

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**

ANDREZA DESTEFANO ATAIDES

**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO
DE FÍSICA: MEDINDO CARGA E ENERGIA ARMAZENADA
EM ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES**

CAMPO MOURÃO
2020

ANDREZA DESTEFANO ATAIDES

**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO
DE FÍSICA: MEDINDO CARGA E ENERGIA ARMAZENADA
EM ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES**

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: Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon
Coorientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista

CAMPO MOURÃO
2020

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Ataldes, Andreza Destefano

A utilização da plataforma arduino no ensino de física: medindo carga e energia armazenada em associações de capacitores/ Andreza Destefano Ataldes. – Campo Mourão, 2020.

1 arquivo de texto (147 f.): PDF ; 5,3 MB.

Orientador: Gilson Junior Schlavon

Coorientador: Michel Corci Batista

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Campo Mourão, 2020.

Inclui bibliografia: f. 81-83

1. Arduino (Controlador programável). 2. Capacitores. 3. Ensino de Física – Dissertações. I. Schlavon, Gilson Junior, orient. II. Batista, Michel Corci, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD (22.ed.) 530.07

Biblioteca da UTFPR - Câmpus Campo Mourão

Bibliotecária/Documentalista:
Andréa Del Conte de Paiva – CRB-9/1525

ANDREZA DESTEFANO ATAIDES

**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO
DE FÍSICA: MEDINDO CARGA E ENERGIA ARMazenada
EM ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES**

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.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Bernardo Mattos Tavares
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

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

Campo Mourão, _____ de _____ 2020

Dedico este trabalho ao meu esposo, que esteve ao meu lado com muita paciência e amor incondicional, sempre me apoiando e me incentivando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, que me deu muita força, ânimo e saúde para conseguir passar por todas as etapas desta jornada, que não foram fáceis. Assim, consegui realizar um dos meus maiores sonhos que achava que não iria mais conseguir.

Ao meu esposo, que me ajudou em tudo, desde me dar ânimo e força para não desistir, até mesmo cuidando de nossos filhos quando eu tinha que passar o final de semana em Campo Mourão.

Agradeço aos meus filhos, Arthur e Ana Sofia, que mesmo pequenos, me trouxeram muita alegria quando eu estava desanimada, e mesmo não tendo muita noção do que estava acontecendo, sempre entenderam que eu precisava estudar.

Aos meus pais, que não mediram esforços para cuidar de meus filhos, quando meu esposo não podia, além dos conselhos abençoados que me deram sempre me animando e trazendo as palavras certas para me fortalecer, sempre me dando muito amor. À minha mãe, que sempre me incentivou pois sempre foi o sonho dela ver sua filha mestra. E também, à minha vó Angelina Aparecida Vignoli Paduan, que com seus 95 anos, me deu muitos exemplos para não desistir, e sim prosseguir até o final.

Agradeço as minhas amigas, Andréia Águeda Magron e Luciana Martines, minhas companheiras de viagem de todos os finais de semana, por terem aceitado o convite em participar dessa jornada comigo, por todas as tardes de estudos e pela paciência em estar ao meu lado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon e ao meu coorientador Prof. Dr. Michel Corci Batista que não mediram esforços para me ajudarem na formação profissional, principalmente, no meu Produto Educacional, nos meus trabalhos para que tudo desse certo, e sempre me acompanhando com muita paciência e atenção.

Aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), que colaboraram para o meu aperfeiçoamento e crescimento profissional, com suas contribuições no decorrer desta jornada. Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido a mim por meio de bolsa.

Aos colegas que este programa me trouxe, aos momentos de muita alegria, trocas de experiências, dias maravilhosos que me fizeram pensar que na vida, ainda podemos fazer muitas amizades verdadeiras.

E a todos que contribuíram de alguma forma para minhas pesquisas e para que esse trabalho acontecesse.

“Não se deve ir atrás de objetivos fáceis, é preciso buscar o que só pode ser alcançado por meio dos maiores esforços”.
Albert Einstein

ATAIDES, A. D. **A utilização da plataforma Arduino no ensino de física: medindo carga e energia armazenada em associações de capacitores.** 2020. 147fls. Dissertação do Mestrado Profissional de Ensino de Física – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

RESUMO

É notório que os estudantes estão cada vez mais ativos e por vezes desinteressados em sala de aula. Uma maneira de explorar tal energia é usar isso em prol do desenvolvimento e envolvimento em conhecimentos tecnológicos relacionados a educação, isto é, no processo de ensino aprendizagem. Dessa forma, o estudante, sem perceber, aprende e ensina. O Arduino, enquanto tecnologia apresenta uma infinidade de opções para o professor usar em sala, visto que, a robótica educacional é um campo que cresce, atraindo a atenção dos estudantes, para uma nova visão da educação e sobretudo uma nova forma de aprender, e colocar em prática os conteúdos. Nosso objetivo foi a construção, aplicação e a verificação do potencial pedagógico de um produto educacional constituído por um dispositivo com capacidade de medir a quantidade de carga e energia armazenada em associações de capacitores, utilizando para isso a interface Arduino. Juntamente com o dispositivo foi produzida e implementada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que possibilitou a utilização do dispositivo, ajudando os estudantes a perceberem o uso cotidiano deste conteúdo importante da Física. Nosso trabalho tem um viés qualitativo e foi implementado em uma turma de terceiro ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Cianorte - PR. Para a produção do relato de experiência buscamos alicerce no referencial teórico da aprendizagem significativa. Vimos que por meio da experimentação devidamente planejada, dentro das atividades propostas pela UEPS, o estudante consegue interagir mais nas aulas de Física, tornando-se corresponsável pela sua aprendizagem, tornando esta uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Arduino. Capacitores. Ensino de Física. UEPS. Aprendizagem Significativa.

ATAIDES, A. D. **The use of the Arduino platform in the teaching of physics: measuring charge and stored energy in capacitor associations.** 2020. 147f. Dissertation of the Professional Master 's Degree in Physics Teaching - Federal Technological University of Paraná, Campo Mourão, 2020.

ABSTRACT

It is noticeable that students are increasingly active and sometimes disinterested in the classroom, one way to harness such energy is to use it in favor of the developing and engaging in technological knowledge related to education in the teaching-learning process, thus, the student unknowingly learns and teaches. Arduino presents infinite options of technology for the teacher to use in class and the educational robotics is a growing field, drawing students' attention to a new vision of education and above all a new way of learning, being able to put in practice the classroom contents. Our goal was the construction, application and verification of the educational potential of an educational product which consist in a device capable of measuring the amount of charge and energy stored in capacitor associations using the Arduino interface and at the same time, we had produced and implemented a Potentially Meaningful Teaching Unit, which it had been enable the use of the device, helping students to understand the daily use of this important content of physics. Our work has a qualitative approach and it was implemented in the senior year of the high school class in a public school at the town Cianorte - PR. For the production of the experience report we decided to base our work at the theoretical of meaningful learning. We saw that through properly planned experimentation, within the activities proposed by PMTU, students can interact more in physics classes, becoming co-responsible for their learning, being that a meaningful learning.

Keywords: Arduino. Capacitors. Physics Teaching. PMTU. Meaningful learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama “V” de Gowin.....	30
Figura 2 - Mapa Conceitual de Novak	30
Figura 3 - Esquema da relação triádica da teoria de Gowin.....	39
Figura 4 - Passos para a construção de uma UEPS.	42
Figura 5 - Cargas num capacitor	43
Figura 6 - Estrutura de um capacitor	44
Figura 7 - Capacitor de placas paralelas.	44
Figura 8 - Garrafa de Leyden	45
Figura 9 - Capacitor Eletrolítico	46
Figura 10 - Capacitor de Poliéster.	46
Figura 11 - Capacitor Cerâmico.....	47
Figura 12 - Capacitor de Tântalo.	47
Figura 13 - Capacitor de Mica.	48
Figura 14 - Capacitor de SMD.	48
Figura 15 - Capacitor Variável.	48
Figura 16 - Mega capacitor.....	49
Figura 17 - Gráfico de carga (Q) em função da tensão (U).	50
Figura 18 - Associação de capacitores em série e capacitor equivalente.	52
Figura 19 - Associação de capacitores em paralelo e capacitor equivalente.....	53
Figura 20 - Associação mista de capacitores	54
Figura 21 - Representação do circuito RC	55
Figura 22 - Circuito RC de temporização em série.....	56
Figura 23 - Tensão no capacitor, Tensão no resistor, Corrente do circuito.....	56
Figura 24 - Resposta da primeira atividade da equipe A.....	66
Figura 25 - Resposta da primeira atividade da equipe B.....	66
Figura 26 - Resposta da segunda atividade da equipe A.....	67
Figura 27 - Resposta da segunda atividade da equipe B.....	68
Figura 28 - Resposta da terceira atividade da equipe A.....	69
Figura 29 - Resposta da terceira atividade da equipe B.....	69
Figura 30 - Estudantes assistindo o vídeo sobre “ <i>Touch Screen</i> ”	70
Figura 31 - Resposta da quarta atividade da equipe A.....	71

Figura 32 - Resposta da quarta atividade da equipe B.....	71
Figura 33 - Alguns estudantes durante a aula expositiva	72
Figura 34 - Medindo da capacitância dos capacitores.....	73
Figura 35 - Estudante digitando a capacitância no kit experimental.....	74
Figura 36 - Equipe preenchendo as tabelas	74
Figura 37 - Estudantes na prática de associação de capacitores em série.....	75
Figura 38 - A equipe conseguindo encontrar o erro	76
Figura 39 - Os estudantes desenvolvendo os exercícios individualmente	77
Figura 40 - Modelos de panfletos produzidos pelos estudantes.....	78
Quadro 1 - Disposição dos módulos do roteiro de ensino	60
Quadro 2 - Disposição dos módulos da Sequência Didática.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
μF	Microfarad
nF	Nanofarad
pF	Picofarad
E	Energia potencial elétrica (J)
Q	Quantidade de carga elétrica (C)
U	Tensão (V)
C	Capacitância (F)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL	22
2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA	27
2.2.1 PRINCÍPIO DO CONHECIMENTO PRÉVIO, APRENDEMOS A PARTIR DO QUE JÁ SABEMOS	28
2.2.2 PRINCÍPIO DA INTERAÇÃO SOCIAL E DO QUESTIONAMENTO: ENSINAR/APRENDER PERGUNTAS AO INVÉS DE RESPOSTAS	28
2.2.3 PRINCÍPIO DA NÃO CENTRALIDADE DO LIVRO TEXTO	29
2.2.4 PRINCÍPIO DO APRENDIZ COMO PERCEPTOR/REPRESENTADOR	31
2.2.5 PRINCÍPIO DO CONHECIMENTO COMO LINGUAGEM	31
2.2.6 PRINCÍPIO DA CONSCIÊNCIA SEMÂNTICA	32
2.2.7 PRINCÍPIO DA APRENDIZAGEM PELO ERRO	33
2.2.8 PRINCÍPIO DA DESAPRENDIZAGEM	34
2.2.9 PRINCÍPIO DA INCERTEZA DO CONHECIMENTO	35
2.2.10 PRINCÍPIO DA NÃO UTILIZAÇÃO DO QUADRO-DE-GIZ	36
2.2.11 PRINCÍPIO DO ABANDONO DA NARRATIVA	37
2.3 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS - UEPS	39
2.3.1 PASSOS PARA ELABORAÇÃO DE UMA UEPS	40
2.4 UMA INTRODUÇÃO AO ESTUDOS DOS CAPACITORES	43
2.4.1 CAPACITORES	43
2.4.2 A GARRAFA DE LEYDEN: O PRIMEIRO CAPACITOR	45
2.4.3 CARGA ELÉTRICA E CAPACITÂNCIA	49
2.4.4 ENERGIA POTENCIAL ELÉTRICA DE UM CAPACITOR	50
2.4.5 ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES	51
2.4.6 ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES EM SÉRIE	51
2.4.7 ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES EM PARALELO	53
2.4.8 ASSOCIAÇÕES MISTAS DE CAPACITORES	54
2.4.9 CIRCUITO DE TEMPORIZAÇÃO RC	55
2.4.10 CIRCUITO DE CARGA DO CAPACITOR	55

3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	58
4 ESTRUTURA DE UMA UEPS	61
4.1 PROPOSTA DA UEPS	62
4.1.1 ORGANIZAÇÃO DO ROTEIRO DA UEPS	63
5 RELATO DE EXPERIÊNCIA	64
5.1 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	64
5.1.1 AS TAREFAS REALIZADAS PELOS ESTUDANTES SEGUINDO OS PASSOS DA UEPS ..	64
5.1.1.1 MÓDULO 1 – PRIMEIRO ENCONTRO	64
5.1.1.2 MÓDULO 2 – SEGUNDO ENCONTRO.....	72
5.1.1.3 MÓDULO 3 – TERCEIRO ENCONTRO.....	73
5.1.1.4 MÓDULO 4 – QUARTO ENCONTRO.....	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICES	84
APÊNDICE A – A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO DE FÍSICA: MEDINDO CARGA E ENERGIA ARMAZENADA EM ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES.....	85

1 INTRODUÇÃO

A Física se arvora como uma das mais antigas ciências estudadas pela humanidade. Dota-se de uma abrangência e importância sem igual, pois tem como objeto de estudo desde investigações da estrutura da matéria até a formação e origem do universo. Portanto, a Física e seus princípios tornam-se essenciais na explicação dos fenômenos de nosso cotidiano, sendo assim, o estudo da Física se faz cada vez mais imprescindível no que tange conhecer e compreender a natureza que nos cerca e quiçá do mundo tecnológico em transformação cada vez mais rápido.

Isto posto, observa-se que a escola, tal qual conhecemos, tem sido alvo de críticas principalmente pelo baixo nível da qualidade do ensino, não conseguindo desta forma preparar os estudantes para os desafios a eles propostos, seja trabalho ou a continuidade dos estudos em um curso técnico ou em uma universidade.

De acordo com Freire (1992), este modelo de ensino, classificado como ensino “bancário”, está longe de alcançar resultados satisfatórios na formação dos estudantes, seja pelo grau de complexidade dos conteúdos, seja pela não apropriação dos conhecimentos básicos requeridos ao final do ensino médio com aprendizagem significativa. Isto ocorre principalmente por não terem sido desenvolvidas atividades nas quais os estudantes se sintam protagonistas, com situações reais e que participem ativamente do processo de aprendizagem.

Sendo assim, podemos afirmar que o ensino das ciências, a se destacar o ensino de Física, encontra-se em crise, uma vez que, a carreira docente encontra-se desprestigiada e desvalorizada, com formação, muitas vezes deficitária, empurrando nossa educação a um processo de ensino-aprendizagem mecanizado, pautado na “decoreba” e na repetição, tornando ainda mais difícil ao educando apreender o conteúdo. Como consequência, temos observado uma crescente dificuldade em formar estudantes pensantes e ativos, pois o professor compete, de forma desigual, com aparatos tecnológicos muito mais interessantes que as aulas em si. Diante disto, os professores relatam a crescente falta de interesse por parte dos estudantes, que por sua vez, reclamam que os professores apresentam uma aula de Física modorrenta e cansativa, conduzindo conteúdos totalmente abstratos, sem lhes despertar interesse algum.

A partir deste ponto de vista, observa-se uma urgente necessidade de mudança no que tange ao ensino de Física na educação básica, necessitando despertar no estudante um prazer por estudar a Física. Assim, um planejamento com aulas dinâmicas e foco no aprendizado significativo que desperte nos estudantes um senso crítico, promovendo uma aproximação entre a teoria e a prática se faz extremamente necessário.

Fica cada vez mais claro ao professor que sua prática docente deve mudar. Não podemos e, principalmente, não devemos mais ensinar nossos estudantes com base apenas naquilo que nós aprendemos. O professor cada vez mais necessita ser inovador, isto é, um docente inovador, que forneça aos estudantes, meios que tornem a aula um momento cheio de significado de aprendizado, e acima de tudo, de prazer.

Nosso estudante de hoje não é mais aquele de 20 ou 30 anos atrás. Aliás, nem mesmo o de 10 anos atrás, pois nos dias de hoje ele está rodeado de diferentes tecnologias com rapidez no acesso a informações. Tudo se torna mais interessante que a própria aula em si. Ademais a disciplina de Física é acima de tudo uma ciência pautada na experimentação e na prática. Portanto, a realização de experiências e práticas é essencial no seu ensino. Partindo daí, a atividade de práticas experimentais surge como importante recurso pedagógico e um aliado notável no processo de despertar o interesse dos estudantes.

Nos dias atuais, uma nova vertente metodológica tem crescido. Ela se refere ao ensino das Ciências, em especial a Física e tem como foco inculcar, na prática docente, o uso de novas e variadas tecnologias, modificando a metodologia pedagógica e tirando do professor o antigo papel de detentor único e exclusivo do conhecimento dos fenômenos físicos e naturais, incorporando aos estudantes um papel cada vez mais importante, tendo seus professores como norteadores e indicadores de caminhos. Neste contexto o ambiente escolar se torna mais atrativo e significativo a estes agentes da educação, a saber, os professores e estudantes.

Assim, também, o uso das novas tecnologias em sala de aula tem se destacado como uma ferramenta extremamente útil, facilitando o acesso a materiais como artigos, documentários, análises gráficas, experimentos e vídeos, pois contribui de forma prática para o processo de ensino aprendizagem.

De acordo com Vygotsky (1984), o desafio para com o estudante é parte essencial para que o mesmo possa aprender de forma significativa, sempre levando em consideração o seu conhecimento prévio. Desta forma, aliando o protagonismo do estudante com o respaldo do professor, agora norteador e não detentor máximo do conhecimento. Neste sentido temos que destacar as benesses que os recursos tecnológicos podem proporcionar ao processo educacional mesclando a metodologia com o método na incessante procura de um ensino que traga interação e significado.

Segundo Duminelli (2016), dentre as ferramentas tecnológicas mais ricas e debatidas atualmente, temos a robótica, que em sua terminologia base consiste em construir e programar robôs, bem como outros mecanismos ou dispositivos, que de forma autônoma e precisa, desempenhem funções ou somente movimentos. O grande detalhe positivo está em que tais

práticas podem ser realizadas usando materiais de baixo custo e até mesmo recicláveis, como por exemplo, componentes eletroeletrônicos, brinquedos velhos e outros.

A partir de sua concepção e invenção, os robôs nasceram com um número muito grande de finalidades. A exemplo de como surgiram os PC's "*Personal Computer*", os telefones celulares e as demais tecnologias de nosso cotidiano, que acabaram sendo usados nas mais variadas metodologias educacionais, visando uma aula mais eficiente, participativa e principalmente mais significativa. É hora de os professores usarem estas tecnologias a seu favor na construção de aulas excepcionais, pois, por meio da construção, montagem e programação dos robôs, o estudante vai estabelecer, criar e trazer a sua realidade e ao seu universo uma perspectiva de aprendizagem mais atual, autônoma e desafiadora.

Sendo assim, se faz cada vez mais urgente que o professor neste novo ambiente descubra novas formas de provocar e atizar em seus estudantes o desejo pela aprendizagem, mostrando-lhes como lidar com o excesso de informações, ajudando-os a focar sua atenção nestes projetos a serem desenvolvidos.

A robótica, portanto, tem potencial de se tornar uma ferramenta no desenvolvimento do pensamento científico pelos estudantes, pois seu uso e manuseio requer uma série de capacidades cognitivas, que levam os estudantes a sentirem a clara necessidade de se aprofundarem nos conceitos, terminologias e práticas ligadas ao ensino de Física, para que seus robôs funcionem e realizem as atividades e desafios propostos pelo professor.

A robótica educacional tem como principal objetivo ajudar no processo de aprendizagem, sendo assim, se faz necessário frisar que a mera introdução da robótica, por ser uma inovação educacional, sem uma prática pedagógica adequada, ou para passar o tempo da aula, pode ser um erro, logo as duas coisas se complementam, a robótica na prática e a metodologia pedagógica do docente.

Tão importante quanto os avanços tecnológicos estão no desenvolvimento da robótica, a verdadeira questão fundamental da perspectiva educacional não é a própria tecnologia; é a teoria educacional e o currículo orientando o uso da robótica em qualquer contexto educacional. O robô é apenas outra ferramenta, e é a teoria educacional que determinará o impacto de aprendizagem proveniente de aplicações robotizadas.

De acordo com Trentin (2015) se faz necessário entender que a robótica como prática educacional não é apenas um entretenimento ou um mero passatempo. Trata-se de uma ferramenta que possibilita, facilita e permite a aprendizagem de inúmeras habilidades de forma extremamente prazerosa, nas quais os estudantes e o professor interagem através do lúdico, culminando no tão esperado processo de aprendizagem de forma significativa e prática.

Assim sendo, esta dissertação tem como proposta o desenvolvimento de um aparelho com capacidade de medir a quantidade de carga e energia armazenada em capacitores e suas associações, tendo como foco central propiciar um ambiente de ensino-aprendizagem estimulante e desafiador e acima de tudo, significativo.

O presente trabalho está organizado como segue: Capítulo 1 refere-se ao ensino de Física e a importância da robótica educacional; o Capítulo 2 apresenta uma visão das Teorias de Aprendizagem, baseados em Ausubel, uma abordagem sobre Aprendizagem Significativa Crítica e UEPS, de Marco Antônio Moreira, com base em Ensino por Investigação e abordagem experimental, e o conceito básico sobre capacitores; o Capítulo 3 discute os encaminhamentos metodológicos que serão os pilares do desenvolvimento do trabalho a ser desenvolvido, pesquisa-ação e o uso de recursos tecnológicos; o Capítulo 4 tem como finalidade descrever a estrutura de uma UEPS no ensino de Física; e por fim, o Capítulo 5 consiste no relato de experiência das atividades desenvolvidas durante o projeto.

Partindo de reflexões e constatações, como as que foram apresentadas, construiu-se, experimentou-se e analisou-se uma proposta de ensino por meio da qual se pretende, ao final, responder às seguintes questões: a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que foi construída tem potencial como recurso de aprendizagem dos capacitores? O kit experimental desenvolvido é potencialmente significativo auxiliando os estudantes na ocorrência da aprendizagem significativa?

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como já argumentado anteriormente, a Física é um dos campos mais antigos da ciência estudada pelo homem, com ampla abrangência nos mais variados campos de pesquisa. Portanto, a Física e seus princípios se fazem essenciais no processo de explicação dos diferentes fenômenos de nosso dia a dia. Desta forma, o estudo da Física deve mostrar aos estudantes situações reais, na quais seus princípios ajudam na resposta e na compreensão da natureza, devendo assim despertar o gosto pela Ciência.

O Ensino de Física no Brasil, antes das mudanças ligadas a Base Nacional Comum Curricular - BNCC estava restrito apenas ao ensino médio, com noções básicas contempladas apenas no 9º Ano do ensino fundamental, séries finais, mas muitas vezes não lecionadas por alguns professores. Entretanto, com as mudanças da Base Curricular, o conteúdo de Física, passa a ser discutido com mais detalhes, já no ensino fundamental, desde o 6º ano, aumentando ainda mais sua importância.

