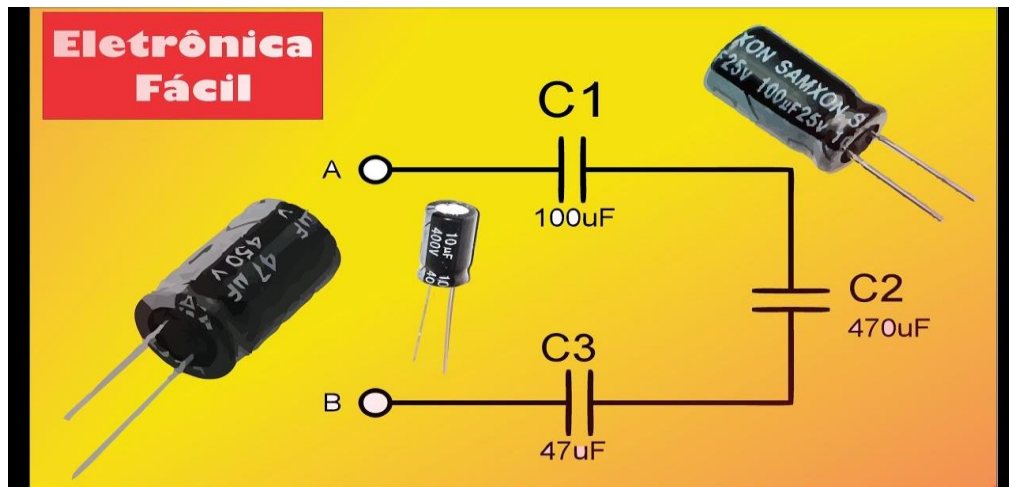
Fonte: huinfinito (*online*)

3.1.5 Associações de Capacitores em Série

Em uma associação, os capacitores são ligados de forma que a carga armazenada em cada um deles é a mesma e a tensão total aplicada aos capacitores se subdivide entre eles inversamente proporcional aos seus valores.

A figura 7 ilustra um exemplo de uma associação em série composta por três capacitores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em série.

Figura 7 - Imagem de uma associação de capacitores em série



Fonte: eletrônica fácil (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em série:

- Na associação em série todos os capacitores apresentam a mesma carga.

$$E_{\text{fonte}} = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3}$$

- Na associação em série, a tensão aplicada à associação é a soma das tensões dos capacitores associados.

$$E_1 = \frac{q}{C_1}$$

$$E_2 = \frac{q}{C_2}$$

$$E_3 = \frac{q}{C_3}$$

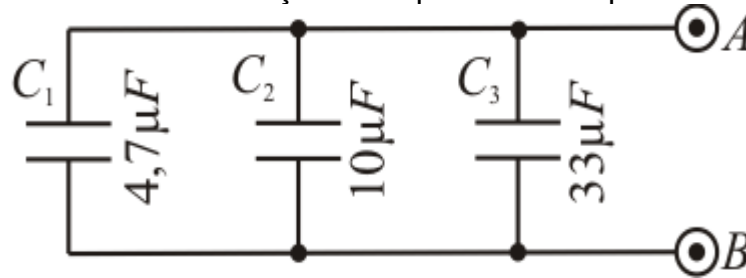
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

3.1.6 Associações de Capacitores em Paralelo

Na associação em paralelo, os capacitores estão ligados de forma que a tensão total aplicada ao circuito é a mesma em todos os capacitores, e a carga do circuito se subdivide entre eles proporcionalmente aos valores dos capacitores.

A figura 8 ilustra um exemplo de uma associação em paralelo composta por três capacitores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em paralelo.

Figura 8 - Imagem de uma associação de capacitores em paralelo



Fonte: obaricentrodamente (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em paralelo:

Adaptando a Lei de Kirchhoff para a distribuição das cargas, a soma das cargas nos capacitores é igual à carga total fornecida pela fonte.

$$Q_{\text{fonte}} = Q_{C1} + Q_{C2} + Q_{C3}$$

- O resultado da carga dividido pela tensão corresponde a capacitância equivalente da associação em paralelo, isto é, a capacitância que a fonte de alimentação entende como sendo sua carga.

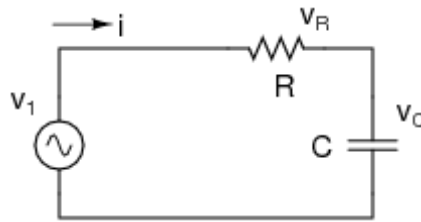
$$C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3$$

3.1.7 Circuitos RC

O Circuito RC é um dos mais simples filtros eletrônicos, podendo dizer que é o conjunto de um resistor e um capacitor, alimentados por uma fonte de tensão. Os Circuitos RC são utilizados como temporizadores de sinais, controlando assim um determinado dispositivo permitindo ser acionado ou não. Sua capacidade de variar o tempo de sua carga depende da capacitância e da resistência empregados nos seus componentes RC.

Para o funcionamento de um circuito RC é necessário à combinação de dois elementos básicos, o resistor e o capacitor, componentes encontrados constantemente em circuitos.

A figura ilustra um circuito RC, possibilitando ao aluno analisar como é composto um circuito e como se comporta a tensão, onde tem dois componentes diferentes.

Figura 9 - Imagem de Circuito RC em série

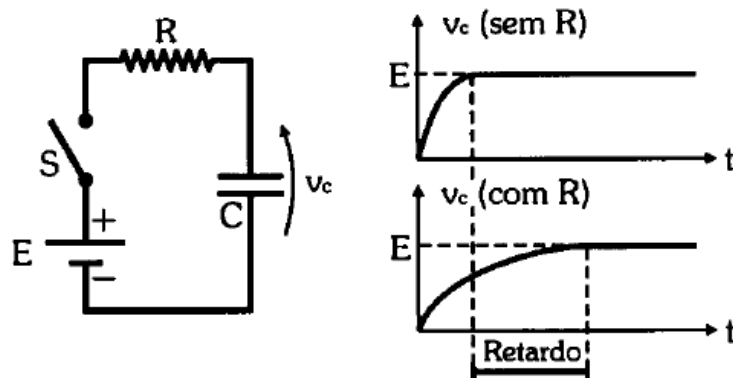
Fonte: infoescola(online)

3.1.8 Circuitos RC de Temporização

Um circuito temporizador é aquele que executa uma ação após o intervalo de tempo preestabelecido.

Analisaremos na figura 10 o comportamento de um circuito formado por um resistor e um capacitor ligado em série onde se estabelece uma relação entre os níveis de tensão e um intervalo de tempo definido pelos valores do resistor e capacitor.

Constante de tempo: O tempo de carga de um capacitor alimentado diretamente de uma fonte de tensão não é instantâneo, embora seja muito pequeno.

Figura 10 - Imagem de Circuito RC de temporização em série

Fonte: MARKUS, O. (2001)

Ligando um resistor em série com um capacitor, pode-se retardar o tempo de carga, fazendo com que o tempo de tensão entre seus terminais aumente mais lentamente.

Analisando dimensionalmente o produto entre resistência e capacitância $[R.C]$, considerando as seguintes unidades de medida das grandezas envolvidas.

$$[R] = \Omega \text{ (ohm)} = \text{V/A}; \quad [C] = \text{F (farad)} = \text{C/V}; \quad [I] = \text{A (ampère)} = \text{C/s}$$

No entanto o produto $R.C$ resulta na grandeza do tempo (segundo). Esse produto é denominado constante de tempo representado pela letra grega τ (tau).

Logo,

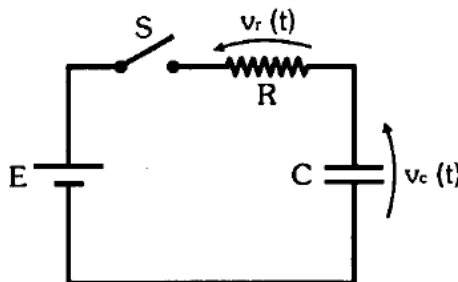
$$\tau = R.C$$

Em um circuito RC, quanto maior a constante de tempo, maior é o tempo necessário para que o capacitor se carregue.

3.1.9 Processo de Carga do Capacitor

Consideremos um circuito RC série, ligado a uma fonte de tensão contínua (E) e uma chave (S) aberta, com o capacitor completamente descarregado, conforme figura 11.

Figura 11 - Imagem de um gráfico e comportamento da tensão no resistor -



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Pela Lei de Kirchhoff para as tensões a equação geral desse circuito é fechada.