Não obstante, a Física, notoriamente, está entre as disciplinas que os estudantes mais sentem dificuldade e demonstram não gostar. Tal histórico negativo deve-se em virtude do preconceito prévio que os estudantes têm da disciplina antes mesmo de a conhecerem ou terem contato com a mesma.

Muitos fatores contribuem para esta péssima fama e imagem da Física. Dentre eles, ressaltamos a difícil linguagem matemática utilizada, o grande distanciamento entre o que é ensinado dentro de sala e o mundo cotidiano, o distanciamento entre professor e estudante e principalmente, a falta de interdisciplinaridade ampliando e dificultando ainda mais o aprendizado, pois os estudantes se sentem ainda mais desestimulados.

Conforme Sanches e Neves (2011, p. 9), ela “é uma das ciências que investiga por excelência os fenômenos da natureza e, além do seu próprio campo de pesquisa, age como ciência transversalizadora para outras áreas do conhecimento”.

Sendo assim, o já combatido ensino de Física enfrenta grandes dificuldades para romper com o modelo tradicional de ensino, pautado muitas vezes somente na aula expositiva, quadro e giz, com aplicação de exercícios a serem resolvidos com fórmulas a serem decoradas. Sem falar no quase nulo uso de laboratório ou na falta de aulas práticas, finalizando com provas escritas.

Segundo Freire (1992), esse modelo de ensino, está longe de alcançar resultados satisfatórios na formação dos estudantes, seja pelo grau de complexidade dos conteúdos, seja pela não apropriação dos conhecimentos básicos requeridos ao final do ensino médio com

aprendizagem significativa. Isto se deve principalmente por não terem sido desenvolvidas atividades nas quais os estudantes se sintam diante de situações reais e participem ativamente do processo de aprendizagem.

Em pleno século XXI, o ensino de Física, seja ele em qualquer nível ou formação, precisa muito mais que apenas domínios matemáticos, visto que atualmente é exigido que os indivíduos se aperfeiçoem continuamente em prol de seu desenvolvimento. Nesse sentido, a Física como área do conhecimento deve ser ensinada em situações contextualizadas, tendo o professor como mediador que apresente problemas do cotidiano dos estudantes, sem dispensar todo o seu formalismo.

É preciso urgentemente desenvolver/adaptar estratégias de ensino que tornem seu aprendizado mais significativo, e que possa ser retido por mais tempo no cognitivo dos estudantes. Devemos lembrar que “Ensinar não é transmitir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (Freire, 1992 p. 25).

Portanto, a necessidade de compreender sua linguagem está associada ao aumento da curiosidade e vontade de agregar novos conhecimentos à cognição do estudante, logo, cabe a Física auxiliar no desenvolvimento de sua autonomia e habilidades para trabalhar, expondo suas opiniões e convicções, levando-os a compreender melhor a vida em termos de Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Diante dessa proposição, a Física como disciplina da chamada Ciências da Natureza, deve contribuir de forma efetiva para a construção de uma visão voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade.

Desta forma, Senra (2011, p. 19) diz que.

[...] para que o ensino de Física contribua na participação do estudante na sociedade de forma mais efetiva, ela não deve ter como objetivo apenas a aprendizagem de fatos, teorias e leis, pois é preciso proporcionar ao aprendiz uma compreensão crítica da natureza da ciência e da tecnologia [...]

Para tanto, se faz essencial que o ensino de Física, propicie condições, para o desenvolvimento de habilidades, por meio de estratégias, muito bem estruturadas e organizadas, levando em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, apoiados na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que será abordada em capítulo futuro.

Logo, desenvolver o ensino de Física em uma perspectiva crítica, em consonância com o movimento CTS, ajudará a ampliar o olhar sobre qual é o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, proporcionando discussões sobre questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais.

Partindo então da premissa de que o ensino de Física precisa e deve ser revisto, principalmente nos dias atuais, pois temos novas demandas e uma contínua exigência educacional, o mesmo ainda apresenta déficits, restringindo-se a conceitos, memorização de leis e fórmulas, de modo desarticulado e descontextualizado.

Ressaltamos então que o uso da robótica educacional nas aulas de Física pode ser introduzido em atividades experimentais, com o intuito de torná-las mais significativas para os estudantes. Experiências incorporadas com robótica podem ser realizadas na programação de robôs para executar uma tarefa específica.

Outro ponto importante a ser observado nas aulas de robótica consiste no fato de que os estudantes não são uniformes, muito menos seguem a mesma régua. Portanto, no desenvolvimento e resolução dos desafios ou problemas de seus projetos geralmente encontram caminhos diversos e imprevisíveis, muitas vezes diferentes do esperado pelo próprio professor. Isto mostra que cada estudante faz seu caminho na apropriação dos conteúdos e no processo de ensino aprendizagem.

Sendo assim, a robótica educacional instiga os estudantes a desenvolverem sua autonomia, sua capacidade de trabalhar em grupo, elaborar e desenvolver projetos, a capacidade de pensar múltiplas alternativas para resolução de problema; pensamento lógico e a capacidade de organização, execução e planejamento de projetos.

A partir de agora faremos uma revisão no que se refere à Teoria da Aprendizagem Significativa que fundamenta a construção do nosso kit pedagógico, usando como base as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL

Em contraponto ao que chamamos de aprendizagem mecânica (aquela que o estudante, aprende novas ideias, conceitos ou informações, sem que exista nenhuma interação com seu conhecimento prévio) nasce o que chamamos de aprendizagem significativa, baseada nas teorias de David Paul Ausubel (1973).

A aprendizagem significativa nasce como uma tentativa de dar significado ou sentido entre os novos conhecimentos e os conceitos prévios já existentes no estudante. O que nos fica bem claro, é que tal interação precisa de elementos preexistentes relevantes para que a aquisição do novo conhecimento, de fato ocorra.

Segundo Pilatti (2016) a aprendizagem mecânica é o contraponto da aprendizagem significativa, pois a aprendizagem dos conteúdos se dá de modo automático, sendo então a mais comum na Educação Básica.

Pilatti (2016) afirma ainda que a aprendizagem mecânica tem pouco significado sendo muitas vezes puramente de memorização, pois, não acontece a interação entre a nova informação e a armazenada na estrutura cognitiva do estudante, ou seja, não há aprendizagem substantiva da nova informação, apenas literal.

Tais elementos relevantes precisam estar presentes na estrutura cognitiva do estudante, pois as mesmas atuam como uma âncora, cuja finalidade é de atribuir significados aos novos conceitos ou informações, o que são chamados de “conceitos subsunçores”, que podemos entender como sendo conceitos âncora. Portanto, sempre que este tipo de aprendizagem ocorre, acontecem mudanças nos conhecimentos e concepções existentes em função de sua interação com a nova informação. Aprender significativamente significa aumentar o número de “links” feitos no cognitivo do estudante e, por conseguinte ampliar ideias já existentes, significando assim mais conhecimentos consolidados.

Assim sendo, observa-se que na Teoria da Aprendizagem Significativa, acontece uma reestruturação na estrutura cognitiva do estudante, modificando de forma profunda suas concepções e dimensões, na qual cada novo conhecimento é também um novo significado, que se consolida e tende a servir de base para a aquisição de conhecimentos novos no futuro. Fica também claro que para que se alcance esta aprendizagem requerida, o professor pode e deve utilizar recursos didáticos que sejam potencialmente significativos.

Dentre os muitos recursos didáticos, as atividades experimentais têm se mostrado de extrema relevância no que tange a compreensão dos fenômenos físicos, pois as mesmas

ocasionam a compreensão ou ressignificação de conceitos ou percepções de ideias previamente discutidas em sala de aula, segundo Sonvez (2019).

Desta forma, o uso deste recurso deve ser realizado no sentido de que o mesmo possa contribuir na superação de limites entre teoria e prática por parte do estudante, fazendo com que o mesmo tenha uma profunda reflexão sobre o que é Ciência. Deve ser elaborado de forma planejada, tornando esta prática, um ambiente de comparação de hipóteses e não de mera verificação, no sentido de *deu certo, ou errado*.

Atualmente em salas de aula os estudantes estão cheios de informação e de maneira empírica formulam seus conceitos físicos em seu meio. Nesse sentido, a atividade experimental encaminhada de maneira correta e adequada pode de fato levar o estudante a questionar as ideias por ele construídas sobre certo assunto, abrindo caminho para uma efetiva aprendizagem significativa.

De acordo com Batista (2009), o papel do professor no decorrer da atividade experimental deve ser de mediador, com o objetivo de auxiliar o estudante a chegar a uma problematização dos conteúdos, propiciando o despertar para a curiosidade, bem como estimulá-los para que ocorra uma aprendizagem significativa. Para tanto, o professor deve fazer observações e intervenções sempre que for necessário para o desenvolvimento da atividade.

Para Silva, Schirlo (2014, p. 41):

Espera-se que a escola forme estudantes capazes de compreender o mundo e dele participar de forma crítica e criativa. Logo, é preciso que sejam reforçadas as reflexões que valorizam as iniciativas de ruptura paradigmática nos processos de ensinar e aprender; acima de tudo, devem ter compromisso com a formação de cidadãos reflexivos, críticos e com condições de continuar a aprender e a produzir conhecimentos socialmente relevantes.

Outrossim, os estudantes necessitam de que os conteúdos ou conceitos só terão importância se para os mesmos tiverem significado. Por este motivo, a experimentação trata-se de uma importante ferramenta para que o estudante possa comparar o que sabe com o resultado do experimento, levando-os a refletir e ressignificar seus conceitos sobre certos fenômenos físicos, dentre outros.

David Ausubel desta forma propõe a “Teoria da Aprendizagem Significativa” que nasce de uma reflexão e de uma explicação teórica do clássico processo de aprendizagem, com intuito de tornar ainda mais clara a aprendizagem escolar e o ensino de modo geral (Ausubel, 1973) no qual os conhecimentos que os estudantes possuem, necessitam de valorização, pois,

somente a partir deles existirá a construção de estruturas mentais que os permitirá redescobrir outros conhecimentos. Processo este, que caracteriza uma aprendizagem prazerosa e eficiente.

De acordo ainda com Ausubel (1980), se um conteúdo novo, não for incorporado ao conhecimento prévio do estudante de forma significativa, este processo de aprendizagem torna-se cansativo, repetitivo, mecânico, pois apenas produziu-se informação ou mera incorporação e atribuição de significado; assim tal conteúdo acaba sendo armazenado isoladamente na sua estrutura cognitiva, ou seja, se torna algo sem significado.

Para entender e compreender o que é aprendizagem significativa, faz-se necessário que antes de tudo se entenda o processo de modificação do conhecimento, reconhecendo a importância dos processos mentais no desenvolvimento. Desta forma, Ausubel e suas ideias são caracterizadas por se basearem numa reflexão altamente especificada da aprendizagem.

Desta forma, fica claro que para que ocorra o processo de aprendizagem significativa de Ausubel duas condições se fazem presentes: a disposição do estudante em aprender, pois o mero decorar não produz significado algum, e o conteúdo escolar ter um potencial significativo, ou seja, o conteúdo precisa de uma lógica e ser psicologicamente significativo.

Portanto, para Ausubel (1980), cada estudante filtra por si só os conteúdos que recebe do professor, determinando, desta forma para eles próprios, os que possuem ou não significado. Sendo assim, a aprendizagem significativa se dá no entrelaçamento entre o conhecimento prévio do estudante com o novo conhecimento ensinado, se este for realmente significativo, provoca uma mudança na estrutura cognitiva do estudante.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34) explicam que “a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e estes, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa”. Portanto, as experiências de aprendizagem do estudante se organizam em seu processo cognitivo em níveis de hierarquia, o que favorece a aprendizagem dos conceitos científicos, pois os mesmos também são constituídos por uma organização de conceitos e afirmativas que compõem um amplo aspecto de novas relações e interações que dialogam de forma direta com a própria estrutura do estudante.

Ainda de acordo com Ausubel (1973), quando o estudante não possui os chamados subsunçores, ou ainda quando os mesmos são insuficientes ou deficitários, se faz necessário o uso de organizadores prévios que podem então servir como ativadores de tais subsunçores.

De acordo com Moreira e Masini (2006), os organizadores prévios que podem ser usados vão desde textos, filmes, mapas conceituais, esquemas, fotos, desenhos e até perguntas. Serão aplicados e apresentados aos estudantes de forma geral permitindo a integração dos novos conceitos aprendidos, facilitando a interação desta nova informação com o conhecimento já

existente. Precisa-se ressaltar que o organizador prévio não se trata de um resumo. Entretanto, segundo Ausubel (1973), o mesmo necessita ser genérico para que seja então capaz de realizar a conexão da nova ideia, atuando como um elo com a estrutura hierárquica de conhecimento prévio do estudante.

Porém, se o estudante não é dotado de nenhum conhecimento prévio em relação ao conteúdo que lhe será apresentado, surge então a necessidade de que professor lhe apresente o novo conteúdo, ao passo que, se o conhecimento existe, mas está inativo, mais uma vez o professor tem a responsabilidade de ativar o conhecimento existente antes de inserir novos conhecimentos.

Ausubel (1973) ainda sugere que o material a ser aplicado deve ser potencialmente significativo para que o estudante desenvolva uma disposição de se relacionar com o novo material, para que ocorra uma ancoragem cognitiva. Pois, previamente quando o estudante recebe uma informação nova, ocorre uma tentativa de incluir tal informação em um dos subsunçores prévios. Isto é, a nova informação é então efetivamente relacionada com as já existentes em sua estrutura cognitiva.

Para Moreira e Masini (2006), uma das maneiras de acelerar o processo de subsunção, seria associar os recursos de ensino usados pelo professor com referências e comparações em atividades que venham exigir dos estudantes o uso do conhecimento de maneira nova.

Ausubel, Novak e Haniensem (1980, p. 42) alertam que a aprendizagem significativa “não deve ser interpretada simplesmente como a aprendizagem de material significativo” neste processo de aprendizagem significativa os materiais são potencialmente significativos e devem apresentar significado.

Sendo assim, o professor é responsável por conduzir o estudante no processo de identificação do conteúdo que realmente seja relevante em sua estrutura cognitiva, demonstrando-lhes a importância e necessidade deste conteúdo para a aprendizagem do novo material.

Ausubel, Novak e Haniensem (1980, p.42) afirmam ainda que o conteúdo precisa conter relações que ofereçam uma visão geral do material de forma mais elevada no processo de abstração, além de fomentar elementos de organização que incluam e destaquem o conteúdo específico do novo material.

A aprendizagem significativa pode ser:

- Representacional: consiste na compreensão dos significados dos símbolos ou palavras;
- Proposicional subordinada: consiste na assimilação de um novo conceito aos conceitos específicos pré-existentes na estrutura cognitiva do estudante;

- Proposicional superordenada: consiste no nascimento de um novo conceito, resultado da relação entre os significados de ideias presentes na estrutura cognitiva do estudante;
- Proposicional combinatória: consiste na relação de um novo material, com o conjunto amplo e relevante de ideias.

E por último, a Teoria da Aprendizagem Significativa, de acordo com Moreira (1999, p. 22) nos diz que a medida que o estudante adquire ou estuda novos conceitos ocorre uma relação entre os novos conhecimentos e os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva, de forma a ancorar essa nova informação. Portanto obter novas aprendizagens significativas requer juntar novos símbolos e novas relações entre os conceitos anteriormente adquiridos e novos.

2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

David Ausubel, no ano de 1963, publica seus primeiros trabalhos com referência a chamada Teoria da Aprendizagem Significativa. Este processo de aprendizagem é baseado nos conhecimentos prévios dos estudantes, os chamados subsunçores, e de que forma a os novos conhecimentos interagem com os conhecimentos já existentes.

No ano de 2010, o Professor Doutor Marco Antônio Moreira propõe um novo processo de aprendizagem, denominado de Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, no qual ele adapta a teoria da aprendizagem de Ausubel, para os estudantes da sociedade moderna e atual, proporcionando-lhes além do significado no que aprendem a criticidade, pois, o estudante atual, deve, enquanto aprender, ser formado de forma crítica, de tal maneira que possa expor o conhecimento, das mais variadas formas.

Portanto, Para Moreira (2010, p. 2):

...meu argumento neste trabalho é que, nestes tempos de mudanças rápidas e drásticas, a aprendizagem deve ser não só significativa, mas também subversiva. Meu raciocínio é o de que aprendizagem significativa subversiva é uma estratégia necessária para sobreviver na sociedade contemporânea. Contudo, o termo aprendizagem significativa crítica pode ser um rótulo mais adequado para o tipo de subversão ao qual estou me referindo.

Como já abordado no presente trabalho, nos fica cada vez mais claro que na aprendizagem significativa, o estudante está longe de ser um mero receptor passivo, pelo contrário, o estudante é um agente ativo na construção do seu conhecimento, isto é, ele próprio produz seu conhecimento, fazendo uso dos significados internalizados, de forma substantiva e não arbitrária, ao mesmo tempo em que progressivamente modifica sua estrutura cognitiva, reconciliando e integrando as semelhanças e diferenças na reorganização de seu conhecimento.

A aprendizagem significativa crítica permite ao estudante estar inserido na sua cultura, bem como, estar fora dela, não sendo, portanto, subjugado por seus ritos, mitos e ideologias, lidando de forma construtiva com as mudanças, sabendo então manejar as informações de forma lúcida, usufruindo desta forma, do desenvolvimento da tecnologia sem tornar-se dependente da mesma e sabendo também lidar com as diferenças de ideias.

De acordo com Moreira (2010), os chamados 11 princípios, demonstrados a seguir, são perfeitamente viáveis de serem implementados em sala de aula e são, ao mesmo tempo, críticos (subversivos) em relação ao que normalmente nela ocorre.

A teoria da aprendizagem significativa crítica, norteia-se pelos 11 princípios, a seguir:

2.2.1 Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que já sabemos.

A aprendizagem significativa, no sentido de captar e internalizar significados socialmente construídos e contextualmente aceitos é o primeiro passo, ou condição prévia, para uma aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2010, p. 08).

A partir daí, somente iremos aprender aquilo que já sabemos o que acaba, por contrariar a lógica dominante e vigente dentro das escolas, de que se o estudante não sabe muito, é porque sua capacidade de aprender não é muito grande, logo, se os professores preparam suas aulas, tomando por base o que os estudantes sabem tais conhecimentos prévios, deixam de ser elementos vazios na aprendizagem do estudante e passam a ser na verdade, um ponto de partida de todo o processo de aprendizagem.

De acordo Moreira (2010), a teoria da aprendizagem significativa crítica apresenta uma grande coerência com qualquer tipo de teoria construtivista de aprendizagem ou desenvolvimento cognitivo, por exemplo, no modelo piagetiano, onde não existe uma ênfase no conceito de aprendizagem, pois sua teoria baseia-se no chamado desenvolvimento cognitivo. Para Piaget, temos o chamado aumento de conhecimento, portanto na ótica piagetiana, só existe aprendizagem ou aumento de conhecimento, quando o esquema de assimilação sofre acomodação, que pode ser feita pela reestruturação de esquemas pré-existentes ou pela construção de novos.

Desta forma, podemos estabelecer uma analogia entre a teoria piagetiana e a teoria de aprendizagem significativa, pois, para Ausubel, a nova informação seria na aprendizagem significativa o que conhecemos como subsunçor e na teoria piagetiana o seu correspondente seria a assimilação.

2.2.2 Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.

Quando professores e estudantes vivem uma interação social, os mesmos acabam por compartilhar significados, o que acarretará na concretização de um episódio de ensino, portanto, compartilhar significados é um resultado claro da negociação de significados que ocorre entre estudante e professor.

Devemos então perceber que essa negociação precisa envolver uma permanente troca de perguntas e não somente de respostas. Um ensino que se baseia apenas em respostas do professor para o estudante e vice e versa como ocorre corriqueiramente nas salas de aulas e, não apresenta nenhuma criticidade, mesmo que gere alguma aprendizagem, a mesma será acrítica e por definição mecânica. Em contrapartida, um ensino com base na interação entre professor e estudante, que enfatize o intercâmbio de perguntas, tende a ser crítico e gerar a aprendizagem significativa crítica.

Para Moreira (2010, p. 9):

Quando o estudante formula uma pergunta relevante, apropriada e substantiva, ele utiliza seu conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal, e isso é evidência de aprendizagem significativa. Quando aprende a formular esse tipo de questões sistematicamente, a evidência é de aprendizagem significativa crítica. Uma aprendizagem libertadora, crítica, detectora de bobagens, idiotices, enganações, irrelevâncias. Consideremos, por exemplo, a propalada disponibilidade de informações na internet. Ora, na internet qualquer um disponibiliza a informação que bem entender.

Entretanto, não podemos negligenciar ou negar a validade dos momentos de explicação do professor, pois para Freire (2003), é extremamente essencial que professor e estudantes dialoguem, de forma aberta, curiosa, indagadora e ativa, para que ocorra uma interação entre o que se fala e o que se ouve, sempre de maneira curiosa.

A aprendizagem significativa crítica, porém, não deve ser baseada apenas na relação de perguntas entre professor/estudantes, mas deve, entretanto, ser usada como mais uma ferramenta facilitadora dessa aprendizagem.

2.2.3 Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais.

Na escola atual, o livro de texto ou didático, tornou-se aquilo que simboliza a base de todo conhecimento, tanto para professores, quanto para estudantes, que agem, como se todo o conhecimento está ali, sem o menor questionamento.

Existem outros textos que podem ser usados como base para aulas, artigos científicos, contos, poesias, crônicas relatos, obras de arte e tantos outros materiais que mostram de forma mais eficiente e real a produção do conhecimento humano.

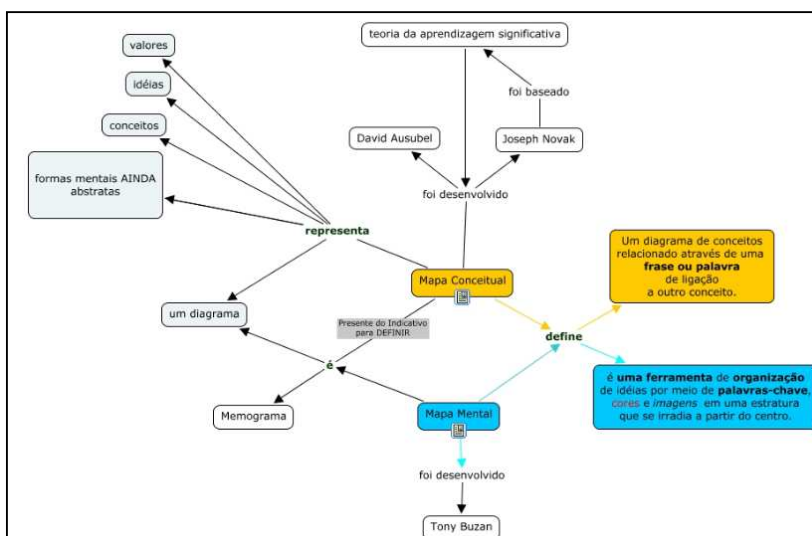
A utilização de materiais diversos, como o V epistemológico de Gowin, conforme figura 1 e os mapas conceituais de Novak, conforme figura 2, também facilitam a aprendizagem significativa crítica.