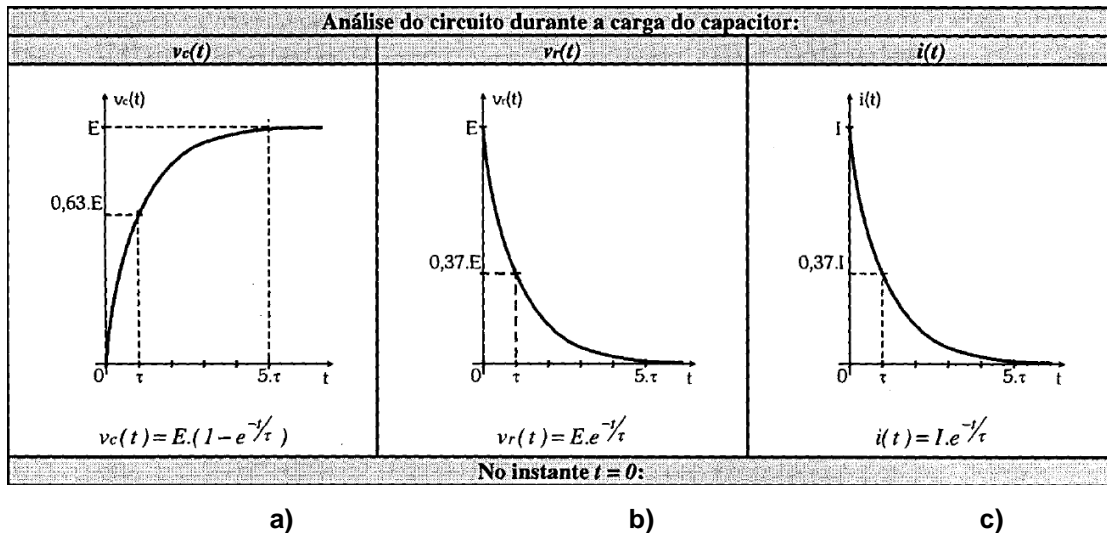
$$V_{c(t)} + V_{r(t)} = E$$

Logo a corrente que flui no circuito durante a carga do capacitor pode ser determinada aplicando a primeira Lei de Ohm no resistor R .

$$i(t) = \frac{V_r(t)}{R}$$

Ligando a Chave (S) no instante $t = 0$, observa-se que as tensões e a corrente do circuito resultam no seguinte gráfico e expressão, apresentados na figura 12.

Figura 12 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito.



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Tensão do Capacitor: Conforme apresentado na figura 12-a a tensão (V_c) no capacitor cresce exponencialmente desde (0) até a tensão E , quando sua carga é total. Portanto, a tensão no capacitor é uma exponencial crescente, que pode ser deduzida da equação geral do circuito. Pode então observar que o (V_c) aumenta em função do aumento do (t).

Tensão do Resistor: Conforme apresentado na figura 12-b a tensão (V_r) cai exponencialmente de (E) até zero, pois o capacitor descarregado comporta-se como um curto-circuito e totalmente carregado comporta-se como um circuito aberto. Pode então observar que o (V_r) diminui em função do tempo (t).

Corrente no Circuito: Conforme apresentado na figura 12-c a corrente (i) inicia com um valor máximo quando o capacitor está descarregado (curto-circuito), caindo até zero quando o capacitor está totalmente carregado (circuito aberto). Podendo então se observar que a corrente diminui em função do tempo.

Analisando o circuito, conforme figura 13, durante a carga do capacitor temos que no $t = 0$, a tensão do capacitor é nula, a tensão no resistor e a corrente no circuito são máximas. Já para o $t = 1s$, a tensão no capacitor cresce até 63% da tensão da fonte, sendo que a tensão do resistor e a corrente no circuito caem 63%.

Analisando ainda o $t = 5s$, tem-se que a tensão no capacitor cresce até 99% da tensão da fonte, onde a tensão do resistor e a corrente no circuito caem 99%. Neste caso podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente carregado.

Figura 13 - Imagem para análise de um circuito durante a carga de um capacitor

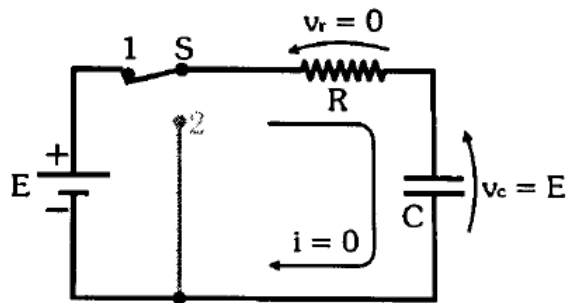
$v_c(0) = E.(1 - e^{0/\tau}) \Rightarrow$	$v_r(0) = E.e^{0/\tau} \Rightarrow$	$i(0) = I.e^{0/\tau} \Rightarrow$
$v_c(0) = E.(1 - e^0) = E.(1 - 1) \Rightarrow$	$v_r(0) = E.e^0 = E.I \Rightarrow$	$i(0) = I.e^0 = I.I \Rightarrow$
$v_c(0) = 0$	$v_r(0) = E$	$i(0) = I$
Análise: Em $t = 0$, a tensão no capacitor é nula, a tensão no resistor é máxima e a corrente no circuito é máxima.		
No instante $t = \tau$:		
$v_c(\tau) = E.(1 - e^{-\tau/\tau}) \Rightarrow$	$v_r(\tau) = E.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(\tau) = I.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = E.(1 - e^{-1}) = E.(1 - 0,37) \Rightarrow$	$v_r(\tau) = E.e^{-1} \Rightarrow$	$i(\tau) = I.e^{-1} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = 0,63.E$	$v_r(\tau) = 0,37.E$	$i(\tau) = 0,37.I$
Análise: Em $t = \tau$, a tensão no capacitor cresce até 63% da tensão da fonte ($v_c = 0,63.E$), a tensão no resistor cai 63% ($v_r = 0,37.E$) e a corrente no circuito cai 63% ($i = 0,37.I$).		
No instante $t = 5.\tau$:		
$v_c(5.\tau) = E.(1 - e^{-5\tau/\tau}) \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = E.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = I.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = E.(1 - e^{-5}) = E.(1 - 0,01) \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = E.e^{-5} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = I.e^{-5} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = 0,99.E$	$v_r(5.\tau) = 0,01.E$	$i(5.\tau) = 0,01.I$
Análise: Em $t = 5.\tau$, a tensão no capacitor cresce até 99% da tensão da fonte ($v_c = 0,99.E$), a tensão no resistor cai 99% ($v_r = 0,01.E$) e a corrente no circuito cai 99% ($i = 0,01.I$). Nesse caso, podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente carregado.		

Fonte: MARKUS, O. (2001)

3.1.10 Processo de Descarga do Capacitor

Consideremos um circuito RC série, ligado a uma fonte de tensão (E) e a uma chave (S) inicialmente na posição (1) com o capacitor já completamente carregado, conforme figura 14.

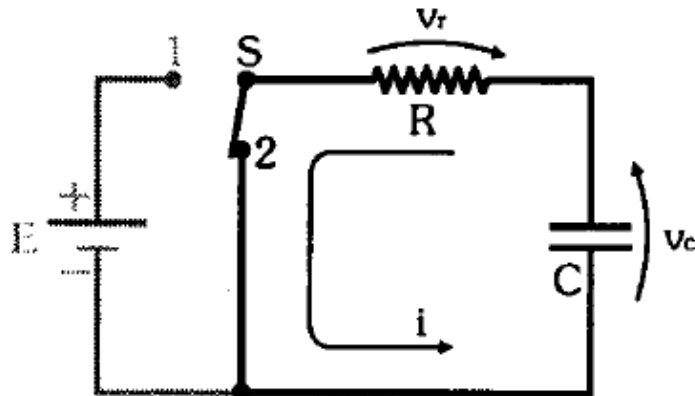
Figura 14 - Imagem de Descarga do capacitor



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Se mudarmos a chave (S) para a posição (2), conforme figura 15, no instante zero, a fonte de alimentação é desligada, ficando o circuito RC em curto. Assim o capacitor se descarrega sobre o resistor, de forma que sua tensão descreve uma curva exponencial decrescente. Nesse caso, o capacitor comporta-se como uma fonte de tensão, cuja capacidade de fornecimento de corrente é limitada pelo tempo de descarga.

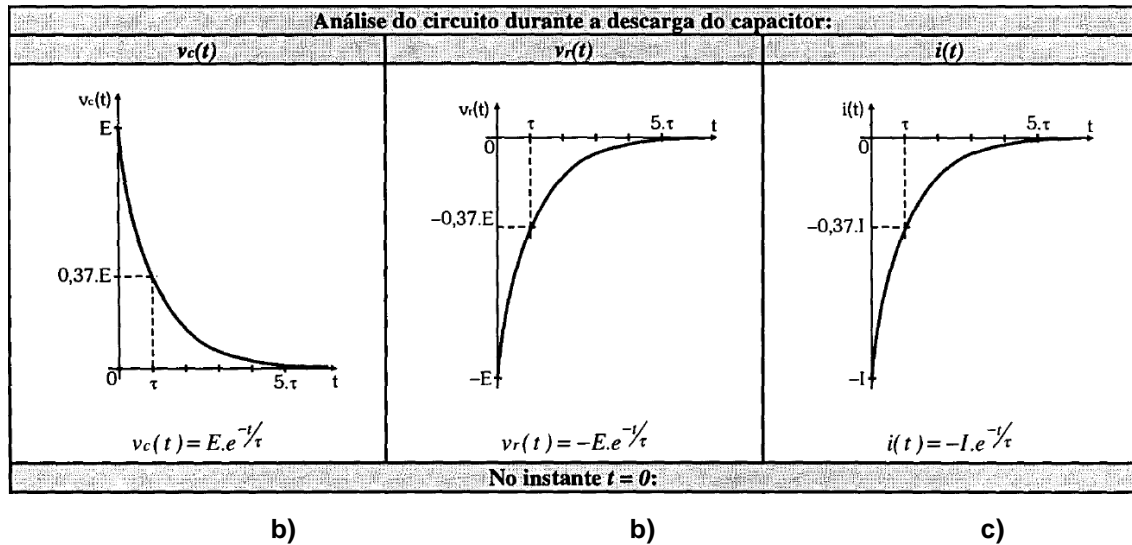
Figura 15 - Imagem de descarga de um capacitor



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Na figura 16 podemos analisar o comportamento de um capacitor durante a sua descarga:

Figura 16 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito.