Figura 1 - Diagrama “V” de Gowin



Fonte: Moreira (2012, p. 3)

Figura 2 - Mapa Conceitual de Novak



Fonte: IHMC (2019)

Moreira (2010, p. 09) deixa claro, que a diversidade de materiais instrucionais é um caminho, para a substituição ao livro didático, não obstante, não se trata, de abolir da escola o livro didático, mas de torná-lo mais uma das muitas ferramentas disponíveis.

Mesmo sabendo da existência de bons livros didáticos a adoção de um único como livro de texto e a base para aula do professor, vai contra a facilitação da aprendizagem significativa crítica, pois se trata de uma prática docente que deforma e não forma, tanto para estudantes como para professores.

2.2.4 Princípio do aprendiz como perceptor/representador. Muitas práticas escolares têm sido criticadas por considerarem os estudantes como receptores da matéria de ensino.

O estudante, é um ser por essência perceptivo, observa-se, que tudo que ele recebe, ele percebe. E grande parte do que ele percebe é em função de percepções prévias.

A ideia de percepção/representação nos traz a noção de que o que "vemos" é produto do que acreditamos "estar lá" no mundo. Vemos as coisas não como elas são, mas como nós somos. Sempre que dissermos que uma coisa "é", ela não é. Em termos de ensino, isso significa que o professor estará sempre lidando com as percepções dos estudantes em um dado momento. Mais ainda, como as percepções dos estudantes vêm de suas percepções prévias, as quais são únicas, cada um deles perceberá de maneira única o que lhe for ensinado.

2.2.5 Princípio do conhecimento como linguagem.

A linguagem, nem de longe é neutra no processo de percepção do estudante, ou mesmo do professor, pelo contrário, ela representa a maneira única e singular que percebemos nossa realidade, nos permitindo avaliar nossas percepções, nos acostumamos a pensar que a linguagem "expressa" nosso pensamento e que ela "reflete" o que vemos.

Entretanto, o que denominamos como "conhecimento", nada mais é do que um tipo de linguagem, logo, o segredo da compreensão de um conteúdo está exclusivamente em conhecer sua linguagem, haja visto que cada disciplina tem sua percepção e sua maneira de conhecer o mundo, portanto, tudo o que se conhece destas disciplinas, são indissociáveis de seus símbolos, leia-se aqui palavras, que possui seus códigos para cada conhecimento nela produzido.

Sendo assim, ensinar qualquer matéria, seja Biologia, Matemática, História, Física, é, antes de tudo, ensinar uma linguagem, um jeito de falar e por fim, uma forma de ver o mundo.

Moreira (2010, p. 12) afirma que:

Claro está que aprender uma nova linguagem implica novas possibilidades de percepção. A tão propalada ciência é uma extensão, um refinamento, da habilidade humana de perceber o mundo. Aprender a linguagem implica aprender a linguagem e, em consequência, falar e pensar diferentemente sobre o mundo.

Portanto, aprender um conteúdo de maneira significativa é antes de tudo, aprender sua linguagem, seus signos, instrumentos e quiçá, seus procedimentos, a aprendizagem crítica é acima de tudo, perceber que essa nova linguagem nada mais é do que uma nova forma de percepção do mundo.

Nada acontece na aprendizagem e na relação humana, se não for pela linguagem e seus significados, logo, o que e como percebemos é indissociável de como falamos sobre o que abstraímos.

2.2.6 Princípio da consciência semântica.

Várias conscientizações estão aplicadas a este princípio facilitador da aprendizagem significativa, sendo que a primeira e talvez uma das mais importantes, é tomar consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras, portanto, independente dos significados atribuídos as palavras, eles foram na verdade, atribuídos a elas pelas pessoas, desta forma, cada palavra, está carregada de significados que nada mais são, do que as experiências de cada um.

Desta forma, ressalta-se mais uma vez a importância do conhecimento prévio e, por conseguinte dos significados prévios usados na aquisição de novos significados, desta forma, se o estudante, não consegue ou simplesmente, não quer atribuir significados às palavras, a aprendizagem estabelecida neste processo é mecânica, não significativa.

Outra conscientização quase que obrigatória, é a de que as palavras não são uma coisa, na verdade, a palavra tem um significado, ela significa e representa a coisa. Sendo assim, algumas palavras ditas abstratas ou gerais possuem um significado “centrípeto”, ou seja, de fora para dentro, intencional, quer dizer interno, subjetivo e pessoal. Quando falamos de palavras concretas e específicas, observamos um significado “centrífugo”, quer dizer, de dentro para fora, mais extensional, ou seja, externo, objetivo, social.

Outrossim, os significados intencionais, subjetivos e pessoais, são chamados de conotativos e os significados extensionais, objetivos e sociais são denominados como denotativos.

Um terceiro tipo, mas não menos importante tipo de consciência semântica essencial para o processo de aprendizagem significativa crítica é o de nomeação das coisas, por meio de palavras, lembrando sempre que os significados das palavras mudam.

Para Moreira (2010, p. 13):

O mundo está permanentemente mudando, mas a utilização de nomes para as coisas tende a "fixar" o que é nomeado. Quer dizer, a linguagem tem certo efeito fotográfico. Com as palavras tiramos "fotos" das coisas. Estas "fotos" tendem a dificultar a percepção da mudança. Tendemos a continuar "vendo" a mesma coisa na medida em que damos um nome a ela. Algo similar ocorre quando usamos nomes para classes de coisas: é dificultada a percepção de diferenças individuais entre membros da classe nomeada.

Logo, no processo de aprendizagem significativa crítica, mais uma vez lembramos que professor e estudante, devem compartilhar significados sobre matérias e conteúdo, pois assim desenvolvem a consciência semântica. Assim, o significado está nas pessoas e as palavras significam as coisas em diferentes níveis de abstração, com diferentes significados, conotativos e denotativos, bem como direção.

Na educação, quase sempre o processo de aprendizagem acaba por compartilhar significados denotativos a respeito da matéria de ensino, entretanto, a aprendizagem significativa consegue atribuir de significados conotativos e idiossincráticos.

Contudo, ao passo que o estudante desenvolve a consciência semântica, a aprendizagem além de significativa, passa a ser também crítica, pois ele entenderá que escolhas não são dicotômicas, muito menos são simplistas como ou está certo ou errado.

2.2.7 Princípio da aprendizagem pelo erro.

Aprendizagem pelo erro é completamente diferente da ideia de aprendizagem por ensaio-e-erro, este último tem um significado pejorativo e se trata de um processo errático e ateuórico.

Partimos sempre da ideia de que o ser humano erra com frequência, por ser da sua natureza, entretanto, aprende corrigindo seus erros. Precisamos entender que o método científico baseia-se na correção do erro e também age desta forma o conhecimento do indivíduo.

Entretanto, a escola, desde sempre, puniu e ignorou o erro e tem uma busca incessante na promoção da aprendizagem de fatos, leis, conceitos, teorias, como verdades duradouras. Para a escola, ocupar-se dos erros de quem descobriu fatos e verdades duradouras é perda de tempo,

e quando faz isso, a impressão dada ao estudante é de que o conhecimento correto, ou definitivo, é única e exclusivamente o conhecimento que temos hoje do mundo real, desconsiderando que na verdade, tal conhecimento é provisório, pois, um conhecimento novo supera outro, que agora se fez velho, e esse novo conhecimento, amanhã, já é obsoleto, pois dá-se um novo conhecimento.

Outrossim, a aprendizagem significativa crítica, sugere que o professor, deva atuar como um detector de erros, que busca auxiliar seus estudantes a reduzir erros em seus conhecimentos e habilidades, tais estudantes por sua vez também seriam detectores de erros, o que nos faz perceber que buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é na verdade, aprender a aprender, é aprender criticamente, desfazendo verdades absolutas, entendendo que o erro é sim, natural e os leva a aprender por meio da sua superação.

2.2.8 Princípio da desaprendizagem.

Dois pontos fazem este princípio extremamente importante para a aprendizagem significativa crítica.

Primeiro, a relação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio é essencial para o aprendizado significativo, entretanto, se o conhecimento prévio passa a ser um obstáculo na captação de significados do novo conhecimento, se torna necessário, o que chamamos de desaprendizagem.

Moreira (2010, p. 15) afirma:

Por exemplo, há muita gente que aprende mapa conceitual como um quadro sinóptico de conceitos ou um organograma de conceitos ou, ainda, um diagrama de fluxo conceitual. O que ocorre aí é uma forte aprendizagem significativa subordinada derivativa, de modo que o mapa conceitual é visto como uma mera corroboração ou exemplificação do conhecimento prévio (quadro sinóptico, organograma ou diagrama de fluxo). Para aprender de maneira significativa o que é um mapa conceitual seria, então, necessário tê-lo como quadro sinóptico, organograma ou diagrama de fluxo.

Logo, de acordo com Moreira (2010, p 15), desaprender deste ponto de vista, passa a ser ligado ao não uso do conhecimento prévio ou subsunção, pois o mesmo se torna um empecilho, atrapalhando o estudante em captar os significados do novo conhecimento.

Entretanto, não significa dizer que devemos apagar tal conhecimento prévio, fato este impossível no caso de uma aprendizagem significativa, trata-se apenas em deixar de usá-lo como subsunção.

Em um segundo momento, o fato de estarmos inseridos em um ambiente mutante, isto é, em constante e rápida modificação, quase que exige termos que aprender a desaprender e de termos a capacidade de identificar quais velhos conceitos são relevantes e quais não o são. Diferentemente de quando o ambiente é estável ou de mudança lenta, a sobrevivência depende basicamente de estratégias de aprendizagem e conceitos desenvolvidos no passado.

Portanto, desaprender conceitos e estratégias que não sejam relevantes, torna-se uma condição prévia para a aprendizagem, adquirindo o sentido de esquecimento ou não uso seletivo.

2.2.9 Princípio da incerteza, do conhecimento.

Este princípio caracteriza-se como um resumo dos princípios ligados em especial a linguagem, a saber, as definições, as perguntas e as metáforas são importantes elementos com os quais a linguagem humana constrói uma visão particular de mundo.

Sendo assim, a aprendizagem significativa de tais elementos só acontece, de forma crítica, se, e somente se o estudante tiver a percepção que as definições são criações humanas, que todo nosso conhecimento acumulado tem como origem as perguntas e que por fim, todo nosso conhecimento é puramente metafórico.

Sabendo, pois, que as perguntas se notabilizam como a principal ferramenta intelectual nosso conhecimento a respeito do mundo, depende das perguntas que fazemos sobre ele.

As definições por sua vez, são ferramentas para pensar e fora do seu contexto elas não apresentam utilidade alguma. No entanto, os estudantes não são ensinados para perceberem isso, haja vista, que desde a mais tenra idade, no processo de escolarização até a pós-graduação, de qualquer tipo, os estudantes, apenas recebem as definições como se fossem algo pronto e natural

Precisamos entender que aprender definição de maneira significativa crítica vai além de simplesmente dar-lhe um significado por meio da interação com algum subsunçor adequado, trata-se, portanto, de perceber, como uma definição que foi inventada para alguma finalidade, tenha alternativas que também sirvam para tal finalidade, logo, o conhecimento expresso através de definições é, por conseguinte, incerto.

A metáfora é uma ferramenta muito mais ampla, do que simplesmente uma figura poética usada pelas mais variadas ciências. Todas as áreas de conhecimento têm metáforas em suas bases, entendê-las, significa compreender os conceitos que as fundamentam.

Moreira (2010, p. 17) afirma:

Mas novamente aí não se trata apenas de aprender significativamente a metáfora no sentido de ancorá-la em algum subsunçor. Ninguém vai entender Psicologia Cognitiva se não entender a metáfora do computador de maneira crítica, quer dizer, ao mesmo tempo em que dá significado à ideia de mente como sistema de cômputo através da metáfora do computador entende que, justamente por se tratar de uma metáfora, a mente não é um computador.

O princípio da incerteza do conhecimento, nos mostra, que a nossa visão de mundo é construída pelas definições que criamos, a partir das perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos logo três elementos se inter-relacionam com a linguagem humana.

2.2.10 Princípio da não utilização do quadro-de-giz.

Quando nos referimos às diversas estratégias de ensino, a não utilização do quadro de giz, é complementar ao terceiro princípio, pois assim como o livro de texto simboliza a autoridade máxima do conhecimento, o quadro-de-giz simboliza o ensino transmissivo, no qual a autoridade é o professor, que simplesmente repete, o que está no livro, ou resolve exercícios, para que os estudantes façam a cópia e posteriormente estudem para a prova e nela, repitam o que conseguem lembrar da aula do professor.

Um processo repetido diariamente nem nossas escolas, que refletem claramente o processo de anti-aprendizagem significativa, pouco crítica que denota de forma clara a aprendizagem mecânica.

Abolir o uso de quadro-de-giz não resolverá o problema, pois outras técnicas manterão vivo esse tipo de ensino, apenas com novas roupagens, um exemplo é o projetor digital, o popular “*data show*”, a lousa digital, que são tecnológicos, porém, são usados como meras ferramentas de aprendizagem mecânica.

Assim, o uso do quadro-de-giz precisa ser diminuído, da mesma maneira que abordado na ideia do princípio da não centralidade do livro de texto, haja vista que a diversidade de materiais educativos também norteia o princípio da não utilização do quadro-de-giz, primando sempre, pela diversidade de estratégias instrucionais, que impactam e estimulam a participação ativa do estudante e, promovendo um ensino centralizado no estudante que culmina na aprendizagem significativa crítica. O uso dessas estratégias de ensino facilita tanto a implementação dos demais princípios em sala de aula como a atividade mediadora do professor.

2.2.11 Princípio do abandono da narrativa. De deixar o estudante falar.

Outro princípio que complementa princípios acima descritos, a não utilização do quadro-de-giz e da não centralidade do livro de texto. Já discutimos que ao usar um livro de texto como única fonte de conhecimento, e adotar a mera reprodução de conhecimentos no quadro-de-giz, com o copiar e estudar para a prova, remete ao professor a ilusão da certeza de que o estudante está aprendendo algo, entretanto, fica claro que este processo não permite a aprendizagem significativa crítica, ao contrário, desenvolve o a clássica aprendizagem mecânica.

Sendo assim, qual a dificuldade para que o professor permita ao seu estudante interpretar o que está nos livros e principalmente, debater com seus pares suas interpretações, ouvindo as interpretações, as negociações de significados entre os estudantes e agindo apenas quando apropriado? Trazendo, desse modo, à baila os significados socialmente aceitos, atuando como um norteador, um mostrador de caminhos, deixando claro que eles, os estudantes, podem mudar e que existem interpretações alternativas ou contraditórias para certos conhecimentos, dirimindo assim a transmissão da ilusão de certeza.

Bons professores dão boas aulas usando o livro texto e o quadro-de-giz, pois não apenas reproduzem quase como um copiar e colar os textos de livros, pelo contrário usam estas ferramentas, fazendo esquemas, sínteses, exemplificando, explicando, enfim, “dão boas aulas”, entretanto, de acordo com o modelo clássico, seu resultado é que ainda assim, os estudantes copiam tudo com afinco, com a finalidade de estudar para a prova.

Ótimos professores, por sua vez, fazem excelentes exposições orais, encantam seus estudantes com uma explicação clara e minuciosa de certos assuntos, ainda assim, seus estudantes anotam tudo e saem da aula com a sensação de aprendizado, geralmente vão bem nas provas, entretanto, independente do resultado das provas, a pergunta que fica é de quanto essa maravilhosa aula será lembrada posteriormente e que tipo de conhecimento ela gerou.

Neste modelo clássico de ensino, independente da ferramenta usada, o professor, nada mais faz do que narrar um acontecimento, um conteúdo e, por conseguinte um conhecimento e ao que parece, tal modelo é natural aos olhos dos estudantes, pais e sociedade, talvez, por este motivo, não seja questionado, embora devesse ser.

Outro ponto que nos fica claro, é que este modelo, mostra sua eficácia, quando temos a transmissão de informações de curto prazo e bem específicas, por isso sempre observamos que resta pouco ou quase nada dessa aprendizagem depois de algum tempo.

Temos então um problema, pois a finalidade da educação é a produção de conhecimento relevante, crítico e de longa duração, com a finalidade de modificar nossa forma de ver e apreciar o mundo.

De acordo com Moreira (2010, p. 19):

Para este autor Narrar é um meio ineficaz (ibid.) para estimular a compreensão, ainda que ocupe o primeiro lugar na lista daquilo que fazem os professores. Para ele, a boa docência é aquela que cria circunstâncias que conduzem à aprendizagem relevante, duradoura. Na educação, a primazia deve ser da aprendizagem, não do ensino. Aprender é o objetivo e ensinar é um meio para este fim (op.cit., p. 43).

Partimos então do pressuposto que ensinar é, facilitara aprendizagem, e se “Narrar” é ineficiente nesta função, necessário se faz a reflexão sobre o que nos restou dos conhecimentos aprendidos na escola a partir da narração. Desse modo, deve-se deixar que o estudante fale, o foco deve passar a ser o ensino centrado no estudante, no qual o professor age como mediador, tornando assim, um ensino em que o estudante fale mais e o professor fale menos.

Entretanto, permitir que o estudante fale, implica no uso de estratégias que fomentem a discussão e a negociação de significados entre si. O estudante deve ser capacitado a se expressar de forma oral, aprender a receber e construir críticas, ou seja, o estudante é um agente ativo, pois neste processo ele aprende a interpretar e a negociar significados.

Na aula clássica, o “bom professor” narra, o “bom estudante” ouve, o resultado é um ensino acrítico e pouco significativo e de curta duração.

2.3 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS

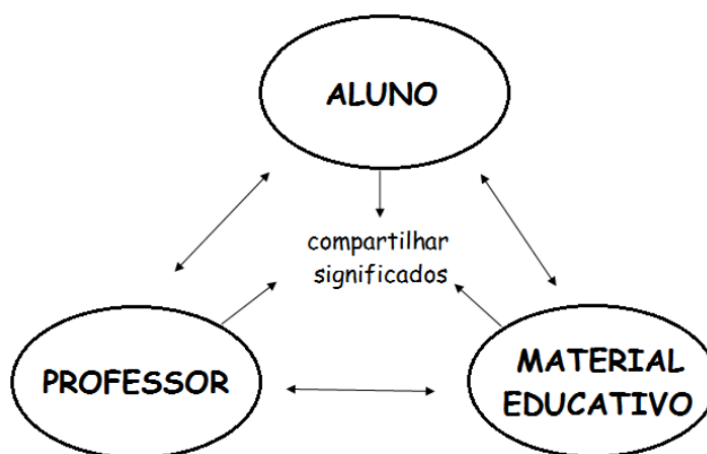
Este capítulo, foca na apresentação e definição das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), uma abordagem de sua teoria e uma breve descrição das etapas a serem seguidas na sua construção.

Segundo Moreira (2011, p. 43.), as UEPS, nada mais são do que sequências didáticas, cuja fundamentação teórica tem por base A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. As UEPS foram idealizadas pelo Professor Doutor Marco Antônio Moreira, que argumenta que o ensino só acontece de fato quando existe a aprendizagem significativa.

As UEPS, também usam como base as teorias educacionais de Joseph D. Novak e seus mapas conceituais, D. Bob Gowin e a tabela do Vê epistemológico, Lev Vygotsky e sua teoria interacionista social, Gérard Vergnaud e sua teoria dos campos conceituais e Philip Johnson Laird com a teoria dos modelos mentais.

Estudante, professor e material didático, formam um tripé essencial, para instituição das UEPS, de acordo com a figura 3. A captação e o compartilhamento de significados são funções do ensino e neste contexto dois fatores são fundamentais, a linguagem e a interação social.

Figura 3- Esquema da relação triádica da teoria de Gowin



Fonte: Mota (2018, p. 18).

As situações-problema, também vistas como princípios base das UEPS, necessitam ser formuladas com a finalidade de despertar no estudante, o interesse, haja vista, serem elas as norteadoras dos novos conhecimentos a serem assimilados.

Entretanto, as situações-problema devem ser criadas com níveis de exigências e de complexidade variados e progressivos. Assim, de acordo com Moreira (2011, p44) “o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do estudante”.

2.3.1 Passos para a elaboração de uma UEPS

Abordaremos a partir de agora, oito etapas essenciais na construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, que devem ser observadas e levadas em consideração:

a) Situação inicial ou Definição do Tema a ser trabalhado:

- O primeiro e talvez mais importante passo, está na definição do tema a ser trabalhado, pois, devemos identificar seus aspectos declarativos, que nada mais são do que o conhecimento que pode ser verbalizado ou declarado de alguma maneira, refere-se ao conhecimento sobre objetos, eventos e os procedimentais, que se consiste em habilidades cognitivas envolvidas no saber fazer, trata-se do conhecimento de como executar ações;

b) Identificação dos conhecimentos prévios:

- este passo trata de propor situações-problemas, com a finalidade de que o estudante explicita o seu conhecimento prévio. Esta etapa é essencial, uma vez que a partir do conhecimento prévio se processa a aprendizagem significativa;

c) Proposição da Situação Problema:

- este terceiro passo se processa logo após a externalização dos conhecimentos prévios, a proposta de situações-problema, em nível introdutório, pode ser proposta por meio de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, segundo Moreira (2011, p. 4), podendo desta forma, funcionar como um organizador prévio;

d) Processo de Ensino ou Diferenciação Progressiva:

- após passar pelos passos anteriores, surge o quarto passo, onde pode ocorrer a introdução de aspectos mais gerais e inclusivos, com a finalidade de proporcionar uma visão global do que é mais importante numa UEPS. Tal processo pode ser iniciado com uma breve aula expositiva, seguida de uma

atividade colaborativa em pequenos grupos, finalizada com uma breve exposição dialogada, culminando com um debate no grande grupo;

e) Situação problema complexa ou Aprofundamento dos conceitos:

- neste quinto passo, a abordagem deve conter situações problemas com um nível mais alto de complexidade, consiste na diferenciação progressiva em si, segundo Moreira.

...dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas... (MOREIRA, 2011, p. 4)

Os conteúdos devem, portanto, ser retomados e rerepresentados, por meio de uma nova apresentação ou atividade, que pode ser, por exemplo, a construção de mapa conceitual, diagrama V e talvez um experimento de laboratório;

f) Reconciliação Integradora:

- para dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva, é necessária a retomada das características mais relevantes do conteúdo trabalhado, sempre de forma integradora, ou seja, buscando a reconciliação integradora. Esta retomada pode ser feita de inúmeras maneiras, dentre elas podemos citar uma nova apresentação dos significados, por meio de uma breve exposição, leitura de um texto ou o uso de um recurso computacional ou audiovisual. No entanto, é importante notar, que a estratégia aqui é irrelevante, visto que, o que importa, é o modo de trabalhar o conteúdo, novas situações-problema devem ser consideradas e mais uma vez com nível de complexidade mais alto, em comparação as anteriores. Ao final do processo, deve-se fazer uma avaliação somativa e individual, com a formulação de questões que demonstrem de forma clara a captação de significados;

g) Avaliação da Aprendizagem através da UEPS:

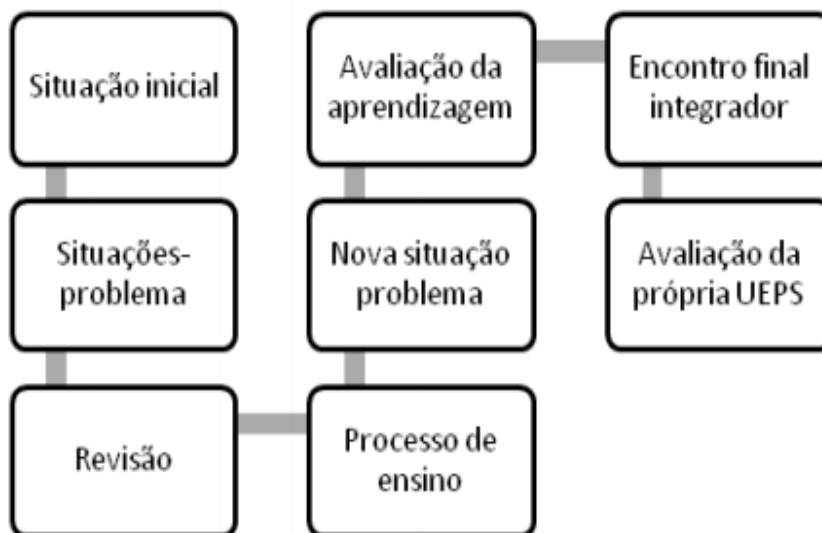
- esta etapa deve na verdade ser realizada ao longo da implementação da própria UEPS. Qualquer evidência de aprendizagem significativa deve ser registrada, além da aplicação de avaliação somativa individual, após o sexto passo, com questões/situações que exigem compreensão, e acima de tudo, demonstre a captação de significados e, se possível alguma capacidade de transferência. A

avaliação do desempenho do estudante na UEPS deverá estar baseada e ser equânime, tanto na avaliação formativa, como na avaliação somativa;

h) Avaliação da própria UEPS:

- esta etapa é para aferir se a UEPS foi exitosa, e somente será, se a avaliação de desempenho dos estudantes, nos fornecerem dados ou evidências de aprendizagem significativa. Entretanto, devemos lembrar, que a aprendizagem significativa é progressiva, logo, buscamos indícios dela e não comportamentos finais ou verdades absolutas.

Figura 4 - Passos para a construção de uma UEPS.



Fonte: Mota (2018, p. 20).

2.4. UMA INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS CAPACITORES

Para que o estudante possa entender o conteúdo a ser trabalhado, é muito importante que seja demonstrado a origem histórica, conceitos, características e aplicações no cotidiano. Assim, para este caso, haverá um conhecimento maior da origem dos capacitores e sua importância.

2.4.1. Capacitores

Capacitores são dispositivos que armazenam cargas e energias elétricas, fazendo com que a sua tensão fique igual à tensão da fonte que está conectada ao circuito.

O capacitor possui dois condutores isolados, e quando está carregado, essas placas possuem cargas de mesmo módulo e sinais diferentes, conforme a figura 5.

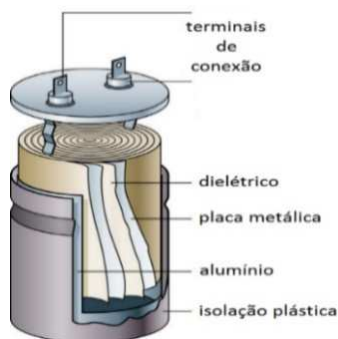
Figura 5- Cargas num capacitor



Fonte: Mundo Projetado (2019)

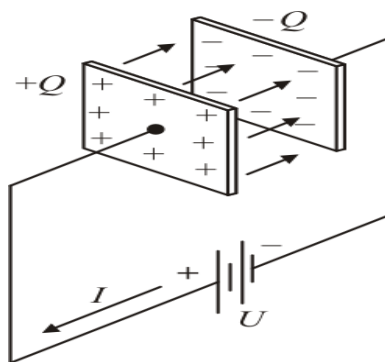
São constituídos por um par de armaduras ou placas, os quais possuem um dielétrico, um material isolante, entre essas placas, assim não entra em contato com os condutores. Quando o capacitor é ligado a uma fonte, as placas são carregadas com cargas elétricas de sinais opostos, formando um campo elétrico. Ao se carregarem, é acumulada energia potencial elétrica.

A estrutura de um capacitor está demonstrada na figura 6.

Figura 6 - Estrutura de um capacitor

Fonte: O Baricentro da Mente (2019)

Na figura 7, temos um capacitor de placas paralelas, com a conexão com os polos positiva e negativa de uma fonte de tensão.

Figura 7- Capacitor de placas paralelas

Fonte: O Baricentro da Mente (2019)

Os capacitores estão muito presentes no nosso cotidiano, nas casas, no trabalho, e, muitas vezes não sabemos, ao certo, onde encontrá-los. Podemos citar algumas aplicações desses dispositivos:

- a) armazenamento de carga elétrica em sistemas de flash de máquinas fotográficas;
- b) no start de motores de portão eletrônico;
- c) sensores, como as telas “touchscreen” capacitivas;
- d) radares;
- e) osciladores;
- f) absorver picos e preencher vales em sinais elétricos;
- g) filtro de ruídos em sinais de energia elétrica;
- h) como baterias temporárias em som automotivo;

- i) laser de alta potência;
- j) aceleradores de partículas;
- k) sintonizador de rádios;
- l) em fontes de alimentação, e muitos outros exemplos.

Além de todas as aplicações citadas acima, precisamos mostrar a diferença entre um capacitor e uma bateria. O capacitor tem uma estrutura muito simples, não produz energia, é muito rápido na carga e descarga de energia, divide frequências e suaviza sinais elétricos. Já a bateria produz energia por processos químicos e é mais lenta na carga e descarga de energia.

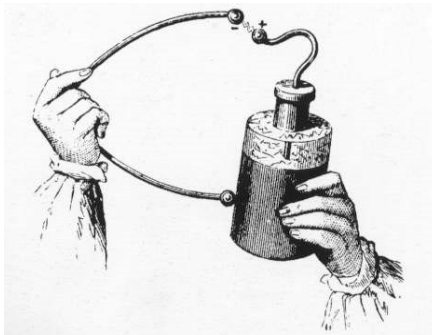
2.4.2 A Garrafa de Leyden: O primeiro capacitor

Depois de compreender sobre a interação das cargas, os físicos tiveram uma grande ideia, armazená-las, dessa forma surgiu o primeiro capacitor: a Garrafa de Leyden, conforme a figura 8, que representou um grande marco na história da Física.

No mês de outubro de 1745, Ewald Georg Von Kleist, fez esta descoberta, o primeiro armazenador de cargas elétricas. Num experimento, conectando um gerador de alta tensão por um fio a uma jarra de vidro com água, o qual estava na sua mão, cargas elétricas eram armazenadas. Os condutores eram a água e sua mão e o dielétrico era a jarra. Quando retirou o gerador, tocou ao fio e recebeu um doloroso choque.

O físico holandês Pieter Van Musschenbroek, produziu um dispositivo bem parecido, um capacitor muito potente. Isso porque colocou garrafas em paralelo, fazendo aumentar o armazenamento de cargas elétricas. Elas eram de vidro, tinham água e outro líquido, tampadas por uma rolha, pelo qual passava um condutor que entrava em contato com a água.

Figura 8 - Garrafa de Leyden



Fonte: O Baricentro da Mente (2019)

Podemos depois de ver algumas aplicações dos capacitores, entender a existência de vários tipos desses dispositivos, como são e onde são encontrados:

– **Capacitor Eletrolítico:**

Possui um material dielétrico de espessura muito pequena, tem polaridade, ou seja, um jeito correto de colocá-lo em qualquer circuito, caso ele seja polarizado da maneira incorreta, o capacitor entra em processo de curto circuito e pode explodir liberando gases. É encontrado em fontes de tensão, podendo filtrar possíveis ruídos que possam vir da rede elétrica, de acordo com a figura 9.

Figura 9 – Capacitor Eletrolítico



Fonte: Como Fazer as Coisas (2019)

– **Capacitor de Poliéster:**

Formado por várias camadas de poliéster e alumínio, no caso de danos entre as camadas o material metálico que está sobre a folha de poliéster evapora, evitando um curto circuito, podem trabalhar em temperaturas altas e tensões muito elevadas é encontrado em fontes de energia, de acordo a figura 10.

Figura 10– Capacitor de Poliéster

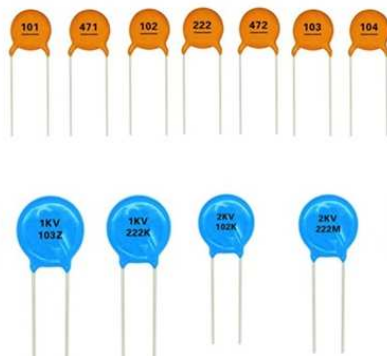


Fonte: Como Fazer as Coisas (2019)

– **Capacitor Cerâmico:**

Um dos modelos mais conhecidos e usados. São usados para circuitos de alta frequência e corrente contínua, armazenam pequenas quantidades de cargas elétricas. São encontrados em televisões, rádios, flash de câmeras, roteadores etc, de acordo com a figura 11.

Figura 11 – Capacitor Cerâmico



Fonte: Como Fazer as Coisas (2019)

– **Capacitor de Tântalo:**

São usados para substituir os capacitores eletrolíticos, pois são muito menores e de mesmo valor, são polarizados e se polarizá-lo de maneira incorreta ocasionará em uma explosão imediata. São encontrados em aparelhos celulares, de acordo com a figura 12.

Figura 12 – Capacitor de Tântalo



Fonte: Como Fazer as Coisas (2019)

– **Capacitor de Mica:**

Altamente estável quanto à temperatura, possui baixa perda de carga, tem alta qualidade e desempenho, mas baixa tolerância, e um custo um pouco elevado, não é muito utilizado nos dias de hoje, de acordo com a figura 13.

Figura 13 – Capacitor de Mica



Fonte: Como Fazer as Coisas (2019)

– **Capacitor SMD:**

São usados em todo tipo de equipamento eletrônico, por serem muito pequenos, são montados nos circuitos por robôs. Ele não possui terminais, este componente é de montagem em superfície, de acordo com a figura 14.

Figura 14 – Capacitor de SMD



Fonte: Como Fazer as Coisas (2019)

– **Capacitor variável:**

É usado em circuitos sintonizadores, como a sintonia de um rádio, e não é indicado para altas potências e tensões, de acordo com a figura 15.

Figura 15 – Capacitor Variável



Fonte: Como Fazer as Coisas (2019)

– **Mega capacitor ou Super capacitor:**

Projetados para armazenar e descarregar grande quantidade de energia, como as baterias, mas de uma forma mais rápida. Na maioria dos casos trabalham com tensões altas, de acordo com a figura 16.

Figura 16 – Mega capacitor



Fonte: Como Fazer as Coisas (2019)

2.4.3 Carga elétrica e Capacitância

Sabendo que um capacitor carregado tem cargas elétricas armazenadas, por convenção, dizemos que essa carga é Q . As placas são constituídas de material condutor. Sendo assim, elas são superfícies equipotenciais, ou seja, os pontos da placa estão em potenciais iguais. Além disso, existe tensão entre as placas do capacitor. A carga elétrica armazenada e a tensão de um capacitor são grandezas diretamente proporcionais, podendo ser calculadas pela relação:

$$C = \frac{Q}{U}$$

Em que:

- U é a tensão entre as armaduras do capacitor, medida em volt (V);
- Q a carga da armadura positiva do capacitor, em Coulomb (C);
- C a capacitância do capacitor, dada em Farad (F).

A capacitância é uma medida da quantidade de carga que precisa ser acumulada nas placas para produzir certa diferença de potencial. Quanto maior a capacitância, maior a carga necessária.

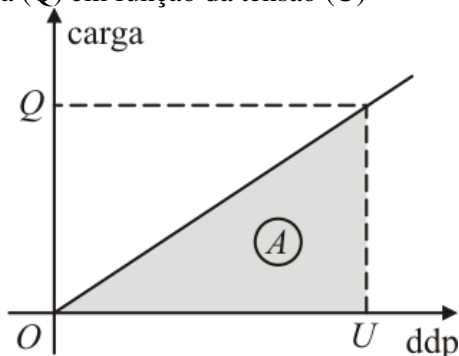
O Farad (F) é uma unidade muito alta, portanto, os capacitores fabricados e usados em circuitos elétricos têm capacidade da ordem dos submúltiplos:

- Microfarad: $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$
- Nanofarad: $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$
- Picofarad: $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

2.4.4 Energia Potencial Elétrica de um Capacitor

Um capacitor quando carregado por uma fonte de alimentação, armazena uma energia potencial elétrica. Sabendo que a carga de um capacitor é proporcional à sua tensão, o gráfico será sempre uma reta que passa pela origem das coordenadas. Assim, a área sob a curva será numericamente igual a energia potencial elétrica armazenada, conforme figura 17.

Figura 17 - Gráfico de carga (Q) em função da tensão (U)



Fonte: Laboratório Virtual – EAD (2019)

Um capacitor pode armazenar energia potencial elétrica. Para que ocorra esse armazenamento, é necessário que um agente externo realize um trabalho. Transferindo elétrons de uma das placas de um capacitor descarregado para a outra placa. Neste espaço há um campo elétrico que possui um sentido que se opõe as novas cargas elétricas transferidas. Então, para transferir novos elétrons, é preciso realizar um trabalho bem maior, por uma bateria, o qual é convertido em energia potencial do campo elétrico entre as placas do capacitor carregado. Transferindo uma carga Q de uma placa para outra, a tensão entre as placas é

$$U = \frac{Q}{C}$$

Assim, se transferir uma pequena quantidade de carga dq , existirá uma pequena diferença de potencial entre as placas, e o trabalho para essa transferência será:

$$dW = \Delta U dQ = \frac{Q}{C} dQ$$

Sendo assim, o trabalho necessário para carregar o capacitor de 0 para a carga final Q será:

$$W = \int_0^Q \frac{Q}{C} dQ = \frac{Q^2}{2C}$$

O trabalho realizado para o carregamento do capacitor é a própria energia armazenada, sendo o resultado da conversão da energia química na bateria. Assim, a energia armazenada pode ser:

$$E = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}Q\Delta U = \frac{1}{2}C(\Delta U)^2$$

Essa energia potencial elétrica é dada por: $E = \frac{Q \cdot U}{2}$.

Lembrando que, $Q = C \cdot U$, teremos: $E = \frac{C \cdot U^2}{2}$.

E, ainda, como $U = \frac{Q}{C}$, podemos escrever: $E = \frac{Q^2}{2 \cdot C}$

onde:

E = Energia potencial elétrica (J);

Q = Quantidade de carga elétrica (C);

U = Tensão ou ddp (V);

C = Capacitância (F).

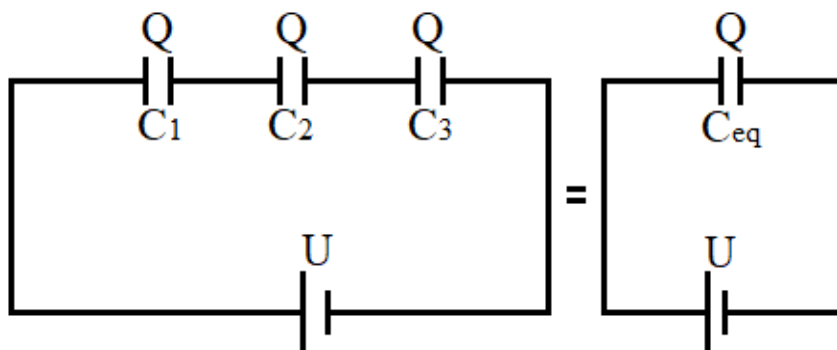
2.4.5 Associações de Capacitores

Os circuitos elétricos possuem, muitas vezes, uma combinação de dois, três ou “n” capacitores. Assim, esses capacitores podem ser substituídos por um único capacitor com capacitância igual ao do conjunto de capacitores, simplificando o circuito, ou seja, com um capacitor equivalente.

Essa combinação de capacitores poderá ser uma associação em série, em paralelo ou uma associação mista.

2.4.6 Associações de Capacitores em Série

Numa associação em série, os capacitores estão ligados um após o outro e é aplicada uma tensão nas extremidades do conjunto. Assim, todos os capacitores armazenam carga elétrica igual. Na transferência da carga de um capacitor para outro, na associação em série, existe somente um caminho. Podemos simplificar uma associação em série por um capacitor equivalente com a mesma carga elétrica e a mesma tensão total. A figura 18 mostra uma associação em série de capacitores.

Figura 18 - Associação de capacitores em série e capacitor equivalente

Fonte: Autora (2019)

Para trabalhar com a associação de capacitores em série, precisamos seguir as propriedades desse tipo de associação:

- Todos os capacitores possuem a mesma carga elétrica.

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_N$$

- A tensão total é a soma das tensões de cada capacitor.

$$U_{eq} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_N$$

A tensão total na associação em série é dividida entre os capacitores. Depois que certa bateria está totalmente carregada, num circuito, o capacitor equivalente terá uma carga elétrica negativa em uma de suas placas e uma carga elétrica positiva em outra placa.

Aplicando a definição de capacitância ao circuito, temos a seguinte equação:

$$U = \frac{Q}{C}$$

Substituindo as tensões, temos

$$\frac{Q}{C_{eq}} = \Delta U_1 + \Delta U_2 = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2}$$

Como as cargas elétricas são iguais, precisamos cancelar, resultando em:

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

- A capacitância equivalente na forma geral.

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

Destacamos duas situações particulares para capacitância equivalente:

- ✓ Para dois capacitores diferentes em série:

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

✓ Para n capacitores iguais em série:

$$C_{eq} = \frac{C}{n}$$

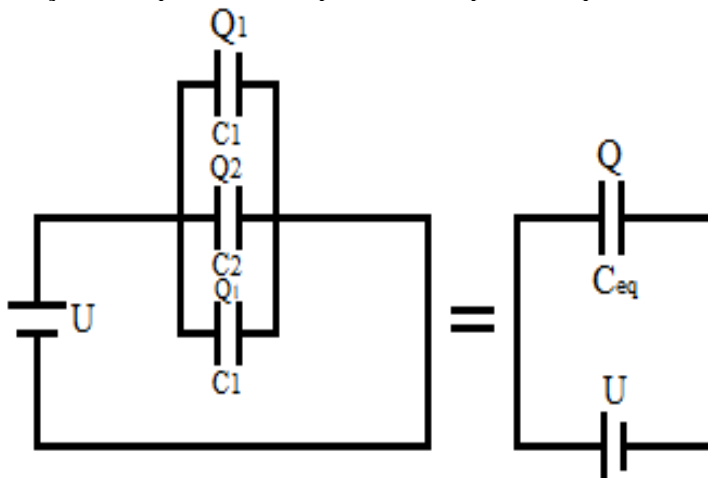
A equação da capacitância equivalente demonstra que o inverso da capacitância equivalente é a soma algébrica dos inversos das capacitâncias individuais, e a capacitância equivalente é sempre menor que qualquer capacitância individual na associação em série.

2.4.7 Associações de Capacitores em Paralelo

A associação de capacitores em paralelo mostra que uma das placas de um dos capacitores está ligada a uma das placas dos outros capacitores, e a outra placa está ligada à outra placa dos outros capacitores, assim, a tensão será a mesma em todos os capacitores. Podemos simplificar uma associação em paralelo por um capacitor equivalente com a mesma carga elétrica total e a mesma tensão que os capacitores originais.

A associação em paralelo pode ser feita entre dois ou mais capacitores representando de acordo com a figura 19.

Figura 19 - Associação de capacitores em paralelo e capacitor equivalente



Fonte: Autora (2019)

Para trabalhar com a associação de capacitores em paralelo, precisamos seguir as propriedades desse tipo de associação:

- A carga elétrica equivalente é a soma de todas as cargas elétricas. Assim que a bateria é ligada a associação, os capacitores se carregam rapidamente, alcançando sua máxima carga elétrica.

$$Q_{eq} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_N$$

- A capacitância equivalente é a soma de todas as capacitâncias. Ela terá o mesmo efeito que os capacitores individuais, assim, armazenará a carga elétrica total ao ser ligada a bateria. Substituindo as cargas elétricas, teremos:

$$Q_{eq} = C_{eq} \cdot \Delta U$$

$$C_{eq} \cdot \Delta U = Q_1 + Q_2 = C_1 \Delta U_1 + C_2 \Delta U_2$$

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

Como as tensões são iguais, precisamos cancelar. Então, a capacitância equivalente será:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_N$$

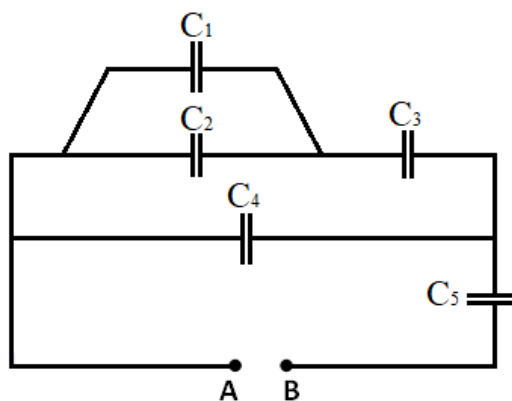
- A tensão equivalente é constante.

$$U_{eq} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_N$$

2.4.8 Associações Mistas de Capacitores

A associação mista é composta por vários capacitores, podendo estar em série e em paralelo no mesmo circuito, como está representado na figura 20:

Figura 20– Associação mista de capacitores



Fonte: Autora (2019)

Para resolver circuitos com associação mista de capacitores precisamos dividir em partes:

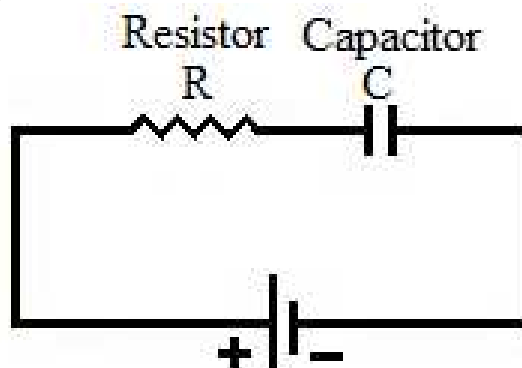
- Substituímos os capacitores que estão em série, ou em paralelo em cada trecho, por um capacitor equivalente;
- Retornamos ao início, até reduzir todo o conjunto a um único capacitor equivalente.

2.4.9 Circuito de temporização RC

Um circuito RC é todo conjunto de um resistor e um capacitor alimentados por uma fonte de tensão. Esses circuitos são usados como temporizadores de sinais, controlando um determinado dispositivo. O tempo para carregar o capacitor pode mudar dependendo da sua capacitância e da resistência. Um circuito temporizador executa uma ação após um intervalo de tempo pré-estabelecido.

Carregado o capacitor por completo, o campo elétrico em seu interior permanece constante. Em função desse campo elétrico, a tensão e corrente mudam de forma gradativa, até o valor final, e depois, permanecem em regime permanente. A figura 21 mostra um circuito RC.

Figura 21 - Representação do circuito RC



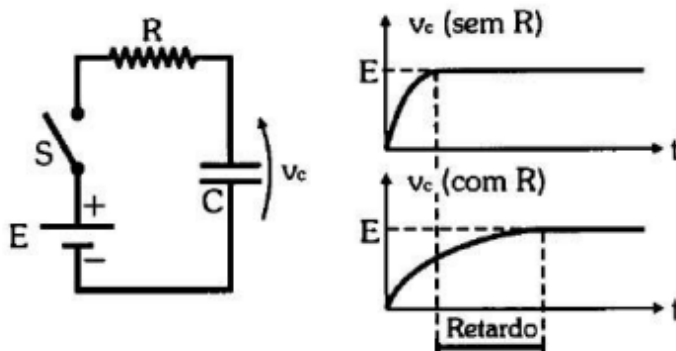
Fonte: Autora (2019)

2.4.10 Circuito de carga do capacitor

Iniciando com um capacitor descarregado, e o fechamento da chave S, os valores de corrente e tensão vão variar exponencialmente até os valores finais. O produto de R e C, é a constante de tempo de carregamento do capacitor. Essa constante é uma grandeza tempo (segundos), conforme figura 22.

$$\tau = RC$$

Figura 22- Circuito RC de temporização em série.



Fonte: Markus (2001, p. 88)

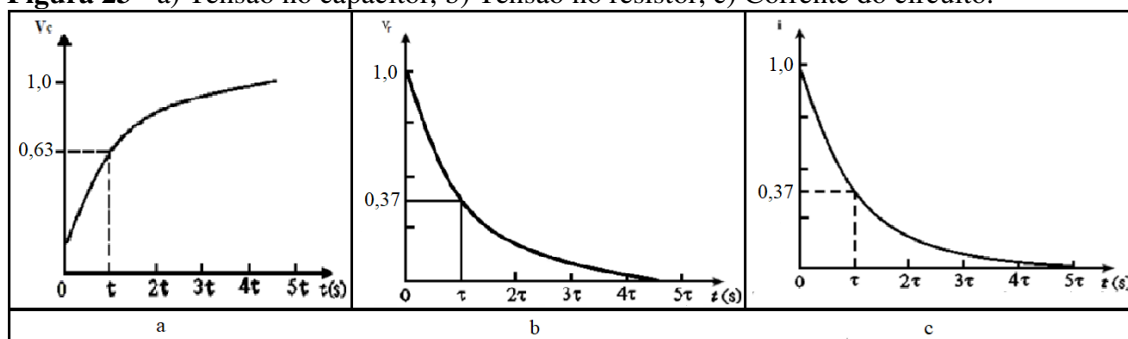
Ligando um resistor em série com um capacitor, podemos perceber que o tempo com que a tensão e a carga aumentam, portanto, será mais lento.

No instante do fechamento da chave S , o capacitor estará totalmente descarregado. Assim, a corrente será máxima, pois toda tensão da fonte estará sobre o resistor. Nos instantes logo após o fechamento da chave S , a corrente no circuito diminui lentamente até zero, assim como a tensão no resistor. Com isso, será máxima a tensão no capacitor, passando a se comportar como um circuito aberto.

Os valores finais de tensão e corrente são obtidos para $t = 5\tau$, os quais podem observar experimentalmente. Podemos afirmar que o tempo necessário para o capacitor se carregar totalmente é 5τ . Depois de 5τ , não existindo mudanças no circuito, a tensão permanece no valor máximo e a corrente se mantém nula, como observado na figura 23. Então:

- $t = 0$: o capacitor está descarregado; comporta-se como curto-circuito.
- $t = 5\tau$: o capacitor está carregado; comporta-se como circuito aberto.

Figura 23 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito.



Fonte: Autora (2019)

Tensão do Capacitor: A tensão V_c no capacitor cresce exponencialmente desde 0 até a tensão máxima, quando sua carga é total. Portanto, a tensão no capacitor é uma exponencial crescente. Pode então observar que o V_c aumenta em função do aumento do t .

Tensão do Resistor: A tensão V_r cai exponencialmente de máxima, até zero, pois o capacitor descarregado comporta-se como um curto-circuito e totalmente carregado comporta-se como um circuito aberto. Podemos observar que o V_r diminui em função do tempo t .

Corrente no Circuito: A corrente i inicia com um valor máximo quando o capacitor está descarregado, caindo até zero quando o capacitor está totalmente carregado. Podemos observar que a corrente diminui em função do tempo.

3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa utilizada foi de natureza qualitativa em relação a aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel (1980) e Moreira (2001). A pesquisa qualitativa está interessada em quais são as explicações do pesquisador nas suas observações e quais são as relações que mostram o comportamento de um grupo ou sujeito.

Na pesquisa qualitativa os entrevistados ficam mais à vontade, e sem pressão, para expor suas ideias e conhecimentos do assunto que irão estudar. Sendo assim, o intuito não é quantificar os resultados e sim entender o comportamento do sujeito e, conseqüentemente, do grupo.

Bogdan e Biklen (1982) discutem sobre a pesquisa qualitativa a partir de cinco características, com objetivo de demonstrar tal modelo de pesquisa. Em primeiro lugar a pesquisa qualitativa usa o ambiente natural como fonte dados e o professor-pesquisador torna-se o principal instrumento da mesma. Em segundo, os dados por ele coletados são majoritariamente descritivos e todo o material obtido nessas pesquisas é rico em descrição de pessoas, situações e acontecimentos. Após isso, o processo define-se como mais importante que o produto. O foco do professor-pesquisador deve ser verificar se um determinado problema está presente nas atividades, nos procedimentos e nas interações diárias. Numa quarta o “significado” dado pelas pessoas as coisas e à sua vida devem ser foco de atenção especial pelo professor-pesquisador, numa tentativa de capturar e de certa forma entender a “perspectiva dos participantes”, ou seja, a maneira como os estudantes encaram e percebem as questões que estão sendo focadas e por último, a interpretação e análise dos dados devem seguir um processo indutivo, no qual os professores-pesquisadores não devem apenas se preocupar com a busca por evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos;

Sabendo que a pesquisa é qualitativa, a coleta de dados foi realizada de maneira interpretativa e investigativa. Além disso, uma característica importante é a relação entre o mundo real e o sujeito. Esse tipo de investigação qualitativa permite que sejam utilizadas várias técnicas, sempre na tentativa de compreender a perspectiva dos participantes, nas quais existe um envolvimento e identificação do pesquisador com os sujeitos investigados, segundo Silveira (2009).

Esse trabalho mostra como foi a investigação, a abordagem metodológica, a escolha dos participantes, local de realização, além de descrever uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS, utilizando recursos para uma aprendizagem significativa

como perguntas, textos, vídeos e utilização de um kit didático para o ensino de capacitores, seus efeitos e suas associações.

A presente pesquisa foi aplicada para uma turma de terceiro ano vespertino do Ensino médio de uma instituição pública do Distrito de Cianorte - Paraná, no Colégio Estadual São Lourenço. A turma possui 10 alunos do turno vespertino e foram convidados estudantes do terceiro ano noturno para participarem, sendo que 5 estudantes aceitaram o convite. Assim, a turma trabalhada foi num total de 15 estudantes.

O colégio escolhido para implementação da proposta de ensino possui 895 estudantes, sendo divididos em: período matutino somente Ensino Fundamental II com 456 estudantes; no período vespertino 264 estudantes, dos quais 175 estudantes no Ensino Fundamental II e 40 estudantes no Ensino médio, tendo apenas uma turma de primeiro ano e uma turma de terceiro ano; no período noturno somente Ensino médio com 70 estudantes.

Atualmente, a diretora é Regina Costa Santos. No início, este colégio tinha somente o Ensino Fundamental II. Como a demanda foi crescendo, foram abertas, gradativamente, as turmas de Ensino médio. Assim, de Escola Estadual de São Lourenço mudou para Colégio Estadual São Lourenço. Em virtude de poucas salas, no período matutino só funciona o Ensino Fundamental II, sendo que o Ensino Médio funciona nos períodos vespertino e noturno. O colégio conta com laboratório de Ciências (Química, Física e Biologia), laboratório de Informática, quadra esportiva, além de todas as salas de aulas equipadas com data show.

Essa Instituição de Ensino busca sempre bons resultados, os professores procuram se especializar, participando de cursos como já aconteceram da participação de 100% dos docentes num curso chamado Conectados 2.0: Aprender na Cultura Digital, e depois cada professor realizou um curso específico da sua área, como CONECTADOS 2.0: FÍSICA. Após esse curso, o colégio ganhou um data show e um notebook para cada sala, do Governo Estadual do Paraná.

A possibilidade de uma proposta de um ensino diferenciado para o colégio foi de pronto aceita, pelos estudantes e pela a equipe diretiva. Assim, conseguimos levar o estudante a uma aprendizagem afetiva, em que sua realidade, seu dia-a-dia faz parte no processo de aprendizagem. Foram aplicadas perguntas referentes a cada situação-problema, avaliando a apropriação de conceitos físicos por meio das atividades com níveis cada vez maiores, observando assim, a interação entre os participantes das equipes, além da interação da equipe com o recurso tecnológico utilizado.

Essa proposta foi implementada em 4 módulos, um encontro por semana, com 2 horas/aulas de 50 minutos cada. No quadro 1 estão divididos os módulos e o que foi realizado em cada encontro.

Quadro 1 - Disposição dos módulos do roteiro de ensino

Módulos	Organização dos Módulos	Número de aulas
1	Atividades Diagnósticas (Situações-Problema)	2
2	Fundamentação Teórica Conhecendo o Arduino e seu <i>Software</i>	2
3	Atividades Práticas	2
4	Avaliação da aprendizagem	2

Fonte: Autora (2019)

Este roteiro para a implementação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS constitui-se um material de apoio aos professores para realizarem aulas diferenciadas, introduzindo a robótica para que seus estudantes participem muito mais nas aulas de Física e, mais ainda, proporcionar uma aprendizagem mais significativa.

Alguns instrumentos foram feitos para a coleta de dados como questões dissertativas respondidas pelos estudantes e debates, o recurso tecnológico (kit didático de Arduino), lista de exercícios relacionados às associações de capacitores e um diário produzido pelo pesquisador que contribuiu para o relato de experiência.

4 ESTRUTURA DE UMA UEPS

Moreira (2011) afirma que uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa é uma sequência de ensino voltada para a aprendizagem significativa de pontos específicos. Assim, só existe ensino com uma aprendizagem significativa, na qual o ensino é o meio e o fim é a aprendizagem significativa. Para isso, os materiais desenvolvidos pelo professor devem ser potencialmente significativos.

Destacamos alguns princípios norteadores na construção da UEPS como o conhecimento prévio e a predisposição do estudante. Quem traz as situações-problema que devem ser em níveis crescentes de complexidade, organiza o ensino e a captação de significados da matéria para o estudante é sempre o professor. A interação social é fundamental para a captação de significados ocorrendo, assim, o abandono do ensino pela memorização das respostas, da aprendizagem mecânica e conteudista.

Podemos destacar alguns passos para a construção de uma UEPS, de acordo com Moreira (2011):

- a) situação inicial que leve o estudante a exteriorizar o que sabe, podendo ser um organizador prévio;
- b) proposição de situações-problema que leve, também, o estudante a exteriorizar o que sabe;
- c) nova situação-problema, com nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio;
- d) apresentação do conhecimento, levando em conta a diferenciação progressiva;
- e) novas situações-problema em níveis maiores de complexidade;
- f) retomada de aspectos mais gerais e inclusivos, a reconciliação integrativa;
- g) a avaliação que deve ser contínua e processual, para identificar indícios de aprendizagem;
- h) através da avaliação, o professor conseguirá observar se a UEPS obteve êxito e se o estudante adquiriu a capacidade de explicar e de aplicar o conhecimento como, por exemplo, uma divulgação científica.

4.1 PROPOSTA DA UEPS

O trabalho foi proposto para melhor compreensão no ensino de capacitores, bem como armazenamento de carga elétrica e energia potencial elétrica em associações de capacitores, utilizando, para isso, um kit didático com a plataforma Arduino, constituindo o estágio central do desenvolvimento da temática nas UEPS. Dessa forma, procurou-se relacionar para o estudante o conteúdo ao seu cotidiano de forma mais prazerosa e interessante.

O objetivo dessas UEPS é facilitar o ensino para que ocorra uma aprendizagem significativa, instigando os conhecimentos prévios dos estudantes. Assim, através de muitas discussões e conversas, o que se pretende é que o estudante entenda que o conhecimento está em constante transformação. Com isso, espera-se que os nossos estudantes valorizem, cada vez mais, esse processo de desenvolvimento de conteúdos conceituais sobre capacitores, bem como desenvolvam valores, atitudes, competências, ajudando também a interpretar, a tomar decisões, a trabalhar em grupos, a obterem motivação para o estudo da robótica e a estimular a investigação do conteúdo para a atividade prática.

A proposta desse trabalho é, desde o momento inicial, desenvolvê-lo em equipes nas quais a construção do conhecimento se dará em conjunto, estimulando o trabalho em grupos e as relações entre os estudantes.

4.1.1 Organização do roteiro da UEPS

A seguir, foi apresentado no quadro 2 de forma mais ampla, como os módulos do trabalho da UEPS estão divididos:

Quadro 2 – Disposição dos módulos da Sequência Didática

Módulos	Organização dos Módulos	Número de aulas
1	<p>Atividades Diagnósticas (Situações-Problema)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discussão sobre o funcionamento do flash de uma máquina fotográfica; - Apresentação e discussão de um texto que fala sobre o funcionamento de um capacitor; - Discussão sobre o funcionamento de “<i>Touch Screen</i>”; - Apresentação de um vídeo: Como Funcionam as Telas Sensíveis ao Toque. 	2
2	<p>Fundamentação Teórica e Conhecendo o Arduino e seu Software</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentação teórica – História do Capacitor; - Capacitores e os seus tipos; - Carga elétrica, Capacitância e Energia potencial elétrica; - Associações de capacitores; - Circuito de temporização RC; - Plataforma Arduino e seu <i>Software</i>. 	2
3	<p>Atividades Práticas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prática 1: Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em um capacitor; - Prática 2: Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em uma associação em Série de Capacitores; - Prática 3: Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em uma associação em Paralelo de Capacitores. 	2
4	<p>Avaliação da aprendizagem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lista de exercícios de capacitores; - Identificação de aprendizagem com avaliação somativa; - Avaliação durante todo o processo; - Efetividade da UEPS com uma divulgação científica; - Confecção de panfletos e divulgação sobre capacitores no cotidiano. 	2

Fonte: Autora (2019)

5 RELATO DE EXPERIÊNCIA

5.1. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A aplicação e as observações deste Produto Educacional serão relatadas nessa seção, bem como suas contribuições para a aprendizagem significativa.

Foi escolhido um terceiro ano, vespertino, e convidados alguns estudantes do terceiro ano do noturno, totalizando 15 estudantes no total. A instituição pública escolhida foi o Colégio Estadual São Lourenço, do Distrito de Cianorte - Paraná. A aplicação do produto foi realizada em 4 semanas, com 2 aulas semanais de 50 minutos cada, totalizando 8 horas/aulas, compreendidas no mês de outubro de 2019.

5.1.1 As tarefas realizadas pelos estudantes seguindo os passos da UEPS

De acordo com o passo-a-passo que Moreira (2011) sugeriu para uma UEPS, serão mostradas as tarefas e atividades realizadas pelas equipes. A implementação aconteceu de acordo com o previsto pela divisão dos módulos, como no roteiro.

5.1.1.1 Módulo 1 – Primeiro Encontro

Iniciamos nossos trabalhos com a implantação do Produto Educacional no dia 07 de outubro de 2019. Começamos explicando aos estudantes qual o objetivo da proposta. Falamos um pouco sobre o Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física, apresentamos o tema de estudos, as atividades que seriam realizadas durante essas aulas. Os estudantes foram divididos em equipes, de acordo com as afinidades, e assim falamos sobre a importância do trabalho em equipe para aumentar seus conhecimentos.

Além disso, foi comunicado que a presença e a participação dos estudantes em todas as aulas seriam de extrema importância para o desempenho de cada um, pois, as aulas e atividades estariam ligadas de uma semana a outra, tendo sempre uma continuidade aos conteúdos e ao tema. Ressaltamos que a avaliação seria tomada durante toda a aplicação, em todas as etapas, isto é, avaliação formativa, contínua e processual, de acordo com Moreira (2011), além de uma lista de exercícios que seria feita após as práticas.

Começamos com as equipes já formadas para a realização de quatro atividades iniciais deste dia, ressaltando que as equipes continuassem as mesmas durante todo o processo da UEPS, para conseguirmos ver o progresso de cada equipe.

– **Situação inicial – 1ª Atividade:**

iniciamos as atividades diagnósticas apresentando as situações-problema, que servem de organizadores prévios dos estudantes, nas quais eles exteriorizam o que sabem, o que possuem de conhecimento. Tentamos trazer aquilo que interessa para o nosso estudante com o cotidiano de cada um. Então, a primeira atividade que entregamos para as equipes foi um texto que falava sobre o flash de uma máquina fotográfica, mas sem a explicação do seu funcionamento, que pode ser encontrado no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A.

Logo abaixo do texto, havia uma questão para os estudantes debaterem e responderem: **“Discuta com seus colegas e explique como funciona o flash da máquina fotográfica”**. Informamos às equipes que não precisavam colocar palavras científicas, poderia ser numa linguagem informal pois queríamos ver os seus conhecimentos prévios. No início ficaram receosos para responderem e um pouco envergonhados. Então, saímos da sala para ficarem mais à vontade e assim foram surgindo as ideias. Logo que terminaram, retornamos para analisar as suas respostas.

Nenhuma resposta foi descartada, o que contribuiu para uma maior participação dos estudantes durante a explanação de suas falas. Assim, ficariam mais à vontade para responderem e se envolverem nas atividades, surgindo mais ideias.

Podemos destacar a respostas de duas equipes, conforme as figuras 24 e 25, respectivamente, sendo que nesta etapa não existe certo ou errado, o que queremos é trazer os conhecimentos prévios dos nossos estudantes:

Figura 24 - Resposta da primeira atividade da equipe A

MÓDULO 01 (Situações-Problema)

Atividade 1


O flash na fotografia é uma das opções de fontes de luz para o fotógrafo. Trata-se de um acessório, embora grande parte das câmeras digitais conte com um flash integrado.

Assim, ao clicar a fotografia, o flash é acionado. A quantidade de luz oferecida é grande e direta, criando sombras duras.

O flash é frequentemente utilizado em situações de pouca luz ou penumbra. Ele também pode ser um grande aliado na hora de preencher sombras muito fortes, evitando a saturação exagerada

Discuta com seus colegas e explique como funciona o flash da máquina fotográfica.

É um led que emite luz. Ele pode ser acionado automaticamente ou manualmente para iluminar o que deseja ser fotografado.



Fonte: Autora (2019)

Figura 25 - Resposta da primeira atividade da equipe B

MÓDULO 01 (Situações-Problema)

Atividade 1


O flash na fotografia é uma das opções de fontes de luz para o fotógrafo. Trata-se de um acessório, embora grande parte das câmeras digitais conte com um flash integrado.

Assim, ao clicar a fotografia, o flash é acionado. A quantidade de luz oferecida é grande e direta, criando sombras duras.

O flash é frequentemente utilizado em situações de pouca luz ou penumbra. Ele também pode ser um grande aliado na hora de preencher sombras muito fortes, evitando a saturação exagerada

Discuta com seus colegas e explique como funciona o flash da máquina fotográfica.

No mesmo ponto de vista o flash de uma câmera é automático que é programado dentro da câmera para ser acionado quando o fotógrafo tirar a foto criando uma luz imediata e assim melhorando a luz do ambiente obtendo uma qualidade na imagem.



Fonte: Autora (2019)

Nesta primeira atividade, o primeiro passo da UEPS, nos mostrou aquilo que o estudante traz consigo de conhecimentos, sendo o nosso organizador prévio, o qual consegue, mesmo tímido e com medo de errar, exteriorizar aquilo que sabe.

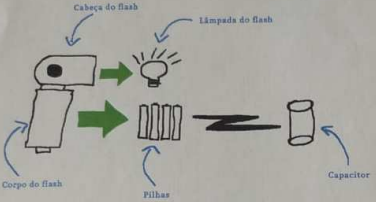
– **Situação-problema inicial – 2ª Atividade:**

Na sequência, foi entregue outro texto, mas agora com uma explicação de como funciona o flash, no qual podemos notar que o termo capacitor foi usado pela primeira vez durante as atividades, além de ter um desenho para ajudá-los na interpretação, que pode ser encontrado no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A. Ao final do texto, também, havia uma questão: “**Agora, converse com seus colegas e diga o que é e como funciona um capacitor.**” As equipes leram o texto novamente, na ausência do professor e sponderam à questão. Quando terminaram, o professor retornou para as discussões.

Abaixo, podemos destacar as respostas de duas equipes, conforme figuras 26 e 27, respectivamente:

Figura 26 - Resposta da segunda atividade da equipe A

Atividade 2



Como funciona o Flash?

Uma das perguntas que muitas pessoas fazem é como utilizar o flash de forma criativa na fotografia. Muitos têm dificuldades na sua utilização, porque não entendem seu comportamento, ou porque não entendem sua forma básica de utilização.

O flash é composto por um corpo, onde ficam todos os componentes eletrônicos, e uma cabeça, onde fica basicamente a lâmpada do flash. Dentro do corpo temos as pilhas e um dos componentes eletrônicos é o capacitor. Vejamos como ele funciona: a pilha é o que dá energia ao flash. Ela faz o flash funcionar eletronicamente e também fornece energia para a lâmpada acender, realizando seu disparo. No entanto, o consumo de energia pela lâmpada é muito grande e muito rápido. As pilhas não são capazes de fornecer toda essa energia de uma vez e rapidamente para a lâmpada. Para isso existe o capacitor. O capacitor é um componente eletrônico que armazena energia, como uma pilha, mas é capaz de liberar sua energia de forma instantânea. Então, quando você liga o flash, a primeira coisa que ele faz é carregar o capacitor, utilizando um pouco da energia das pilhas. Depois disso, fica aguardando o comando da câmera para disparar. Quando você aciona o botão de disparo, o flash vai até o capacitor, pega sua carga e manda para a lâmpada, que se acende e apaga rapidamente. Em seguida, o flash pega novamente mais um pouco da carga da pilha e recarrega o capacitor. Esse é o funcionamento básico do flash.