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Tensão no Capacitor: Conforme apresentado na figura 16-a, a tensão V_c cai exponencialmente de E até zero.

Tensão no Resistor: Conforme apresentado na figura 16-b caso a tensão (V_r) no resistor acompanha a corrente.

Corrente no Circuito: Conforme apresentado na figura 16-c a corrente (i) flui agora no sentido contrario, descrevendo exponencialmente $-I = -E/R$ até zero, devido à descarga do capacitor.

Analisando o circuito, conforme figura 17, durante a carga do capacitor temos que no $t = 0$, a tensão do capacitor, tensão no resistor e a corrente no circuito são máximas. Já para o $t = 1s$, a tensão no capacitor, tensão no resistor e a corrente no circuito caem 63%. Analisando ainda o $t = 5s$, a tensão no capacitor, tensão no resistor e a corrente no circuito caem 99%. Neste caso podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente descarregado.

Figura 17 - Imagem para análise de um circuito durante a descarga de um capacitor

$v_c(0) = E.e^{0/\tau} \Rightarrow$	$v_r(0) = -E.e^{0/\tau} \Rightarrow$	$i(0) = -I.e^{0/\tau} \Rightarrow$
$v_c(0) = E.e^0 = E.I \Rightarrow$	$v_r(0) = -E.e^0 = -E.I \Rightarrow$	$i(0) = -I.e^0 = -I.I \Rightarrow$
$v_c(0) = E$	$v_r(0) = -E$	$i(0) = -I$
Análise: Em $t = 0$, as tensões no capacitor e no resistor e a corrente no circuito são máximas.		
No instante $t = \tau$:		
$v_c(\tau) = E.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$	$v_r(\tau) = -E.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(\tau) = -I.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = E.e^{-1} \Rightarrow$	$v_r(\tau) = -E.e^{-1} \Rightarrow$	$i(\tau) = -I.e^{-1} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = 0,37.E$	$v_r(\tau) = -0,37.E$	$i(\tau) = -0,37.I$
Análise: Em $t = \tau$, a tensão no capacitor cai 63% ($v_c = 0,37.E$), a tensão no resistor cai 63% ($v_r = -0,37.E$) e a corrente no circuito cai 63% ($i = -0,37.I$).		
No instante $t = 5.\tau$:		
$v_c(5.\tau) = E.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = -E.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = -I.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = E.e^{-5} \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = -E.e^{-5} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = -I.e^{-5} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = 0,01.E$	$v_r(5.\tau) = -0,01.E$	$i(5.\tau) = -0,01.I$
Análise: Em $t = 5.\tau$, a tensão no capacitor cai 99% ($v_c = 0,01.E$), a tensão no resistor cai 99% ($v_r = -0,01.E$) e a corrente no circuito cai 99% ($i = -0,01.I$). Nesse caso, podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente descarregado.		

Fonte: MARKUS, O. (2001)

4. ATIVIDADES PRÁTICAS

As atividades práticas aqui propostas têm por objetivo relacionar o conteúdo teórico trabalhado até o momento com a prática utilizando o kit didático experimental.

O kit experimental será a ferramenta de suma importância para o desenvolvimento das atividades, onde foi procurado montar essas praticas facilitando o máximo possível o entendimento para o aluno, fazendo com que o educando sinta-se estimulado a desenvolver essas atividades.

Prática 1: Leitura da resistência elétrica de um resistor

Objetivo:

Fazer a leitura do valor nominal da resistência elétrica de cada resistor utilizando a tabela de código de cores.

Materiais utilizados:

06 resistores com valores diversos;

Procedimento:

Com o auxílio da tabela de código de cores faça a leitura da resistência elétrica de cada resistor e anote na tabela 01, assim como apresentado no exemplo na primeira linha da tabela.

Tabela 01 – Valores lidos

Resistor	1ª Cor	2ª Cor	3ª Cor	4ª Cor	Valor Nominal	Valor Nominal (utilizando o múltiplo)
R_{exemplo}	Amarelo	Violeta	Laranja	Prata	47000 +/- 10%	47 kΩ
R₁						
R₂						
R₃						
R₄						
R₅						
R₆						

Vamos praticar:

De acordo com o código de cores complete o quadro abaixo com as cores correspondentes as faixas que representam o valor da resistência e a tolerância.

Resistência	Tolerância	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	4ª Faixa
3300 Ω	$\pm 10\%$				
470 Ω	$\pm 5\%$				
5600 Ω	$\pm 10\%$				

Prática 2: Medição da resistência elétrica de um resistor

Objetivo

Fazer a medição do valor da resistência elétrica de cada resistor utilizando para isso o ohmímetro na escala adequada.

Materiais utilizados

01 Multímetro

Resistores: 1 k Ω ; 4,7 k Ω ; 10 k Ω ; 56 k Ω ; 680 Ω ; 1,0 M Ω .

Procedimentos

1. Medir cada resistor e anote na tabela 01, os valores medidos (V_m) e os valores nominais (V_n).
2. Leia e anote para cada resistor sua tolerância.

Tabela 1 – Valores lidos e medidos dos resistores

Valor Nominal (V_n)	Tolerância	Valor Medido (V_m)	$\Delta R \%$
1 k Ω	$\pm 10\%$		
4,7 k Ω			
10 k Ω			
56 k Ω			
680 Ω			
1,0 M Ω			

3. Agora é hora de comparar os valores medidos com os valores nominais, com o intuito de verificar se o valor medido está dentro da tolerância permitida pelo fabricante, para isso calcule o desvio percentual ($\Delta R\%$) e anote na tabela 01 acima.

$$\Delta R\% = \frac{|V_n - V_m|}{V_n} \cdot 100$$

Esse desvio encontrado deve sempre ser menor ou igual à tolerância permitida pelo fabricante.

Prática 3: Associação de dois resistores em série

Objetivos

- Reconhecer, e montar uma associação de dois resistores em série;
- Determinar a resistência equivalente de uma associação em série de dois resistores;

Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

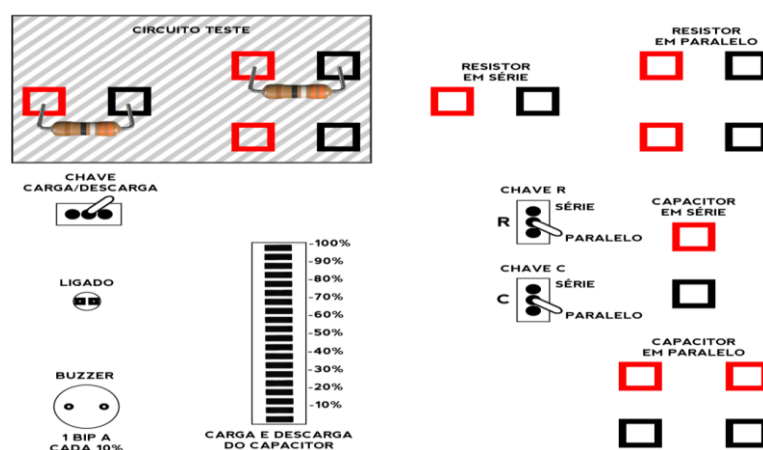
Resistores: 1 k Ω ; 4,7 k Ω ; 10 k Ω ; 56 k Ω ; 680 Ω ; 1,0 M Ω .

Kit experimental

Procedimento

1. Monte o circuito da figura abaixo e mantenha o kit experimental desconectado da fonte de alimentação.

Figura 01 - Associação de dois resistores em série



Fonte: Autoria própria

2. Coloque o multímetro na escala ohms e faça a medida dos resistores R_1 e R_2 , registrando os valores experimentais na tabela 01.
3. Utilizando o código de cores faça a leitura do valor teórico de cada resistor e anote na tabela 01.

Tabela 1 – Valores lidos e medidos experimentalmente

RESISTORES	VALOR TEÓRICO	VALOR EXPERIMENTAL
R ₁		
R ₂		

4. Calcule o valor da resistência equivalente entre as extremidades, utilizando dos valores teóricos da tabela 01.

$$R_T = R_1 + R_2$$

Equação para calcular a resistência equivalente em uma associação em série com dois resistores.

$$R_T = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}}$$

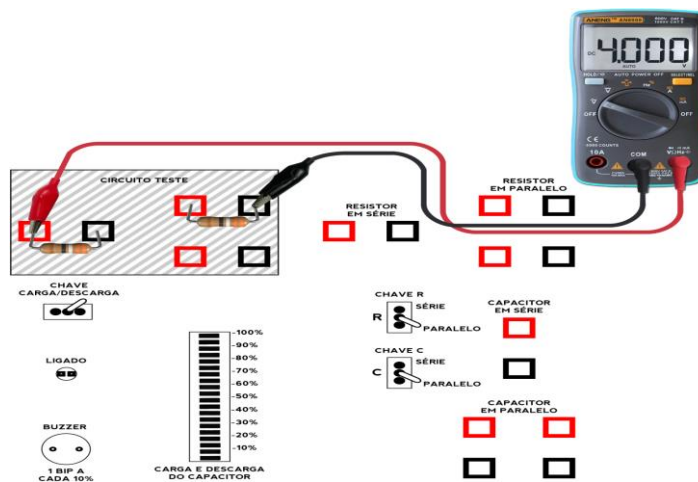
$$R_T = \underline{\hspace{2cm}}$$

Tabela 02: Resistência equivalente

R _{Eq} Calculada	R _{Eq} Medida

5. Coloque o multímetro na escala ohms, conforme figura abaixo e faça a medida da resistência equivalente do circuito, anotando seu valor medido na tabela 02.

Figura 02 - Associação de dois resistores em série



Fonte: Autoria própria

Prática 4: Associação de dois resistores em série

Objetivo

Verificar experimentalmente que a tensão na fonte se divide proporcionalmente nos resistores.

Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

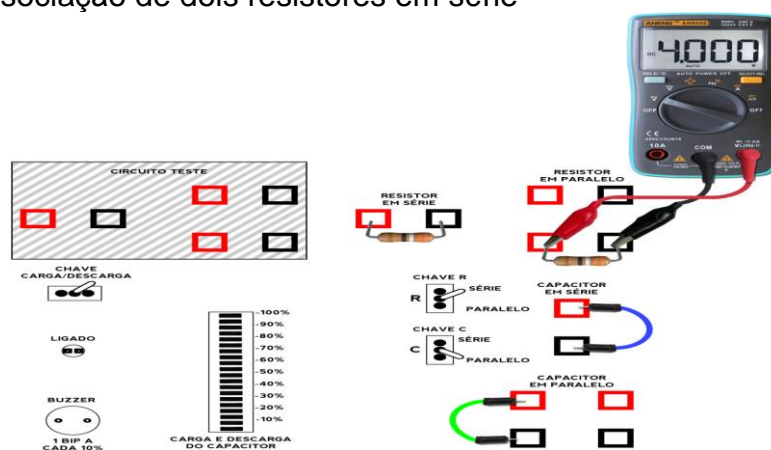
Resistores: 1 k Ω ; 4,7 k Ω ; 10 k Ω ; 56 k Ω ; 680 Ω ; 1,0 M Ω .

Kit experimental

Procedimento

1. Monte o circuito da figura abaixo e faça a conexão do kit experimental na fonte de alimentação.

Figura 01 - Associação de dois resistores em série



Fonte: Autoria própria

2. Regule o multímetro para a escala de tensão contínua;
3. Coloque a chave R na posição série e a chave C na posição paralelo.
4. Com o voltímetro conectado em paralelo faça a medida da tensão no resistor R_1 , em seguida faça a medida da tensão no R_2 , registrando os valores na tabela 01 abaixo.

Tabela 01: Valor do resistor e tensão

RESISTOR	VALOR	TENSÃO	VALOR
R_1		U_1	
R_2		U_2	

5. Faça a soma das tensões U_1 e U_2 registradas na tabela 01:

$U_T = U_1 + U_2$	$U_T = \underline{\quad} + \underline{\quad}$	$U_T = \underline{\quad}$
-------------------	---	---------------------------

6. Compare o resultado obtido no item 5 com a tensão total fornecida ao circuito.

7. Qual conclusão é possível tirar a respeito da tensão em um circuito em série?

8. A Lei de Ohm é dada por $U_T = R \cdot i$, onde U é a tensão, R é a resistência e i é a corrente elétrica. Aplique a Lei de Ohm para cada um dos resistores e determine as correntes nos resistores R_1 e R_2 .

$i_1 = \frac{U_1}{R_1}$	$i_1 = \underline{\quad}$	$i_1 = \underline{\quad} A$
$i_2 = \frac{U_2}{R_2}$	$i_2 = \underline{\quad}$	$i_2 = \underline{\quad} A$

9. Compare os valores obtidos para as correntes nos resistores R_1 e R_2 e em seguida responda que conclusão é possível tirar a respeito da corrente em um circuito em série?

Prática 5: Associação de dois resistores em paralelo

Objetivos

- Reconhecer, e montar uma associação de dois resistores em paralelo;
- Determinar o resistor equivalente de uma associação em paralelo de dois resistores;

Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

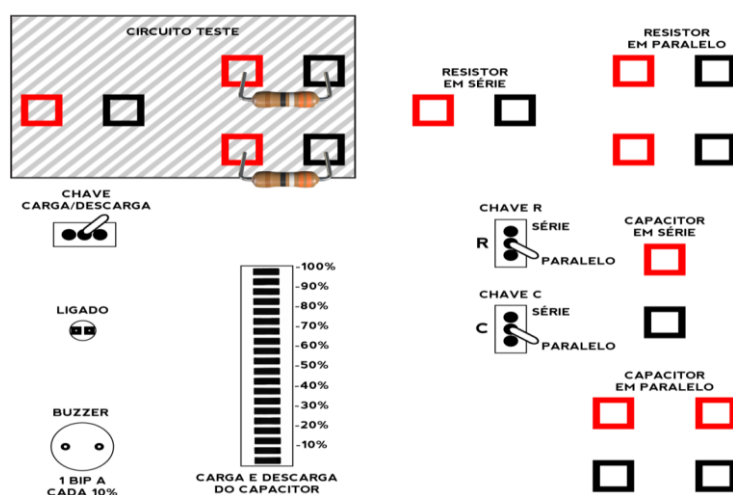
Resistores: 1 k Ω ; 4,7 k Ω ; 10 k Ω ; 56 k Ω ; 680 Ω ; 1,0 M Ω .

Kit experimental

Procedimento

1. Monte o circuito da figura abaixo e mantenha o kit experimental desconectado da fonte de alimentação.

Figura 01 - Associação de dois resistores em paralelo



Fonte: Autoria própria

2. Coloque o multímetro na escala ohms e faça a medida dos resistores R_1 e R_2 , registrando os valores experimentais na tabela 01.

- Utilizando o código de cores faça a leitura do valor teórico de cada resistor e anote na tabela 01.

Tabela 1 – Valores lidos e medidos experimentalmente

RESISTORES	VALOR TEÓRICO	VALOR EXPERIMENTAL
R ₁		
R ₂		

- Calcule o valor da resistência equivalente entre seus pontos extremos?

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Equação para calcular uma resistência equivalente em uma associação de dois resistores em paralelo.

$$R_{eq} = \text{-----}$$

$$R_{eq} = \text{-----}$$

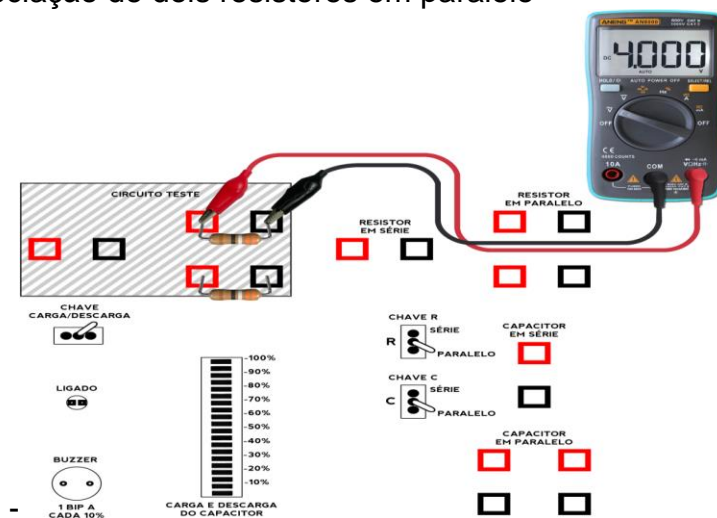
$$R_{eq} = \text{_____}$$

Tabela 02: Resistência equivalente

R _{Eq} Calculada	R _{Eq} Medida

- Coloque o multímetro na escala ohms, conforme figura abaixo e faça a medida da resistência equivalente do circuito, anotando seu valor medido na tabela 02.

Figura 01 - Associação de dois resistores em paralelo



Fonte: Autoria própria

Prática 6: Associação de dois resistores em paralelo

Objetivo

Verificar experimentalmente que a tensão nos resistores associados em paralelo é a mesma da fonte.

Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

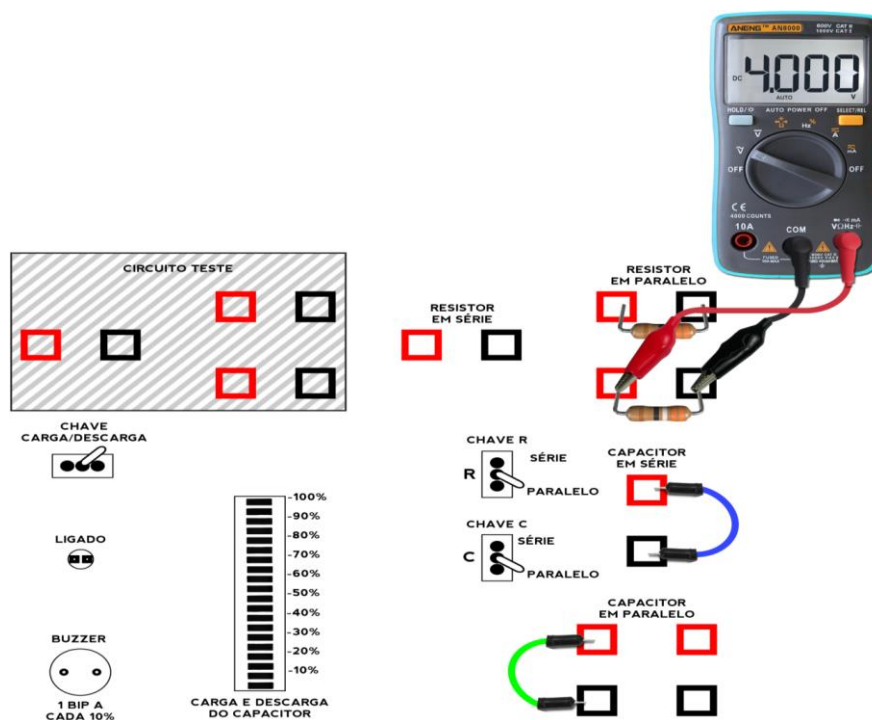
Resistores: 1 k Ω ; 4,7 k Ω ; 10 k Ω ; 56 k Ω ; 680 Ω ; 1,0 M Ω .

Kit experimental

Procedimento

1. Monte o circuito da figura abaixo e faça a conexão do kit experimental na fonte de alimentação.

Figura 01 - Associação de dois resistores em paralelo



Fonte: Autoria própria

2. Regule o multímetro para a escala de tensão contínua;

- Coloque a chave **R** na posição paralelo, mantendo a chave **C** na posição paralelo.
- Com o voltímetro conectado em paralelo faça a medida da tensão no resistor **R₁**, em seguida faça a medida da tensão no **R₂**, registrando os valores na tabela 01 abaixo.

Tabela 01: Valor do resistor e tensão

RESISTOR	VALOR	TENSÃO	VALOR
R₁		U₁	
R₂		U₂	

- Faça a soma das tensões **U₁** e **U₂** registradas na tabela 01:

$U_T = U_1 + U_2$	$U_T = \underline{\quad} + \underline{\quad}$	$U_T = \underline{\quad}$
-------------------	---	---------------------------

- Compare o resultado obtido no item 5 com a tensão total fornecida ao circuito.
- Qual conclusão é possível tirar a respeito da tensão em um circuito em paralelo?

- A Lei de Ohm é dada por $U_T = R \cdot i$, onde **U** é a tensão, **R** é a resistência e **i** é a corrente elétrica. Aplique a Lei de Ohm para cada um dos resistores e determine as correntes nos resistores **R₁** e **R₂**.

$i_1 = \frac{U_1}{R_1}$	$i_1 = \underline{\quad}$	$i_1 = \underline{\quad} \text{A}$
$i_2 = \frac{U_2}{R_2}$	$i_2 = \underline{\quad}$	$i_2 = \underline{\quad} \text{A}$

- Compare os valores obtidos para as correntes nos resistores **R₁** e **R₂** e em seguida responda que conclusão é possível tirar a respeito da corrente em um circuito em paralelo?

Prática 7: Associação de dois capacitores em série

Objetivos

- Reconhecer, e montar uma associação de dois capacitores em série;
- Determinar o capacitor equivalente de uma associação em série de capacitores;

Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

Capacitores: 2,2 μF ; 4,7 μF ; 10 μF ; 33 μF ; 47 μF .

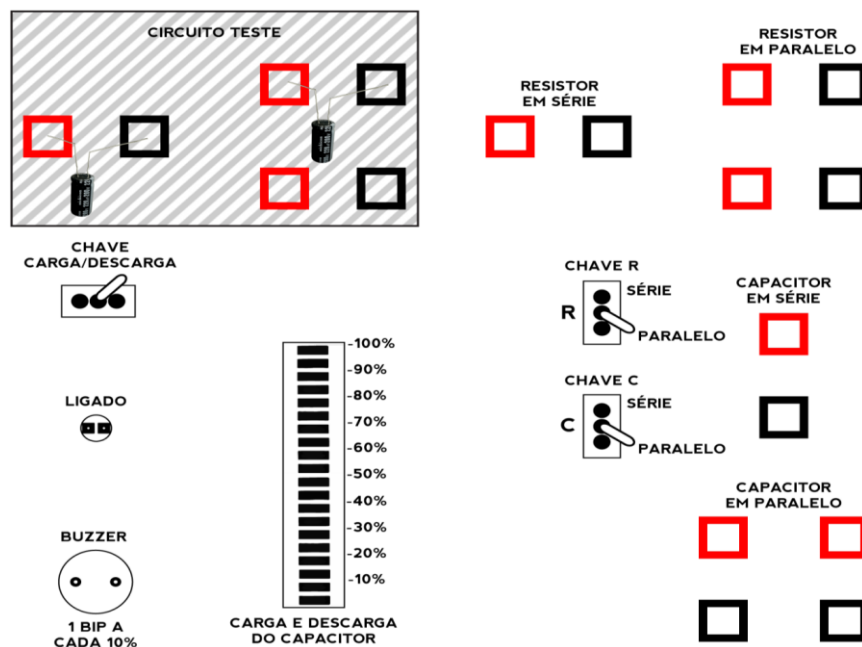
Kit experimental

O multímetro que compõe o kit experimental faz a leitura de capacitores até 100 μF , portanto é necessário utilizar de capacitores dentro desse valor de range.

Procedimento

1. Monte o circuito representado abaixo.

Figura 01 - Associação de dois capacitores em série



Fonte: Autoria própria

2. Calcule o valor da capacitância equivalente entre as extremidades do circuito.

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Equação para calcular a capacitância equivalente em uma associação em série de dois capacitores.

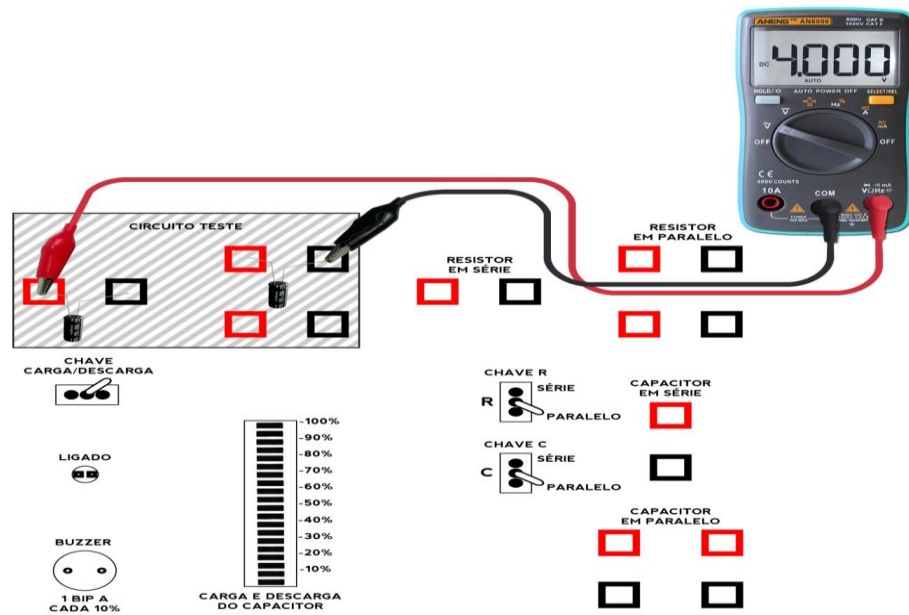
$C_{eq} = \text{-----}$

$C_{eq} = \text{-----}$

$C_{eq} = \text{_____}$

3. Conecte o multímetro, devidamente ajustado para a escala de Faraday, nas extremidades do circuito, faça a leitura e anote o valor na tabela 1.

Figura 01 - Associação de dois capacitores em série



Fonte: Autoria própria

Tabela 1 – Capacitância equivalente

C_{Eq} Calculada	C_{Eq} Medida

4. Compare o valor calculado com o valor medido no capacitímetro e descreva o que pode ser observado.

Prática 8: Associação de dois capacitores em paralelo

Objetivos

- Reconhecer, e montar uma associação de dois capacitores em paralelo;
- Determinar o capacitor equivalente de uma associação em paralelo de dois capacitores;

Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

Capacitores: 2,2 μF ; 4,7 μF ; 10 μF ; 33 μF ; 47 μF .