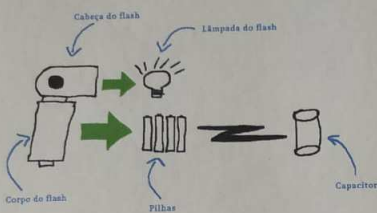
Agora, converse com seus colegas e diga o que é e como funciona um capacitor.

O capacitor é o que tem capacidade de armazenar energia e liberar rapidamente um exemplo de capacitor é a pilha.

Fonte: Autora (2019)

Figura 27- Resposta da segunda atividade da equipe B

Atividade 2



Como funciona o Flash?¹

Uma das perguntas que muitas pessoas fazem é como utilizar o flash de forma criativa na fotografia. Muitos têm dificuldades na sua utilização, porque não entendem seu comportamento, ou porque não entendem sua forma básica de utilização.

O flash é composto por um corpo, onde ficam todos os componentes eletrônicos, e uma cabeça, onde fica basicamente a lâmpada do flash. Dentro do corpo temos as pilhas e um dos componentes eletrônicos é o capacitor. Vejamos como ele funciona: a pilha é o que dá energia ao flash. Ela faz o flash funcionar eletronicamente e também fornece energia para a lâmpada acender, realizando seu disparo. No entanto, o consumo de energia pela lâmpada é muito grande e muito rápido. As pilhas não são capazes de fornecer toda essa energia de uma vez e rapidamente para a lâmpada. Para isso existe o capacitor. O capacitor é um componente eletrônico que armazena energia, como uma pilha, mas é capaz de liberar sua energia de forma instantânea. Então, quando você liga o flash, a primeira coisa que ele faz é carregar o capacitor, utilizando um pouco da energia das pilhas. Depois disso, fica aguardando o comando da câmera para disparar. Quando você aciona o botão de disparo, o flash vai até o capacitor, pega sua carga e manda para a lâmpada, que se acende e apaga rapidamente. Em seguida, o flash pega novamente mais um pouco da carga da pilha e recarrega o capacitor. Esse é o funcionamento básico do flash.

Agora, converse com seus colegas e diga o que é e como funciona um capacitor.

Capacitor é um componente eletrônico que armazena energia e a libera rapidamente.

Fonte: Autora (2019)


Conseguimos perceber que mesmo ainda não sendo apresentado aos estudantes a teoria sobre capacitores as equipes conseguiram formular algumas respostas utilizando para isso o texto. Embora as respostas nem sempre estivessem totalmente corretas.

– **Nova situação-problema – 3ª Atividade:**

Nesta etapa, foi colocada uma nova situação-problema para que os estudantes pudessem participar mais e interagirem melhor entre as equipes. Foi bem interessante porque foi levada aos estudantes uma situação-problema atrativa, sobre as telas sensíveis, celulares e tablets. Assim, foi entregue um texto sobre a tecnologia “Touch Screen”, que pode ser encontrado no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A. Ao final do pequeno texto, havia uma pergunta para os estudantes conversarem a respeito e responderem: **“Você sabe como essa tela funciona? Discuta com seu grupo e elabore algumas hipóteses para tal funcionamento.”** Já nesta questão, os estudantes pediram para que o professor não saísse da sala, que iriam discutir entre eles e responderem com a sua presença. Mesmo estando em sala, o professor não interferiu nas respostas das equipes, apenas sanando algumas dúvidas dos

estudantes. Sempre tentando fazer o estudante trazer seus conhecimentos prévios desde a primeira atividade, conforme as figuras 28 e 29. Destacamos algumas respostas que ajudaram nas próximas atividades:

Figura 28 - Resposta da terceira atividade da equipe A



2Atividade 3


Parece coisa de ficção científica. Aliás, é algo que há muito tempo os filmes e contos de ficção científica já previam: uma interface com o computador através de movimentos e de toques direto na tela. Com o avanço da tecnologia, isso já virou realidade e é utilizado por muitos de nós todos os dias. Muitos caixas eletrônicos de banco, celulares como o iPhone e o Nokia 5800, e alguns monitores de computador já utilizam a tecnologia conhecida como "Touch Screen".

Você sabe como essa tela funciona? Discuta com seu grupo e elabore algumas hipóteses para tal funcionamento.

Bom o avanço da tecnologia os celulares ficaram cada vez mais modernos, com o tempo eles vieram com a versão touch, isso é uma função que tem a capacidade fazendo interagir com o mesmo físico. A tela é sensível ao nosso contato, e tipo pensar que faz entrar em qualquer rede.

Fonte: Autora (2019)

Figura 29 - Resposta da terceira atividade da equipe B



2Atividade 3

Parece coisa de ficção científica. Aliás, é algo que há muito tempo os filmes e contos de ficção científica já previam: uma interface com o computador através de movimentos e de toques direto na tela. Com o avanço da tecnologia, isso já virou realidade e é utilizado por muitos de nós todos os dias. Muitos caixas eletrônicos de banco, celulares como o iPhone e o Nokia 5800, e alguns monitores de computador já utilizam a tecnologia conhecida como "Touch Screen".

Você sabe como essa tela funciona? Discuta com seu grupo e elabore algumas hipóteses para tal funcionamento.

Ondas eletromagnéticas emitida pelo nosso corpo reage com algum sistema interno do celular tendo troca de energia.

Fonte: Autora (2019)

Com essa atividade, percebemos maior participação dos estudantes, pois cada um queria falar do seu celular ou do seu tablet, qual era a tecnologia que existia, qual era o mais moderno, o melhor, sendo assim, conseguiram chegar a algumas conclusões, mesmo com alguns conceitos errados, como na figura 28, mas era o início, então, tinham seus conhecimentos prévios, e estavam construindo seu aprendizado.

– **Aspectos mais gerais – 4ª Atividade:**

A última atividade do primeiro dia, ou seja, do primeiro módulo, foram incluídos exemplos de aplicação, com a apresentação de um vídeo (encontrado no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A), sobre as tecnologias de telas sensíveis e o seu funcionamento até chegar ao aprofundamento do conteúdo, levando em conta a diferenciação progressiva na perspectiva de Ausubel. Após assistirem ao vídeo, os estudantes tiveram que responder mais uma questão: **“Depois de ter visto o vídeo, escreva com suas palavras, como é o funcionamento das telas *“Touch Screen”*.”**

Seguem na figura 30, imagens dos estudantes assistindo ao vídeo, na sala de informática.

Figura 30 - Estudantes assistindo ao vídeo sobre *“Touch Screen”*



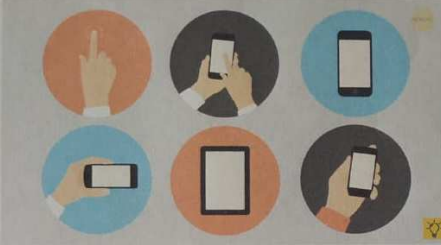
Fonte: Autora (2019)

O vídeo foi assistido pelos estudantes juntamente com o pesquisador, e, logo após, veio a discussão das equipes. Cada estudante conseguiu dar uma resposta, comentar algo sobre esse tipo de tecnologia. Colocaram no papel e entregaram para o professor. Então, percebemos que eles já estavam respondendo melhor, conforme as figuras 31 e 32, respectivamente, utilizando melhor os termos científicos. Assim, como nas respostas dessas duas equipes:

Figura 31 - Resposta da quarta atividade da equipe A

Atividade 4³

Apresentar para os pequenos grupos o vídeo: Como Funcionam as Telas Sensíveis ao Toque, em Palavras Simples.



Depois de ter visto o vídeo, escreva com suas palavras, como é o funcionamento das telas "Touch Screen".

Tem 2 tipos de telas, as resistivas e as capacitivas - as resistivas são duas camadas de correntes após pressionada, uma entra em contato com a outra mudando a corrente elétrica, o software detecta as mudanças. Exemplo: caixa eletrônica, caixa de mercado.


Capacitiva - Muda a corrente elétrica após algo que transmite corrente a toque. Esse sistema é mais rápido e mais preciso.

Fonte: Autora (2019)

Figura 32 - Resposta da quarta atividade da equipe B

Atividade 4³

Apresentar para os pequenos grupos o vídeo: Como Funcionam as Telas Sensíveis ao Toque, em Palavras Simples.



Depois de ter visto o vídeo, escreva com suas palavras, como é o funcionamento das telas "Touch Screen".

O funcionamento das telas touch screen, as duas mais utilizadas são: resistivas e capacitivas; as resistivas são as mais simples e utilizadas, porque todas as telas são operadas por cargas elétricas; as capacitivas, são planas e de superfície.

As telas dos celulares são as capacitivas que contém uma carga elétrica e que quando em contato com outra carga elétrica com sinais negativos e positivos realizam as ações, e nesse caso assim como qualquer outra coisa que tenha carga elétrica realiza ações.

Fonte: Autora (2019)

Com o término deste primeiro dia, acreditamos que as atividades propostas foram bem relevantes para a aprendizagem significativa, que de acordo com Moreira (2012, p. 24), é necessário que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, e que o sujeito apresente uma predisposição para aprender. Notamos, então, que isto aconteceu no decorrer das duas horas/aulas, com a empolgação dos estudantes, pois quando chegou ao final, eles queriam saber sobre toda a teoria dos capacitores e queriam realizar a parte experimental.

5.1.1.2 Módulo 2 – Segundo Encontro

– Abordagem do conteúdo – 5ª Atividade:

No segundo encontro, o objetivo foi aprofundar o entendimento dos estudantes sobre os capacitores, que havia sido introduzido no primeiro dia. Foi realizada uma aula expositiva (que pode ser encontrado no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A), e dialogada com conceitos usando o data show, o material de apoio e o quadro para a explanação e demonstração dos tipos de capacitores, onde são encontrados no nosso cotidiano, circuitos, circuito temporizador RC, associações de capacitores, capacitância, carga elétrica e energia elétrica potencial armazenada, além das equações do conteúdo. Além disso, foi mostrado aos estudantes, a plataforma Arduino e seu *Software*, introduzindo a robótica na aula. Nessa etapa, houve um aumento no nível de complexidade, com a apresentação dos conceitos mais avançados do que já tinham aprendido inicialmente.

Notamos que os estudantes estavam interessados na aula, pois participaram e perguntaram. Queriam saber além do que já sabiam e anotaram no material de apoio tudo o que o professor trouxe a mais do que já tinham em mãos. Quando o professor trouxe exemplos no quadro, que não tinham no material de apoio, referente às associações, copiaram no caderno, demonstrando que estavam atentos para resolverem os exercícios que viriam após a prática. Segue na figura 33 os estudantes durante o aprofundamento teórico.

Figura 33 - Alguns estudantes durante a aula expositiva



Fonte: Autora (2019)

5.1.1.3 Módulo 3 – Terceiro Encontro

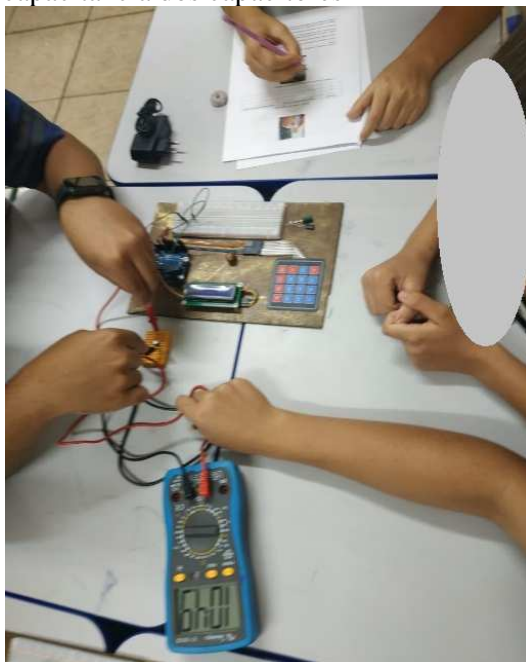
– Atividades Práticas – 6ª Atividade:

No nosso terceiro encontro, foram realizadas práticas experimentais. Primeiramente, o professor entregou um roteiro para a realização das três práticas que seriam realizadas naquele dia. Em seguida, mostrou o kit didático com a plataforma Arduino, explicando e demonstrando todos os componentes que fariam parte daquele kit didático. Dentro do kit há um compartimento onde é encontrado os resistores e capacitores. Então, foram retirados esses componentes e os estudantes puderam pegar e ver o que já tinham estudado na teoria. Assim, ficaram empolgados para iniciarem a parte experimental.

Após os estudantes estarem divididos em suas equipes formadas desde o primeiro encontro, foi entregue um kit para cada equipe. A partir daí vimos a empolgação de todos para abrirem os kits e a curiosidade do que aconteceria.

O professor explicou todo o funcionamento do kit, o objetivo para essas atividades experimentais, e o que deveriam fazer durante todo processo. Então, como já estavam com o roteiro em mãos, iniciaram a primeira atividade: **Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em um capacitor**. Nessa atividade experimental, os estudantes não tiveram muitos problemas, iniciando com o multímetro para medir a capacitância de cada capacitor e anotando na tabela do roteiro, como na figura 34.

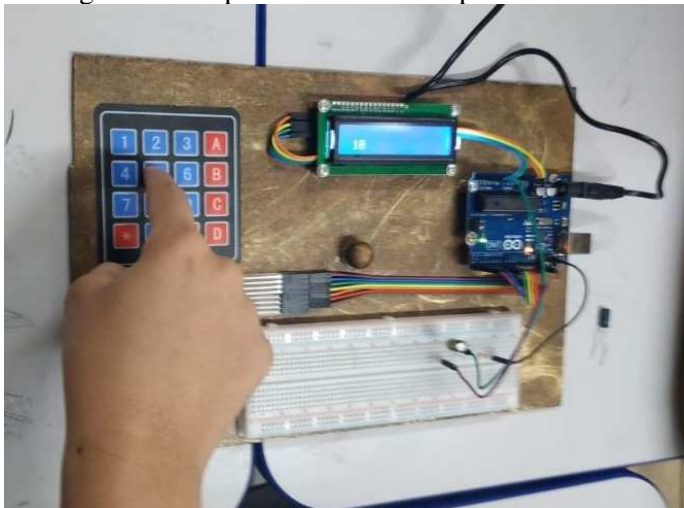
Figura 34 - Medindo da capacitância dos capacitores



Fonte: Autora (2019)

Em seguida trabalhamos com um capacitor e um resistor e o kit didático para encontrar a carga elétrica e a energia potencial elétrica armazenadas. Seguindo o roteiro, passo a passo, fizeram as ligações corretamente, sendo que uma equipe ia mais devagar por medo de acontecer algo, como um choque. A figura 35 mostra o trabalho em equipe durante a primeira atividade experimental.

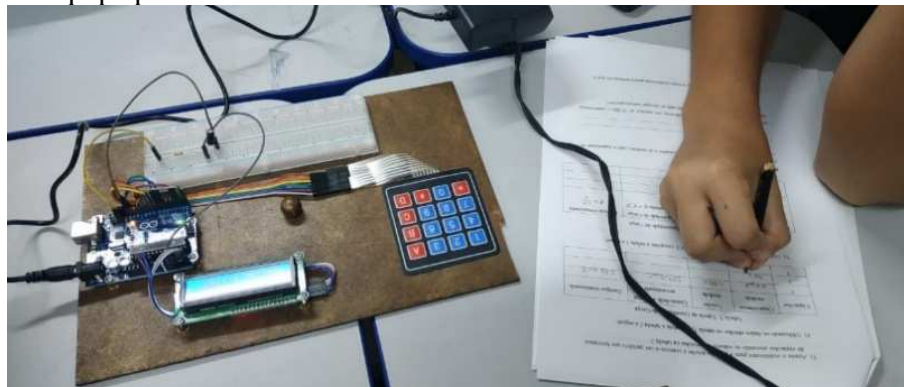
Figura 35 - Estudante digitando a capacitância no kit experimental



Fonte: Autora (2019)

As equipes conseguiram completar as tabelas propostas, que podem ser encontradas no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A, e responderam as questões propostas no final da prática. A figura 36 mostra os estudantes trabalhando com o kit e preenchendo as tabelas e respondendo as atividades propostas no final do experimento.

Figura 36 - Equipe preenchendo as tabelas



Fonte: Autora (2019)

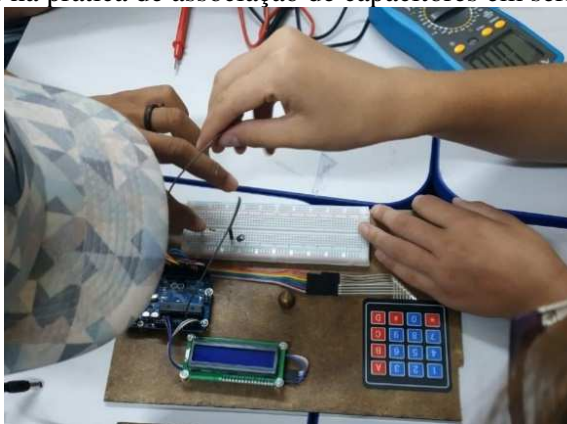
Cada kit didático possui dois resistores, um de 22 k Ω e um de 100 k Ω , além de três capacitores de 100 μ F, três capacitores de 22 μ F, e três capacitores de 47 μ F. foi utilizado nesta prática somente um resistor de 22 k Ω e um capacitor de 100 μ F.

Não foram utilizados outros componentes de valores diferentes em virtude do tempo, os estudantes conseguiram perceber que o resistor ligado em série ao capacitor temos um circuito de temporização RC, o que faz o capacitor carregar mais lentamente.

Em seguida, foram para a segunda atividade experimental: **Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em uma associação em Série de Capacitores.** Novamente seguiram o roteiro, porém todas as equipes tiveram um pouco de dificuldade para fazer a ligação em série dos capacitores, juntamente com o resistor. No final, todos conseguiram montar o circuito, fizeram as medições e viram o valor da carga elétrica e da energia elétrica armazenada no display do kit didático, o qual a plataforma Arduino enviava por meio da programação que já existia.

Comparando assim, os valores nominais e os valores experimentais, os quais completaram as tabelas, que podem ser encontradas no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A. Após o preenchimento de todas as tabelas, foram respondidas as questões sobre a associação de capacitores em série, de acordo com a prática. Segue, na figura 37, uma foto do trabalho durante a montagem da segunda atividade experimental.

Figura 37 - Estudantes na prática de associação de capacitores em série.



Fonte: Autora (2019)

Como já mencionado acima, o kit tem vários capacitores e resistores, mas nessa segunda atividade experimental utilizamos um resistor de 22 k Ω e três capacitores de 100 μ F. Não foi feito a prática com componentes de valores diferentes por causa do tempo.

Ao final da prática, perceberam o comportamento da carga elétrica numa associação de capacitores em série. Conseguiram comparar os valores nominais e experimentais da carga elétrica e da energia potencial armazenada nos capacitores em série.

A terceira e última atividade experimental foi: **Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em uma associação em Paralelo de Capacitores**. Nesta etapa, a dificuldade foi bem menor, seguiram o roteiro corretamente, ligaram os capacitores em paralelo, e os fios com a plataforma Arduino. Em seguida, foram anotando os valores pedidos na tabela, que podem ser encontradas no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A, resolvendo os cálculos para a comparação com os valores do *display* do kit didático.

Uma das equipes não conseguia ver os valores da carga elétrica e energia armazenada, então, quando o professor foi olhar, notou que os capacitores não estavam em paralelo. Então, ajudou essa equipe a encontrar o erro, e logo conseguiram colocar certo. E com isso, observaram os valores que estava mostrando no *display*. A figura 38 mostra esse momento.

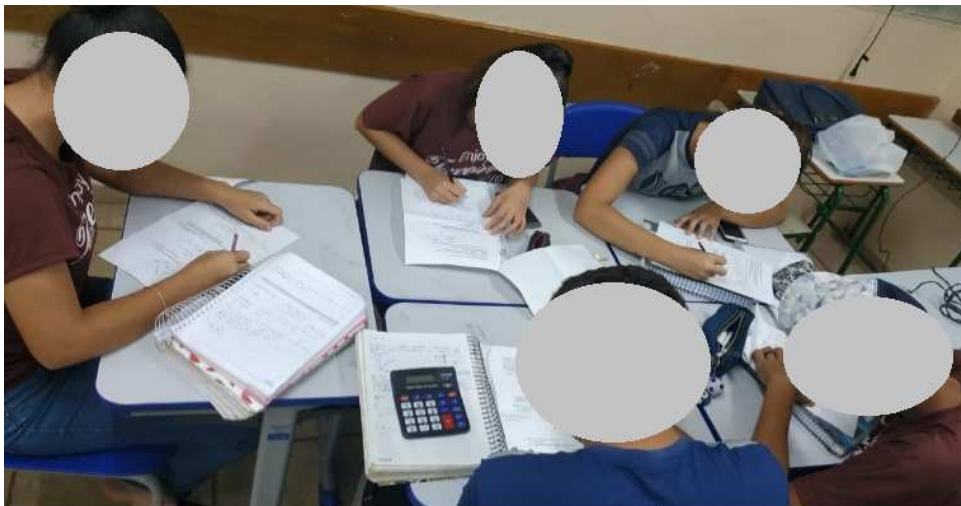
Figura 38 - A equipe conseguindo encontrar o erro



Fonte: Autora (2019)

Ao final das atividades práticas, foi entregue uma lista de exercícios, que pode ser encontrada no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A, para que os estudantes pudessem resolver, lembrando dos conceitos estudados sobre capacitores. Essa lista de exercícios foi iniciada no final desse encontro e terminada no último encontro. A figura 39 mostra os estudantes iniciando os exercícios.

Figura 39 - Os estudantes desenvolvendo os exercícios individualmente.



Fonte: Autora (2019)

Mesmo com um pouco de dificuldade, não desistiram, tiraram fotos deles com o kit, filmaram, pois era uma aula diferenciada, falavam em todo tempo que queriam sempre ter aulas dessa maneira, pois além de ser divertido, estavam aprendendo aquilo que o professor tinha explicado na teoria.

Esse encontro tinha como objetivo, estabelecer uma integração dos conteúdos das aulas anteriores, uma reconciliação integradora. As atividades experimentais permitiram as correlações dos conceitos estudados na teoria, assim, com outro tipo de recurso. Com isso, os estudantes conseguiram demonstrar sua capacidade para reconciliar integrativamente os conceitos estudados desde a primeira aula, com a primeira situação-problema, demonstrado durante toda prática experimental.

5.1.1.4 Módulo 4 – Quarto Encontro

– Avaliação – 7ª Atividade:

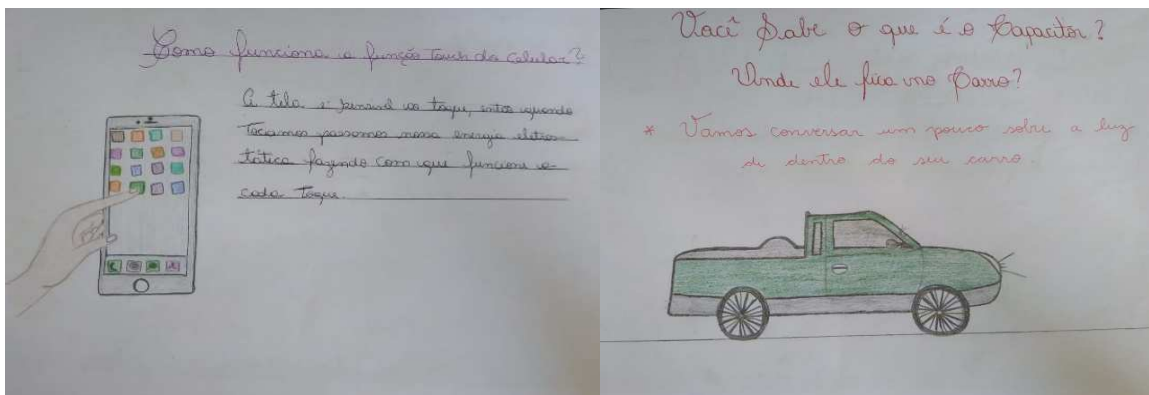
Esse foi o último encontro, o último dia, quando o professor fez o fechamento de todas as atividades, levantando a importância do trabalho de todos os estudantes, e evidenciando a captação de significados do tema estudado por cada um, na avaliação individual com a lista de exercícios. Além disso, a avaliação foi contínua, formativa, processual, ligada nas ações realizadas por todos os estudantes, durante todos os encontros.

– **Avaliação para a efetividade da UEPS – 8ª Atividade:**

Após o fechamento da 7ª Atividade, precisamos confirmar se o estudante realmente forneceu evidências de aprendizagem significativa, então, as equipes produziram um panfleto sobre os capacitores que existem no cotidiano e sua importância. Foi realizada uma divulgação científica no colégio sala por sala. Os estudantes das outras salas fizeram perguntas, e assim conseguimos evidenciar mais ainda o aprendizado pois conseguiram responder e transmitir aquilo que haviam aprendido. A figura 40 mostra alguns panfletos produzidos pelos estudantes.

Sabendo que esse tipo de aprendizagem significativa é de difícil percepção e que leva certo tempo para percebermos, Moreira (p. 5, 2011) destaca que “a ênfase deve estar nas evidências, não em comportamentos finais”.

Figura 40–Modelos de panfletos produzidos pelos estudantes.



Fonte: Autora (2019)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabendo que a desmotivação para estudar é grande entre os alunos é preciso que o professor inove as aulas para que estas despertem o interesse do aluno por aprender. É Preciso parar com aquelas aulas essencialmente mecânicas, de memorização de conceitos. Porém a inovação torna o trabalho do professor extremamente desafiador (Rosa, 2001). Para isso, deve-se propor alternativas e metodologias diferenciadas nas quais o estudante consiga entender o que está ao seu redor, em seu cotidiano e se torne participante ativo e crítico nas aulas. Isto é, tornar a aprendizagem mais significativa.

A partir dessas ideias, e incomodação por parte do pesquisador, propomos esse Produto Educacional, numa perspectiva cognitivista, fundamentada nos trabalhos de Ausubel e na estratégia de ensino por Moreira.

Para este trabalho, destacamos o ensino de Capacitores, e principalmente, o ensino da carga elétrica e energia armazenada em associações de capacitores, por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), com ênfase na aplicação de um kit didático com a plataforma Arduino, ou seja, a robótica.

O material aplicado, as atividades propostas e as práticas experimentais com o kit didático demonstraram que as aulas ficaram mais atrativas e motivadoras para o estudante aprender de uma forma mais satisfatória, como exemplo algumas perguntas dos alunos: “Vai ter mais aula dessa maneira, resgatando o que sabemos e uma prática para comparar a teoria?” O interesse mostrado pelos estudantes, o empenho nas práticas experimentais, nas discussões, são respostas plausíveis para uma aprendizagem significativa. Além disso, ficou bem visível a receptividade dos estudantes com essa proposta aumentando a vontade de aprender, a qual é uma grande condição que colabora para a aprendizagem significativa, segundo Ausubel.

Podemos ressaltar que a turma, era pequena e e os estudantes faltosos em todos as disciplinas. Durante o ano letivo, e com essa proposta, os estudantes pouco faltaram, aproveitando cada instante em que ali estavam. Isso também foram indícios que a proposta estava no caminho certo.

Analisando os resultados obtidos durante toda a aplicação desse Produto Educacional, podemos concluir que a parte experimental, o kit didático com a plataforma Arduino, trouxe grande interesse aos nossos estudantes, pois conseguiram comparar os valores calculados com os valores descritos no display, e viram que com esse kit didático, não precisam mais resolver equações para encontrar valores de carga elétrica e energia elétrica potencial. O próprio kit didático, com a programação colocada nele, via cabo USB, traz esses valores. Assim, por meio

da experimentação os estudantes conseguiram interagir mais nas aulas de Física, tornando-se co-responsáveis por sua aprendizagem.

O Arduino, enquanto tecnologia apresenta uma infinidade de opções para o professor usar em sala. A robótica educacional é um campo que cresce, atraindo a atenção dos estudantes para uma nova visão da educação e sobretudo uma nova forma de aprender, e colocar em prática os conteúdos.

Precisamos ressaltar que essa proposta não substitui o ensino de Física tradicional, mas esperamos que esse material seja um apoio aos professores, aplicando, como podemos encontrar no Produto Educacional da pesquisa disposto no Apêndice A, ou fazendo alterações onde achar necessário.

Por fim, os resultados mostraram que a utilização de UEPS no estudo de capacitores, e a utilização da robótica, facilita muito ao professor ensinar de uma forma diferenciada, com o estudo dos Capacitores. Fazendo com que os estudantes se sintam parte do processo de aquisição dos conhecimentos, pois a metodologia contribui de uma forma mais atrativa, na busca do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em novembro de 2018.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento: Uma perspectiva cognitivista.** 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, J. **Psicologia Educacional.** Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento". En Elam, S. (Comp.) La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum.** Buenos Aires: El Ateneo, 211-239p, 1973.

AUSUBEL, D.P. **The psychology of meaningful verbal learning.** New York: Grune & Stratton. 255p, 1963.

BATISTA, M. C. FUSINATO, P. A. BLINI, R. B. **Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física.** Acta Scientiarum Humanand Social Sciences, 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Trad. Alvarez, M. J.; Santos, S. B.; Baptista, T. M. Porto, 1982. (Coleção Ciências da Educação).

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 outubro 2019.

LABORATÓRIO VIRTUAL - EAD. Disponível em: <http://ensinoadistancia.pro.br/EaD/Eletromagnetismo/CapacitorEnergia/Energia.gif>. Acesso em outubro 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1992.

GOWIN, D.B. (1981). **Educating.** Ithaca, New York: Cornell University Press, 210p.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de física,** Volume 3: Eletromagnetismo. 10 ed., Rio de Janeiro, Editora LTC, 2016.

MACIEL, R.R., **A astronomia nas aulas de Física: Uma proposta de utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)** - Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC, 111, 2016.

IHMC CMAP TOOLS. Disponível em: <https://maaz.ihmc.us/rid=1J69Q7MZK-1S9JJQL-MW9/Mapa%20Conceitual.cmap&s>. Acesso em dezembro 2019.

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

MOREIRA, M.A. e MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro. 2ª ed. p111, 2006.

MOREIRA, M.A., **Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, Porto Alegre: UFRGS, Brasil, V1(3), p. 25-46, 2011.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª Ed. São Paulo: E.P.U., 2015.

MOREIRA, M. A. **Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa**. *Curriculum*, n. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa (Concept maps and meaning ful learning). Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades e Ensino Potencialmente Significativas**, 41, 2012.

MOTA, N.S., **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para aprendizagem de tópicos da Eletrodinâmica**. Dissertação (mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense IFTF, Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, p.197, 2018.

MUNDO PROJETADO. Disponível em: <http://mundoprojetado.com.br/capacitor-o-que-e-e-como-funciona>. Acesso em novembro de 2019.

NOVAK, J.D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira. Tradução de Marco Antonio Moreira do original **A theory of education**. 1980.

O BARICENTRO DA MENTE. Disponível em: <http://www.obaricentrodamente.com/2013/08/um-pouco-sobre-capacitores.html>. Acesso em outubro de 2019.

PILATTI, S. M. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de eletrostática**. 2016. 190 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Campo Mourão, 2016.

SERWAY, R.A., JEWETT Jr, J.W. **Princípios de física**. Foco Traduções: Keli Seidel. 1ª Ed. São Paulo, Cengage Learning, 2014.

SILVA, S.C.R., SCHIRLO, A.C., **Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel: Reflexões para o Ensino de Física ante a Nova Realidade Social**. *Imagens da Educação*, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

SILVEIRA, D. T.; CORDOWA, F. P. **A pesquisa científica.** in: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (orgs). **Métodos de pesquisa.** Rio Grande do Sul: Editora UFRGS, 2009.

SONVEZ, V. **Uma proposta de sequência didática para o Ensino de ondas eletromagnéticas.** 2019. 133 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Campo Mourão, 2019.

TRENTIN M. A. S.; ROSA C. T. W.; ROSA A. B.; TEIXEIRA A. C. **Robótica educativa livre no ensino de Física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva.** Revista Brasileira do Ensino de Ciência e Tecnologia, Curitiba, v. 8, n. 3, 2015.

VERGNAUD, G. (1990). **La théorie Deschamps conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques,** 10(23): 133-170.

VYGOTSKY, L.S. **Formação social da mente.** São Paulo: Martins Fonte, 1984.

APÉNDICE

APÊNDICE A:
A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO DE
FÍSICA: MEDINDO CARGA E ENERGIA ARMAZENADA EM
ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ –
CAMPO MOURÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ANDREZA DESTEFANO ATAIDES

Produto Educacional

**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO DE
FÍSICA: MEDINDO CARGA E ENERGIA ARMazenada EM
ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES**

Campo Mourão 2020

ANDREZA DESTEFANO ATAIDES

Produto Educacional

**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO
DE FÍSICA: MEDINDO CARGA E ENERGIA
ARMAZENADA EM ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Polo 32 MNPEF), campus Campo Mourão, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon
Coorientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista

CAMPO MOURÃO
2020

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO DOS MÓDULOS	04
2 ORGANIZAÇÃO DOS MÓDULOS	05
2.1 MÓDULO 01: SITUAÇÕES-PROBLEMA	07
2.1.1 ATIVIDADE 1: FUNCIONAMENTO DO FLASH	07
2.1.2 ATIVIDADE 2: COMO FUNCIONA O FLASH	08
2.1.3 ATIVIDADE 3: “TOUCH SCREEN”	09
2.1.4 ATIVIDADE 4: COMO FUNCIONAM AS TELAS SENSÍVEIS AO TOQUE?	10
2.2 MÓDULO 2 (FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA)	11
2.2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.2.2 UTILIZAÇÃO DO KIT	26
2.3 MÓDULO 3 (ATIVIDADE PRÁTICA)	45
2.3.1 PRÁTICA 1: ESTUDO DA QUANTIDADE DE CARGA E ENERGIA ARMAZENADAS EM UM CAPACITOR	45
2.3.2 PRÁTICA 2: ESTUDO DA QUANTIDADE DE CARGA E ENERGIA ARMAZENADAS EM UMA ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE DE CAPACITORES	49
2.3.3 PRÁTICA 3: ESTUDO DA QUANTIDADE DE CARGA E ENERGIA ARMAZENADAS EM UMA ASSOCIAÇÃO EM PARALELO DE CAPACITORES	52
2.4 MÓDULO 4 (AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM)	56
2.4.1 ATIVIDADE 6: SITUAÇÕES-PROBLEMA COM NÍVEL DE MAIOR COMPLEXIDADE	56
2.4.2 ATIVIDADE 7: AVALIAÇÃO DA UEPS	58
2.4.3 ATIVIDADE 8: IDENTIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM COM UMA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	58
3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO	59
REFERÊNCIAS	60

1- APRESENTAÇÃO DOS MÓDULOS

Observando atentamente o panorama da educação no Brasil e o atual momento tecnológico da nossa sociedade, nos sentimos impulsionados e instigados a desenvolver técnicas e estratégias de ensino que desperte nos estudantes uma aprendizagem significativa.

O Ensino de Física, por muito tempo, baseava-se puramente na mera transmissão de conhecimentos e também no ensino de teorias, nas quais a experimentação era por umitas vezes esquecida e não encontrava lugar nesse método de aprendizagem passiva. Cada vez mais os professores do Ensino de Física precisam entender que a teoria e prática, são alicerces uma da outra, dando sentido e significado aos conhecimentos adquiridos.

Entretanto, a falta de um material pedagógico apropriado e por muitas vezes o despreparo do docente na formação acadêmica limita o educador na preparação de suas aulas, fazendo com que fique no mais fácil, ou seja, somente na teoria.

Assim sendo, nosso produto educacional se constitui como um material de apoio, que tem o intuito de auxiliar o professor na apresentação do tema de capacitores, cargas e energia, visando tornar o estudante protagonista nas aulas de Física, sendo personagem central e não apenas sujeito passivo. Nossa proposta de intervenção baseia-se em uma atividade experimental, utilizando a Plataforma Arduino, isto é, uma TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação), que não apenas valoriza o trabalho em equipe, mas cria condições para que os estudantes estabeleçam um clima de parceria e de colaboração entre si. Além disso, este trabalho descreve a construção e aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

Visando alcançar os objetivos propostos, a UEPS apresentará 4 módulos, num total de 8 horas/aulas, podendo esse número ser alterado, caso haja necessidade. O roteiro de ensino está organizado em módulos para estabelecer um diálogo entre os diferentes saberes sociais e fazer com que o cotidiano possa ser objeto de estudo.

2- ORGANIZAÇÃO DOS MÓDULOS

Módulo 1: Atividades Diagnósticas (Situações-Problema)

- a) Atividade 1: Organizador prévio:
 - Discussão sobre o funcionamento do flash de uma máquina fotográfica;
- b) Atividade 2: Situação-problema que leva o estudante a exteriorizar o que sabe:
 - Apresentação e discussão de um texto que fala sobre o funcionamento de um capacitor;
- c) Atividade 3: Nova situação-problema levando em consideração o conhecimento prévio:
 - Discussão sobre o funcionamento de “*Touch Screen*”;
- d) Atividade 4: Apresentação do conhecimento saindo do conceito geral para o específico (Diferenciação progressiva):
 - Apresentação do vídeo: Como Funcionam as Telas Sensíveis ao Toque.

Módulo 2: Fundamentação Teórica

- a) Atividade 5: Retomada dos aspectos mais gerais e relações entre proposições e conceitos:
 - Fundamentação teórica – História do Capacitor;
 - Capacitores e os tipos de capacitores;
 - Carga elétrica, Capacitância e Energia potencial elétrica;
 - Associações de capacitores;
 - Circuito de temporização RC;
 - Plataforma Arduino e seu *Software*.

Módulo 3: Atividades Práticas com Associação de capacitores

- Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em um capacitor;
- Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em uma associação em Série de Capacitores;
- Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em uma associação em Paralelo de Capacitores.

Módulo 4: Avaliação da aprendizagem

- a) Atividade 6: Situações-problema com nível de maior complexidade:
 - Lista de exercícios de capacitores.
- b) Atividade 7: Identificação de aprendizagem com avaliação somativa:
 - Avaliação durante todo o processo;
- c) Atividade 8: Efetividade da UEPS com uma divulgação científica:
 - Confeção de panfletos e divulgação sobre capacitores no cotidiano.

2.1 MÓDULO 01: Situações-Problema

2.1.1 Atividade 1: Funcionamento do Flash

O flash na fotografia é uma das opções de fontes de luz para o fotógrafo. Trata-se de um acessório, embora grande parte das câmeras digitais conte com um flash integrado.

Assim, ao clicar a fotografia, o flash é acionado. A quantidade de luz oferecida é grande e direta, criando sombras duras.

O flash é frequentemente utilizado em situações de pouca luz ou penumbra. Ele também pode ser um grande aliado na hora de preencher sombras muito fortes, evitando a saturação exagerada



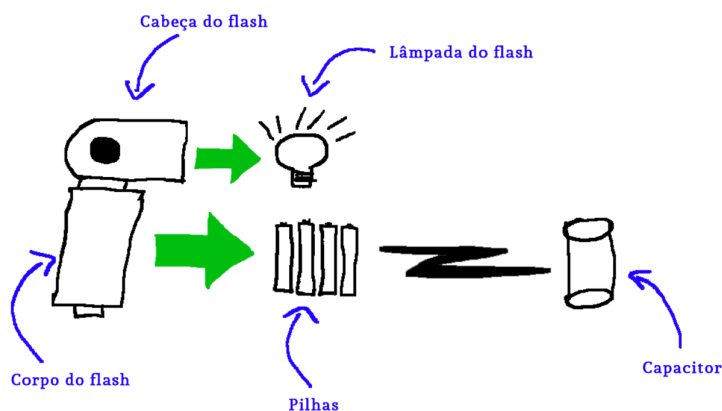
Fonte: Fotografia Mais (2018)

Fonte: Fotografia Mais (2018)

Discuta com seus colegas e explique como funciona o flash da máquina fotográfica.

A large rounded rectangular box containing horizontal lines for writing.

2.1.2 Atividade 2: Como funciona o Flash



Fonte: Glauco Castro Fotografia (2018)

básica de utilização.

O flash é composto por um corpo, onde ficam todos os componentes eletrônicos, e uma cabeça, onde fica basicamente a lâmpada do flash. Dentro do corpo temos as pilhas e um componente eletrônico: o capacitor. Vejamos como ele funciona: a pilha é o que dá energia ao flash. Ela faz o flash funcionar eletronicamente e também fornece energia para a lâmpada acender, realizando seu disparo. No entanto, o consumo de energia pela lâmpada é muito grande e muito rápido. As pilhas não são capazes de fornecer toda essa energia de uma vez e rapidamente para a lâmpada. Para isso existe o capacitor. O capacitor é um componente eletrônico que armazena energia, como uma pilha, mas é capaz de liberar sua energia de forma instantânea. Então, quando você liga o flash, a primeira coisa que ele faz é carregar o capacitor, utilizando um pouco da energia das pilhas. Depois disso, fica aguardando o comando da câmera para disparar. Quando você aciona o botão de disparo, o flash vai até o capacitor pega sua carga e a manda para a lâmpada, que se acende e apaga rapidamente. Em seguida, o flash pega novamente mais um pouco da carga da pilha e recarrega o capacitor. Esse é o funcionamento básico do flash.

Fonte: Glauco Castro Fotografia (2018)

Agora, converse com seus colegas e diga o que é e como funciona um capacitor.

2.1.3 Atividade 3: “Touch Screen”

Parece coisa de ficção científica. Aliás, é algo que há muito tempo os filmes e contos de ficção científica já previam: uma interface com o computador através de movimentos e de toques direto na tela. Com o avanço da tecnologia, isso já virou realidade e é utilizado por muitos de nós todos os dias. Muitos caixas eletrônicos de banco, celulares como o iPhone e o Nokia 5 800, e alguns monitores de computador já utilizam a tecnologia conhecida como “Touch Screen”.

Fonte: Gnd Monitores (2018)



Fonte: Infomuv (2018)

Você sabe como essa tela funciona? Discuta com seu grupo e elabore algumas hipóteses para tal funcionamento.

A large, rounded rectangular box containing ten horizontal lines for writing.

2.1.4 Atividade 4: Como Funcionam as telas sensíveis ao toque?

Apresentar para os pequenos grupos o vídeo¹: Como Funcionam as Telas Sensíveis ao Toque, em Palavras Simples.



Fonte: Brasil Escola (2020)

Depois de ter visto o vídeo, escreva com suas palavras, como é o funcionamento das telas “Touch Screen”.

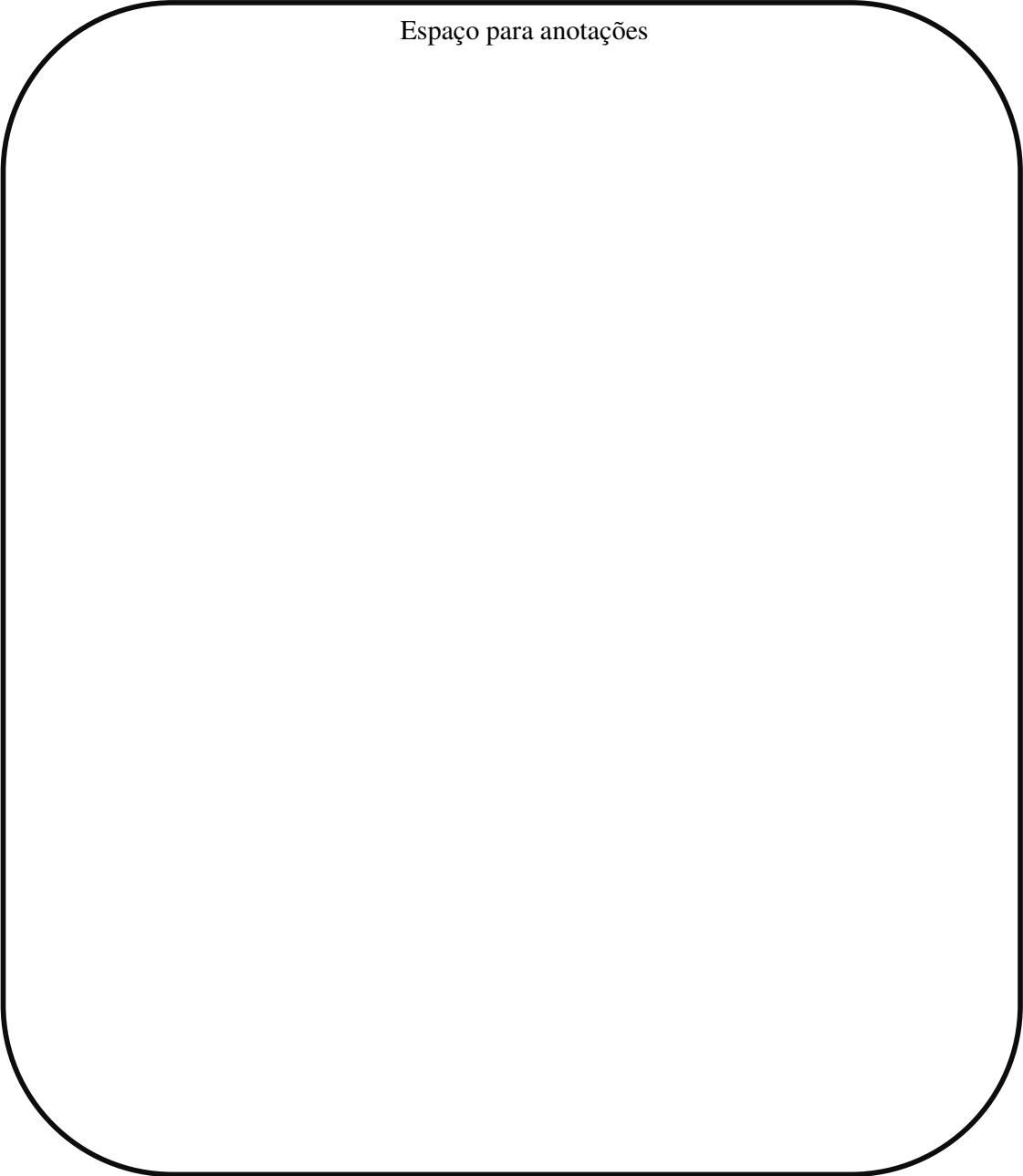
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=BF211C15zW8>

2.2 MÓDULO 2 (FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA)

Após várias situações-problema, onde conseguimos perceber que existe capacitor em nosso cotidiano, precisamos dialogar um pouco sobre capacitores e relacionar corretamente apontando similaridades e diferenças importantes, relações entre proposições e conceitos, ou seja, a reconciliação integrativa.