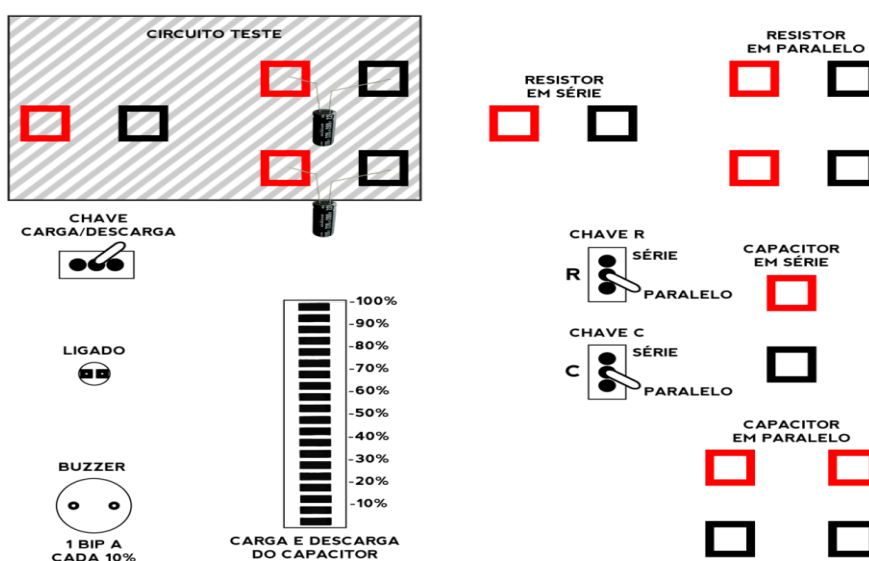
Kit experimental

O multímetro que compõe o kit experimental faz a leitura de capacitores até 100 μF , portanto é necessário utilizar de capacitores dentro desse valor de range.

Procedimento

1. Monte o circuito representado abaixo.

Figura 01 - Associação de dois capacitores em paralelo



Fonte: Autoria própria

2. Calcule o valor da capacitância equivalente entre as extremidades do circuito.

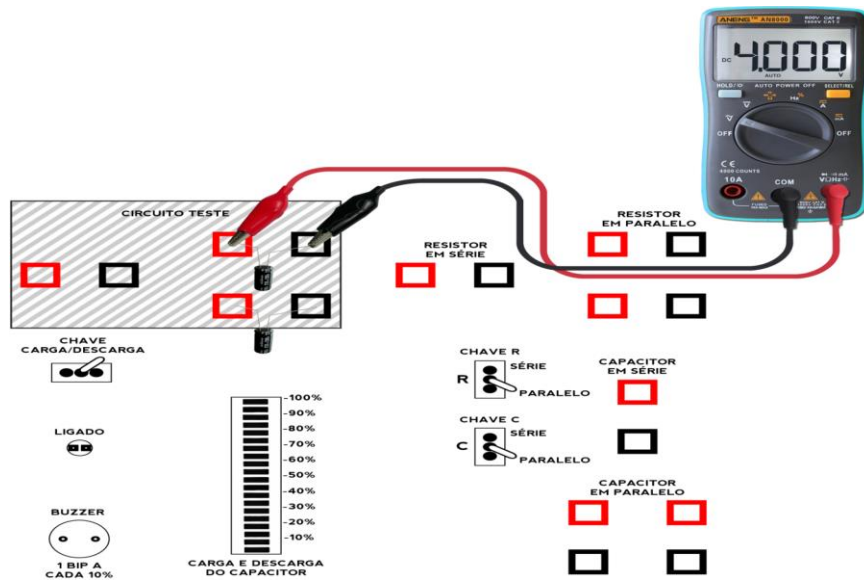
Equação para calcular a capacitância equivalente em uma associação em paralelo de dois capacitores.

$C_{eq} = C_1 + C_2$

$C_{eq} = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} \qquad C_{eq} = \underline{\hspace{2cm}}$

3. Conecte o multímetro, devidamente ajustado para a escala de Farad, nas extremidades do circuito, faça a leitura e anote o valor na tabela 1.

Figura 02 - Associação de dois capacitores em paralelo



Fonte: Autoria própria

Tabela 1 – Capacitância equivalente

C _{Eq} Calculada	C _{Eq} Medida

4. Compare os valores calculados com os valores medidos com o capacitímetro e descreva o que pode ser observado.

Prática 9: Circuito RC - série

Objetivos

- Reconhecer, e montar um circuito em série de um resistor e um capacitor;
- Determinar as variáveis que influenciam no tempo de carga e descarga de um capacitor quando ligado em série com um resistor;

Materiais utilizados

Resistores: 1 k Ω ; 4,7 k Ω ; 10 k Ω ; 56 k Ω ; 680 Ω ; 1,0 M Ω .

Capacitores: 2,2 μ F; 4,7 μ F; 10 μ F; 33 μ F; 47 μ F.

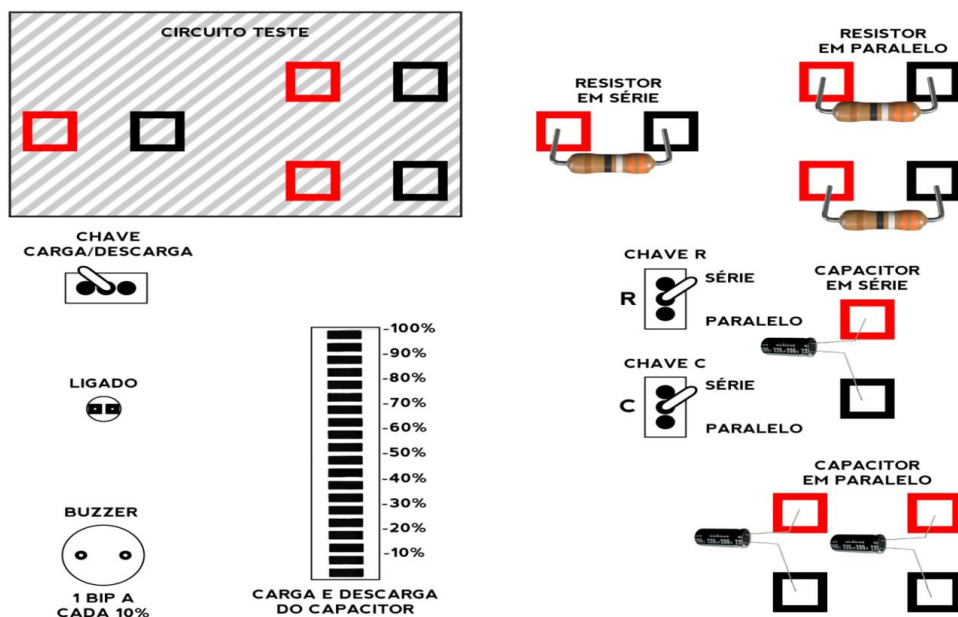
Kit experimental

Atenção: Ao conectar os capacitores, sempre o lado negativo (sinalizado pela barra branca) no lado negativo do circuito (conector preto). Risco de acidentes!!!

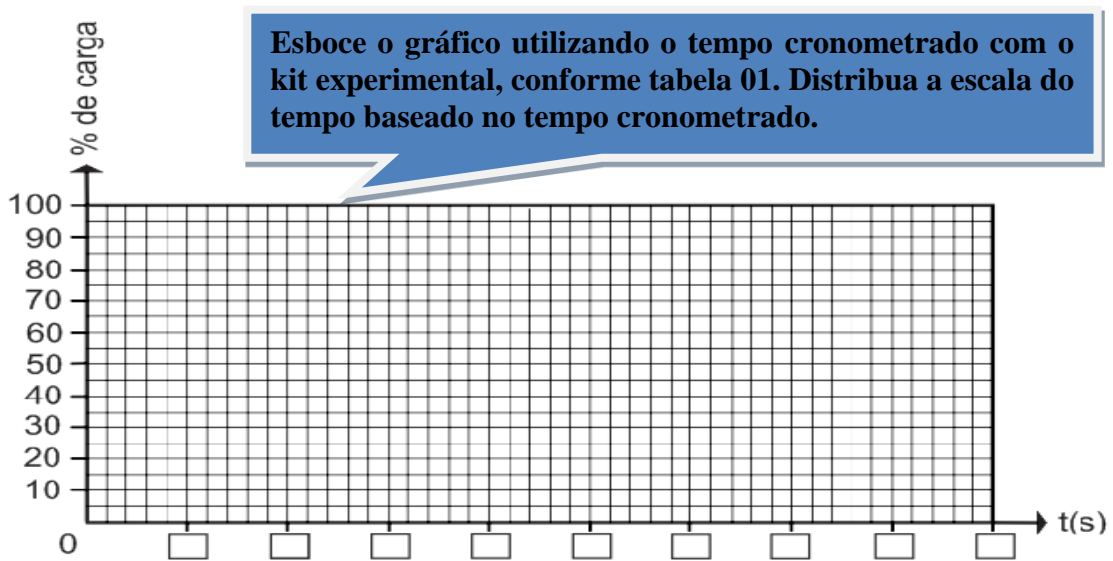
Procedimentos

1. Monte o circuito, seguindo as instruções abaixo:
 - a) A chave **S** deve estar na posição **carga**;
 - b) A chave **R** deve estar na posição **série**;
 - c) A chave **C** deve estar na posição **série**.

Figura 01 - Circuito RC em série



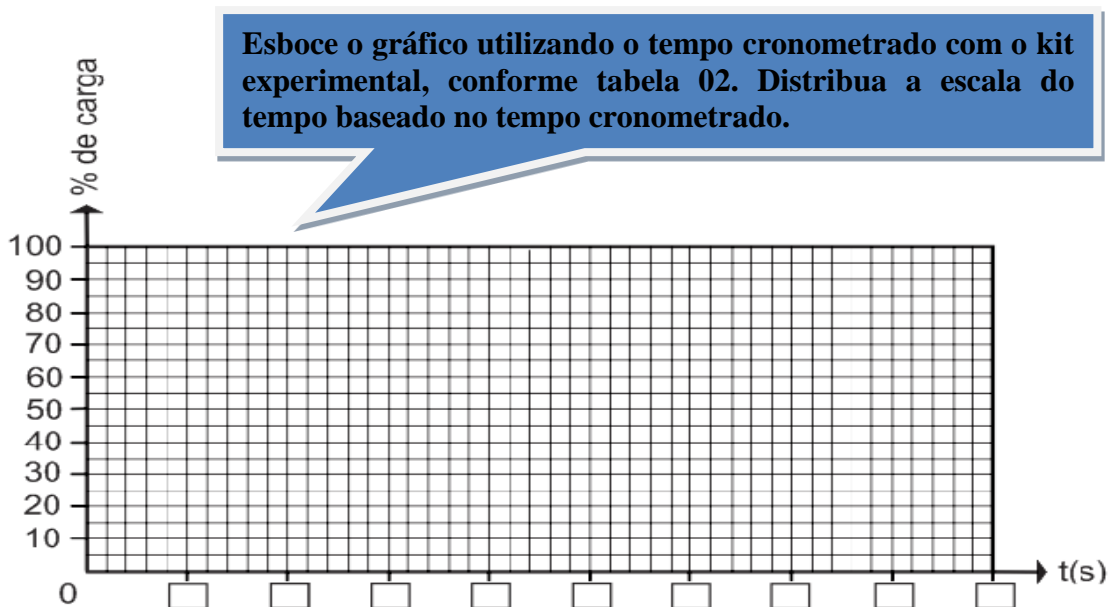
Fonte: Autoria própria



5. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos, $R_1 = 1,0 \text{ M}\Omega$, $R_2 = 1,0 \text{ M}\Omega$, $C_1 = 10 \text{ }\mu\text{F}$, $C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$, colocados em série no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de descarga até atingir 0%, conforme tabela 02.

Tabela 02: Tabela % de descarga x tempo(s)

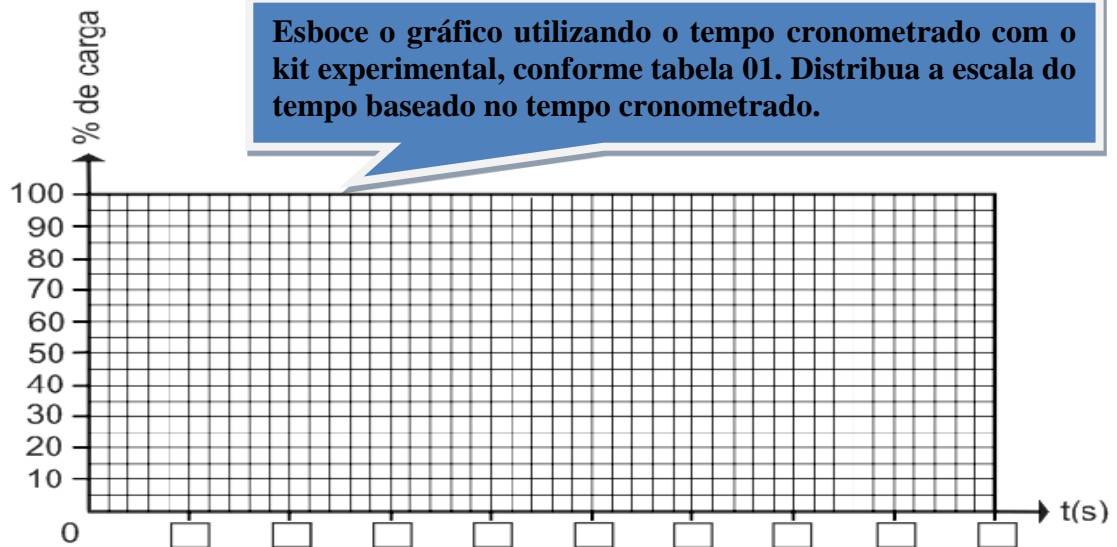
% de descarga	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
Tempo (s)										



6. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos $R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, $C_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $C_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, colocados em série no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de carga até atingir 100%, conforme tabela 03.

Tabela 03: Tabela % de carga x tempo(s)

% de carga	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tempo (s)										

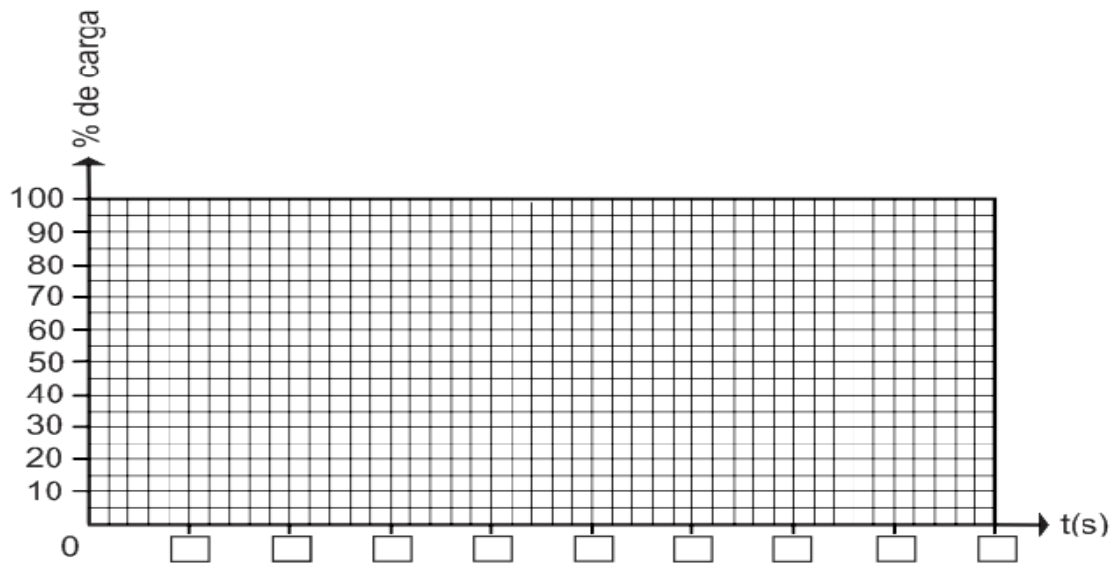


7. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos, $R_1 =$ _____, $R_2 =$ _____, $C_1 =$ _____, $C_2 =$ _____, colocados em série no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de descarga até atingir 0%, conforme tabela 04.

Tabela 04: Tabela % de descarga x tempo(s)

% de descarga	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
Tempo (s)										

Esboce o gráfico utilizando o tempo cronometrado com o kit experimental, conforme tabela 02. Distribua a escala do tempo baseado no tempo cronometrado.



8. Compare as tabelas 01 e 02, cujos valores de resistores e capacitores já indicados, com as tabelas 03 e 04, onde o aluno escolhera de forma aleatória outros valores. Após a comparação das tabelas descreva quais os fatores que influenciaram no processo de carga do capacitor?

Prática 10: Circuito RC com resistores em paralelo e capacitores e paralelo

Objetivos

- Reconhecer, e montar um circuito em paralelo de um resistor e um capacitor;
- Determinar as variáveis que influenciam no tempo de carga e descarga de um capacitor quando ligado em paralelo com um resistor;

Materiais utilizados

Resistores: 1 k Ω ; 4,7 k Ω ; 10 k Ω ; 56 k Ω ; 680 Ω ; 1,0 M Ω .

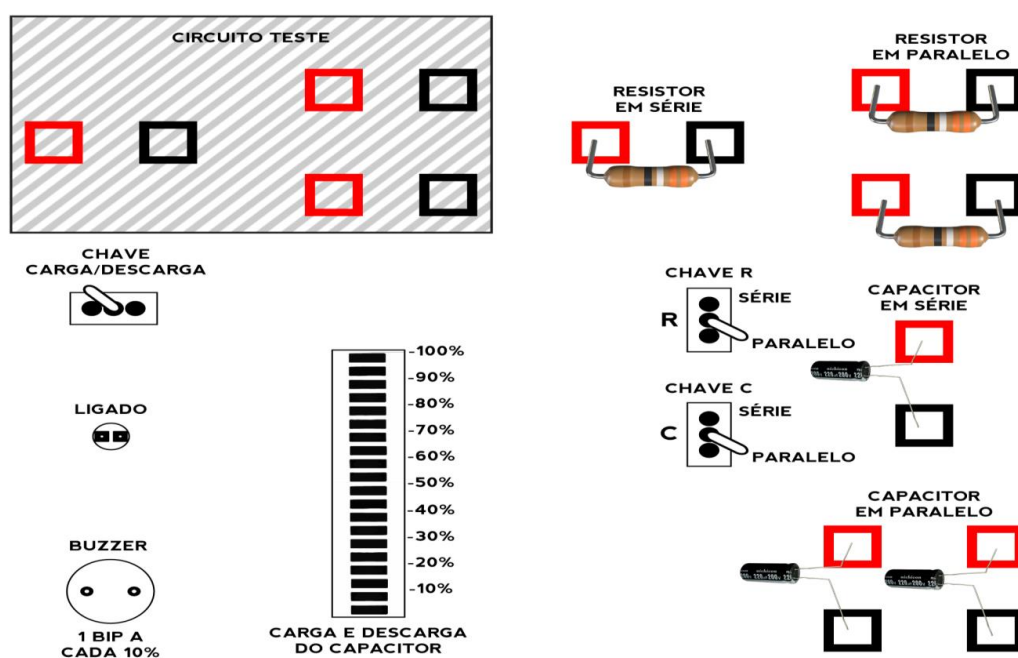
Capacitores: 2,2 μ F; 4,7 μ F; 10 μ F; 33 μ F; 47 μ F.

Kit experimental

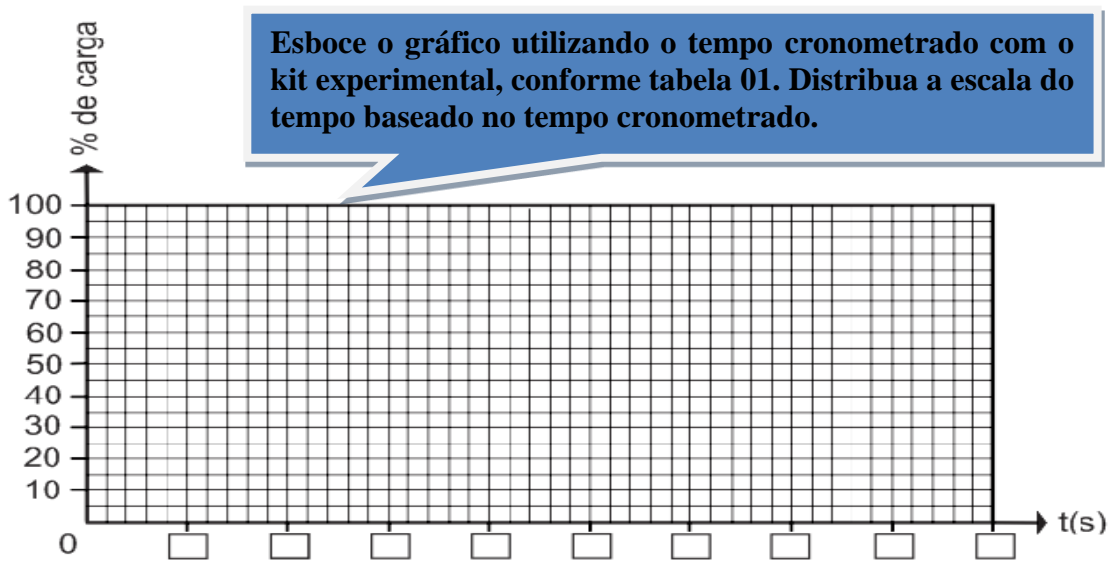
Procedimentos

1. Monte o circuito, seguindo as instruções abaixo:
 - a) A chave **S** deve estar na posição **carga**;
 - b) A chave **R** deve estar na posição **paralelo**;
 - c) A chave **C** deve estar na posição **paralelo**.

Figura 01 - Circuito RC com resistores em paralelo e capacitores e paralelo



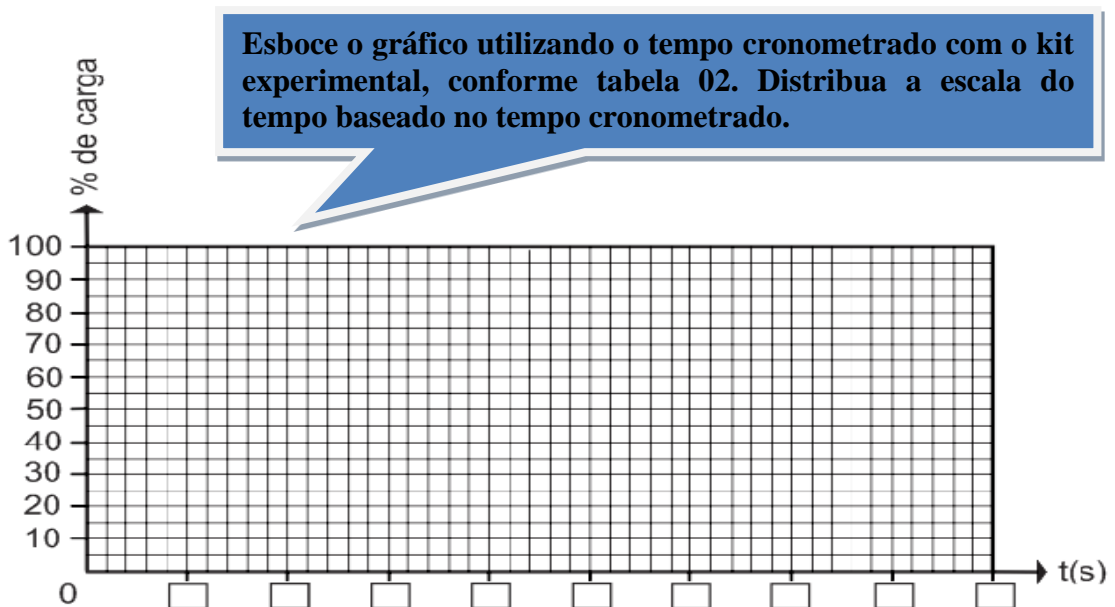
Fonte: Autoria própria



5. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos, $R_1 = 1,0 \text{ M}\Omega$, $R_2 = 1,0 \text{ M}\Omega$, $C_1 = 10 \text{ }\mu\text{F}$, $C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$, colocados em paralelo no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de descarga até atingir 0%, conforme tabela 02.

Tabela 02: Tabela % de descarga x tempo(s)

% de descarga	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
Tempo (s)										



6. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos $R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, $C_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $C_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, colocados em paralelo no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de carga até atingir 100%, conforme tabela 03.

Esboce o gráfico utilizando o tempo cronometrado com o kit experimental, conforme tabela 04. Distribua a escala do tempo baseado no tempo cronometrado.



8. Compare as tabelas 01 e 02, cujos valores de resistores e capacitores já indicados, com as tabelas 03 e 04, onde o aluno escolhera de forma aleatória outros valores. Após a comparação das tabelas descreva quais os fatores que influenciaram no processo de carga do capacitor?

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

O Produto Educacional aqui apresentado tem por objetivo colaborar com a área de Ensino de Física uma vez que se apresenta como uma possibilidade para trabalhar conteúdos de Física na prática, fazendo uso do método experimental. A produção desse material possibilitou ao professor pesquisador, desenvolver novas habilidades para diversificar suas atuações pedagógicas utilizando assim de novas tecnologias para trabalhar com a Física experimental relacionando-a com a teoria.

Esse produto educacional constitui-se de um kit didático experimental para o ensino de resistores, capacitores e circuitos de temporização RC, conteúdo normalmente estudado na terceira série do Ensino Médio. Para o desenvolvimento desse produto também levou-se em consideração a possibilidade de um aluno com necessidades educacionais especiais em sala de aula, algo tão discutido atualmente, nos meios acadêmicos e nos documentos oficiais que permeiam a educação brasileira.

O kit didático produzido foi aplicado e testado em uma turma da terceira série de uma instituição pública de ensino localizada no Município de Cruzeiro do Iguaçu, Sudoeste do Paraná. Com a aplicação do material foi possível verificar que a aula tornou-se mais prazerosa para ambos, educador e educando, isso está ligado diretamente com o ambiente de aprendizagem estabelecido, no qual o aluno pode participar ativamente de toda a aula, tornando-se corresponsável pelo seu aprendizado.

Percebeu-se também por meio dos relatos e comentários dos alunos uma cobrança por mais aulas como a que foi ministrada com a utilização do kit, isso pode motivar trabalhos futuros.

Por fim, esse kit desenvolvido deve ser entendido como uma ferramenta didática, e pode ser utilizado por professores de qualquer região do país fazendo adequações sempre que necessário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARKUS, Otávio. **Circuitos Elétricos**. Ano 2001. Edição 1. Editora Érica Ltda.

CLUBE DA ELETRONICA, Disponível em:

<http://clubedaeletronica.com.br/Eletronica/HTML/deltaestrela.htm> Acesso em 08/08/2017

SALA DA ELETRICA – COMANDOS ELETRICOS

<http://www.saladaeletrica.com.br/comandos-eletricos/> Acesso em 08/08/2017

SOFISICA, Disponível em:

http://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/Georg_Ohm.php

Acesso em 12/09/2017

COMO FAZER AS COISAS, Disponível em:

<http://www.comofazerascosas.com.br/introducao-aos-capacitores-o-que-e-para-que-serve-e-como-funciona.html> Acesso em 10/12/2017

PONTOCIÊNCIA, Disponível em:

<http://www.pontociencia.org.br/galeria/?content%2FFisica%2FEletromagnetismo%2FCodigos+de+Cores+dos+Resistores.jpg> Acesso em 10/11/2017

VANDERTRONIC, Disponível em:

http://www.vandertronic.com/wp-content/uploads/2015/10/Serie_resultado.png

Acesso em 15/12/2017

ELETRONICANOEL, Disponível em:

http://eletronicanoel.blogspot.com.br/2012/06/curso-de-eletronica-circuitos-rc-parte_15.html Acesso em 10/12/2017

OBARICENTRODAMENTE, Disponível em:

<http://www.obaricentrodamente.com/2013/08/um-pouco-sobre-capacitores.html>

Acesso em 10/12/2017

WIKIPÉDIA, Disponível em:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Georg_Simon_Ohm Acesso em 19/12/2017