Espaço para anotações



2.2.1 Fundamentação Teórica

Introdução teórica

Para que o professor possa entender todo o conteúdo a ser trabalhado, é muito importante ser demonstrado a origem histórica, os conceitos, as características e aplicações no cotidiano. Dessa forma, o estudante terá um conhecimento maior da origem dos capacitores e sua importância. Com isso, será apresentada aos estudantes uma síntese para que possam compreender melhor os capacitores.

O professor poderá mostrar aos estudantes alguns tipos de capacitores existentes no mercado para uma melhor compreensão dos estudos de capacitores.

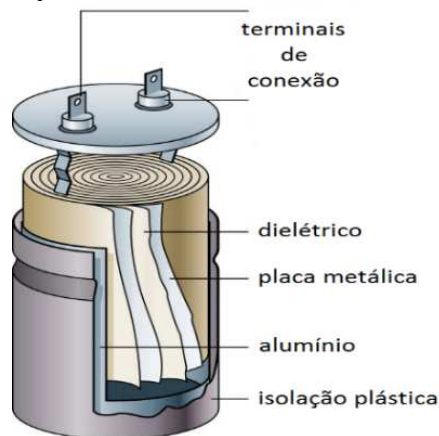
Capacitores

Os capacitores também podem ser chamados de condensadores, são componentes de um circuito elétrico cuja finalidade é armazenar cargas elétricas, tendo muita importância no campo da eletrônica.

Eles são constituídos por um par de condutores, chamados de armaduras ou placas, os quais possuem um dielétrico, um material isolante, entre essas placas para não entrarem em contato com os condutores. Quando o capacitor é ligado a uma fonte de alimentação, as placas são carregadas com cargas elétricas de sinais contrários, formando um campo elétrico. Ao se carregarem, é acumulada energia potencial elétrica em consequência do campo elétrico.

Na figura 1, está representada a estrutura de um capacitor.

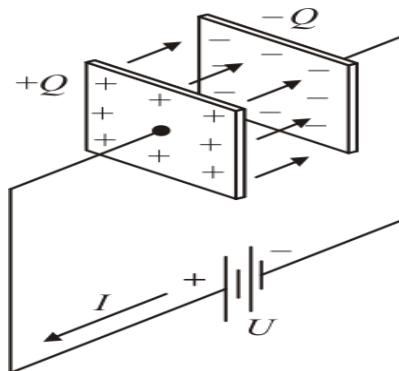
Figura 1 – Estrutura de um Capacitor



Fonte: O Baricentro da Mente (2018)

Na figura 2, é representado um capacitor de placas paralelas, a conexão com o polo positivo e o polo negativo de uma fonte de tensão.

Figura 2 – Capacitor em placas paralelas



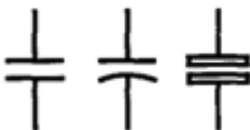
Fonte: O Baricentro da Mente (2018)

Existem diversos tipos de capacitores, cada um para sua finalidade: capacitores polarizados, capacitores não polarizados e capacitores variáveis. Na maioria, os capacitores de placas condutoras separadas por um dielétrico a tensão pode ser aplicada com qualquer polaridade. Mas, alguns capacitores as placas devem ser polarizadas corretamente, senão, eles podem se danificar.

Na figura 3, está representado o símbolo de cada tipo de capacitores.

Figura 3 – Tipos de capacitores

Capacitor Não Polarizado



Capacitor Polarizado



Capacitor Variável



Fonte: Markus (2001, p. 82)

Esses dispositivos estão bem presentes no nosso cotidiano, nas nossas casas, no nosso trabalho, porém, muitas vezes não vemos, exatamente, onde encontrá-los. Podemos destacar algumas aplicações dos capacitores:

- Armazenamento de carga elétrica em sistemas de flash de máquinas fotográficas;
- No start de motores de portão eletrônico;
- Sensores, como as telas “touchscreen” capacitivas;

- d) Radares;
- e) Osciladores;
- f) Absorver picos e preencher vales em sinais elétricos;
- g) Filtro de ruídos em sinais de energia;
- h) Como baterias temporárias em som automotivo;
- i) Laser de alta potência;
- j) Aceleradores de partículas;
- k) Sintonizador de rádios;
- l) Em fontes de alimentação, e muitos outros exemplos.

Além de todas as aplicações citadas acima, precisamos mostrar a diferença entre um capacitor e uma bateria. O capacitor tem uma estrutura muito simples, não produz energia, é muito rápido na carga e descarga de energia, divide frequências e suaviza sinais elétricos. Já a bateria produz energia por processos químicos e é mais lenta na carga e descarga de energia.

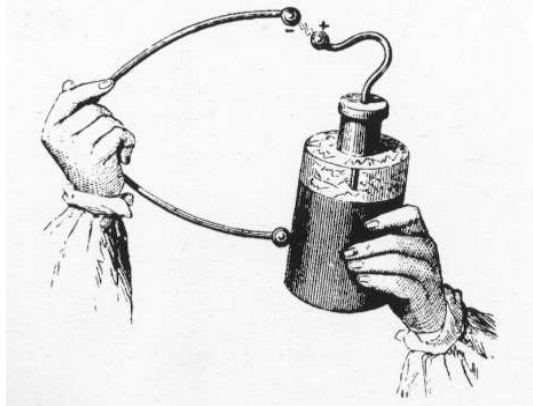
A Garrafa de Leyden: O primeiro capacitor

Após a compreensão da interação das cargas, os físicos tiveram a brilhante ideia de armazená-las. Foi, então, que se obteve um marco na história, a Garrafa de Leyden, conforme a figura 4, o primeiro capacitor.

Em outubro de 1745, Ewald Georg Von Kleist fez essa grande descoberta: o primeiro dispositivo armazenador de cargas elétricas. Num experimento de eletricidade, conectando um gerador de alta tensão eletrostática por um fio a uma jarra de vidro com água, que estava em sua mão, cargas elétricas poderiam ser armazenadas. A água e sua mão agiram como condutores e a jarra como dielétrico. Assim, ao retirar o gerador, e tocando o fio, o resultado foi um grande e doloroso choque.

Logo depois, o físico holandês Pieter Van Musschenbroek inventou algo muito parecido, um capacitor muito potente. Pois combinou, pela primeira vez, várias garrafas em paralelo, percebendo um aumento da capacidade de armazenamento de cargas elétricas. Essas garrafas eram de vidro, preenchidas por água e outro líquido e tampadas por uma rolha, por onde passava um condutor e entrava em contato com a água. A importância da descoberta da garrafa de Leyden para eletricidade foi muito grande porque os pesquisadores conseguiam levar cargas armazenadas em seus frascos.

Figura 4 – Garrafa de Leyden



Fonte: O Baricentro da Mente (2018)

Podemos depois de ver algumas aplicações dos capacitores, entender a existência de vários tipos desses dispositivos, como são, e onde são encontrados:

– **Capacitor Eletrolítico:**

Possui um material dielétrico de espessura muito pequena, tem polaridade, ou seja, um jeito correto de colocá-lo em qualquer circuito, caso ele seja polarizado da maneira incorreta, o capacitor entra em processo de curto circuito e pode explodir liberando gases. É encontrado em fontes de tensão, podendo filtrar possíveis ruídos que possam vir da rede elétrica, de acordo com a figura 5.

Figura 5 - Capacitor Eletrolítico



Fonte: Como Fazer as Coisas (2018)

– **Capacitor de Poliéster:**

Formado por várias camadas de poliéster e alumínio, no caso de danos entre as camadas o material metálico que está sobre a folha de poliéster evapora, evitando um curto

circuito, podem trabalhar em temperaturas altas e tensões, é encontrado em fontes de energia, e não possui polaridade definida, de acordo a figura 6.

Figura 6 – Capacitor de Poliéster

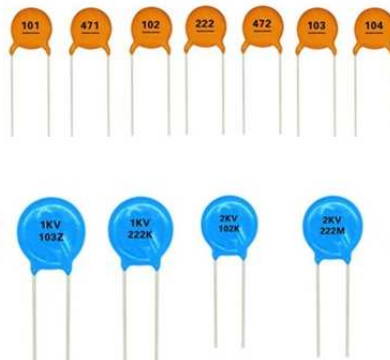


Fonte: Como Fazer as Coisas (2018)

– **Capacitor Cerâmico:**

Um dos modelos mais conhecidos e utilizados. São usados para circuitos de alta frequência e corrente contínua, e armazenam pequenas quantidades de cargas elétricas. São encontrados em televisões, rádios, flash de câmeras, roteadores e não possuem polaridade definida, de acordo com a figura 7.

Figura 7 – Capacitor Cerâmico



Fonte: Como Fazer as Coisas (2018)

– **Capacitor de Tântalo:**

São usados para substituir os capacitores de eletrolítico, pois são muito menores e de mesmo valor, são polarizados e se polarizado de maneira incorreta ocasionará em uma explosão imediata. São encontrados em aparelhos celulares, de acordo com a figura 8.

Figura 8 – Capacitor de Tântalo

Fonte: Como Fazer as Coisas (2018)

– **Capacitor de Mica:**

Altamente estável quanto à temperatura, possui baixa perda de carga, tem alta qualidade e desempenho, baixa tolerância e um custo um pouco elevado, não é muito utilizado nos dias de hoje. Não possuem polaridade, de acordo com a figura 9.

Figura 9 – Capacitor de Mica

Fonte: Como Fazer as Coisas (2018)

– **Capacitor SMD:**

São usados em todo tipo de equipamento eletrônico, por serem muito pequenos, são montados nos circuitos por robôs. Não possuem terminais, este componente é de montagem em superfície, e não possuem polaridade, de acordo com a figura 10.

Figura 10 – Capacitor SMD

Fonte: Como Fazer as Coisas (2018)

– **Capacitor variável:**

São usados em circuitos sintonizados, como a sintonia de um rádio, e não são indicados para altas potências e tensões, de acordo com a figura 11.

Figura 11 – Capacitor variável



Fonte: Como Fazer as Coisas (2018)

– **Mega capacitor ou Super capacitor:**

Projetados para armazenar e descarregar grande quantidade de energia, como as baterias, mas de uma forma mais rápida. Na maioria dos casos trabalham com tensões altas, e possuem polaridade, de acordo com a figura 12.

Figura 12 – Mega Capacitor



Fonte: Como Fazer as Coisas (2018)

Carga elétrica e Capacitância

Já sabemos que a carga de um capacitor é a carga elétrica que está armazenada na armadura do capacitor. Por isso, agora, vamos falar sobre a capacitância ou capacidade eletrostática, que é a capacidade do componente armazenar as cargas elétricas. A capacitância é a medida da carga elétrica armazenada pelo capacitor por unidade de tensão, e pode ser calculada, por definição, pela relação:

$$C = \frac{Q}{U}$$

Em que:

- U é a tensão entre as armaduras do capacitor, medida em volt (V);
- Q a carga da armadura positiva do capacitor, em Coulomb (C);
- C a capacitância do capacitor, dada em Farad (F).

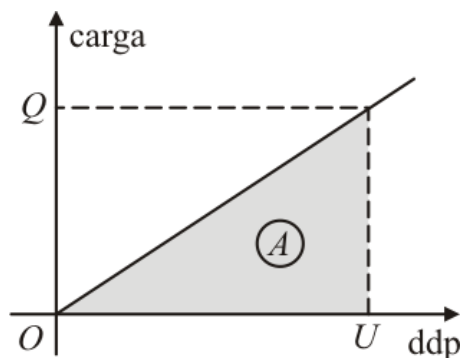
Na prática, o Farad é uma unidade muito alta e, por isso, os capacitores fabricados e usados em circuitos elétricos têm capacidade da ordem dos submúltiplos:

- Microfarad: $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$
- Nanofarad: $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$
- Picofarad: $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

Energia Potencial Elétrica de um Capacitor

Um capacitor ao ser carregado por uma fonte de alimentação fornece-lhe uma energia potencial elétrica. Sendo a carga de um capacitor proporcional à sua tensão, o gráfico é uma reta que passa pela origem dos eixos coordenados. A energia potencial elétrica armazenada é numericamente igual à área A sob a curva.

Figura 13 - Gráfico de carga (Q) em função da tensão (U)



Fonte: Laboratório Virtual – EAD (2018)

Essa energia potencial elétrica é dada por: $E = \frac{Q \cdot U}{2}$

Como $Q = C \cdot U$, teremos: $E = \frac{C \cdot U^2}{2}$

E, ainda, como $U = \frac{Q}{C}$, podemos escrever: $E = \frac{Q^2}{2 \cdot C}$

em que:

E = Energia potencial elétrica(J);

Q = Quantidade de carga elétrica(C);

U = Tensão(V);

C = Capacitância(F).

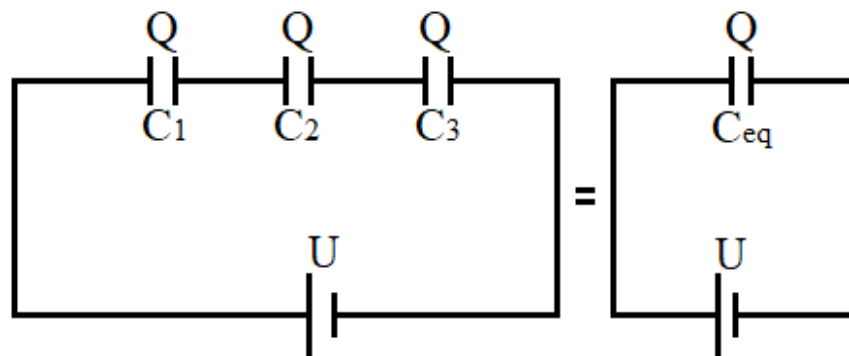
Associações de Capacitores:

Quando desenvolvemos um protótipo precisamos experimentar alguns valores de capacitores, então, precisamos associá-los para obter um valor específico. Essa associação poderá ser em série, em paralelo ou uma associação mista.

Associações de Capacitores em Série:

A associação em série pode ser feita entre dois ou mais capacitores representando da seguinte forma, de acordo com a figura 14:

Figura 14 - Associação de capacitores em série e capacitor equivalente



Fonte: Autora (2019)

Numa associação em série, conectamos as extremidades A e B em uma fonte de alimentação. Assim, todos os capacitores adquirem carga elétrica Q igual, em razão da indução total entre as placas do capacitor.

Podemos citar algumas características ou propriedades de uma associação em série:

- Todos os capacitores possuem a mesma carga elétrica.

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_N$$

- A tensão total é a soma das tensões de cada capacitor.

$$U_{eq} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_N$$

- A capacitância equivalente na forma geral.

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

Destacam-se duas situações particulares para capacitância equivalente:

- Para dois capacitores diferentes em série:

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

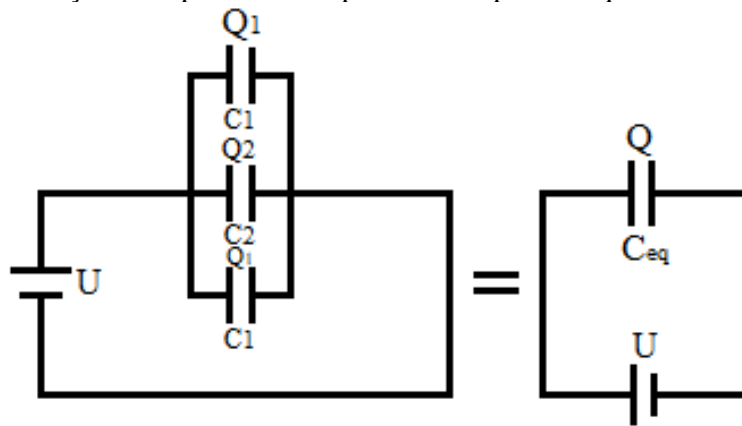
- Para n capacitores iguais em série:

$$C_{eq} = \frac{C}{n}$$

Associações de Capacitores em Paralelo

A associação em paralelo pode ser feita entre dois ou mais capacitores representando de acordo com a figura 15:

Figura 15 - Associação de capacitores em paralelo e capacitor equivalente



Fonte: Autora (2019)

Numa associação em paralelo, ligamos os pontos A e B em uma fonte de alimentação para carregar os capacitores. Assim, as placas ligadas ao polo positivo adquirem carga elétrica positiva e as placas ligadas ao polo negativo adquirem carga elétrica negativa.

Podemos citar algumas características ou propriedades de uma associação em paralelo:

- A carga elétrica equivalente é a soma de todas as cargas elétricas.

$$Q_{eq} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_N$$

- A capacitância equivalente é a soma de todas as capacitâncias.

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_N$$

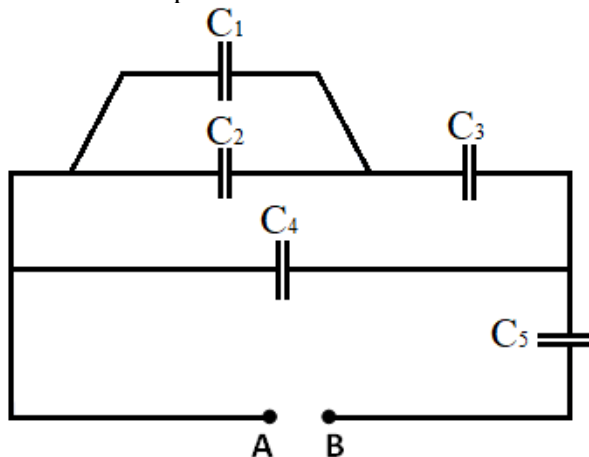
- A tensão equivalente é constante.

$$U_{eq} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_N$$

Associação Mista de Capacitores:

A associação mista pode ser feita com vários capacitores representando na figura 16:

Figura 16 - Associação mista de capacitores



Fonte: Autora (2019)

Devemos resolver o problema por partes:

- Substituem-se os capacitores que estejam associados em série, ou em paralelo em cada trecho, por um capacitor equivalente;
- Retorna-se ao passo inicial, até que se tenha reduzido todo o conjunto a um único capacitor equivalente.

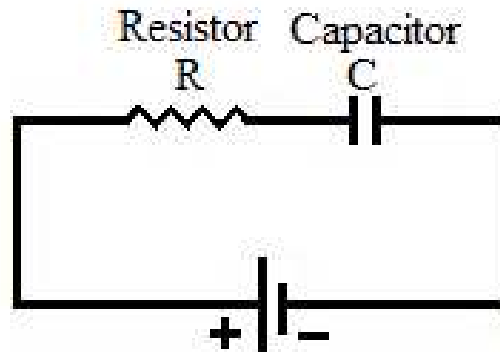
Circuito de temporização RC

Denominamos circuito RC todo conjunto de um resistor e um capacitor alimentados por uma fonte de tensão. Esses circuitos são usados como temporizadores de sinais, controlando um determinado dispositivo acionando ou não. O tempo de sua carga pode variar de acordo com a capacitância e a resistência empregada nos seus componentes RC. Um circuito temporizador é aquele que executa uma ação após um intervalo de tempo que se estabeleceu previamente.

Uma vez que o capacitor se carrega, o campo elétrico em seu interior não se altera. Em virtude desse campo elétrico, os valores de tensão e corrente mudam de forma gradativa, até que atinjam o valor final, e logo após, permanecem em regime permanente.

A figura 17 representa este tipo de circuito RC, possibilitando ao estudante analisar e compreender quando um circuito tem dois componentes diferentes, um resistor e um capacitor.

Figura 17 - representação do circuito RC, apresentando o resistor, o capacitor e a tensão aplicada



Fonte: Autora (2019)

Estudaremos o comportamento de um circuito RC ligado em série onde é estabelecido uma relação entre os níveis de tensão e um tempo definido pelos valores do resistor e do capacitor.

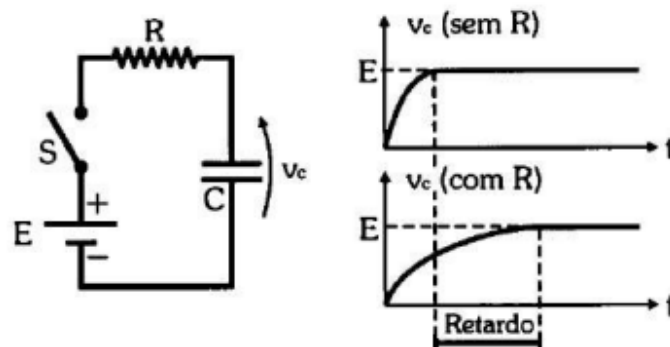
Circuito de carga do capacitor

Considerando um capacitor descarregado, com o fechamento da chave S, os valores de corrente e tensão vão variar exponencialmente até atingir os valores finais. O tempo para que isso ocorra é proporcional a uma constante, que é a constante de tempo do capacitor, representado pelo produto R.C, que resulta na grandeza tempo(segundos).

$$\tau = RC$$

A figura 18 representa um Circuito RC de temporização em série.

Figura 18 - Circuito RC de temporização em série



Fonte: Markus (2001, p. 88)

Pode-se retardar o tempo de carga, fazendo a ligação de um resistor em série com um capacitor, assim, o tempo de tensão entre seus terminais aumenta mais lentamente.

Considerando $t = 0$ o exato instante do fechamento da chave S, o capacitor estará totalmente descarregado, comportando-se como curto-circuito. Assim, toda a tensão da fonte estará sobre o resistor, fazendo com que a corrente no circuito seja máxima.

Nos instantes imediatamente após o fechamento da chave, a corrente no circuito diminui de forma gradativa até zero, o mesmo ocorrendo com a tensão no resistor. Ao mesmo tempo, a tensão no capacitor aumenta até atingir o máximo valor, passando a se comportar como um circuito aberto.

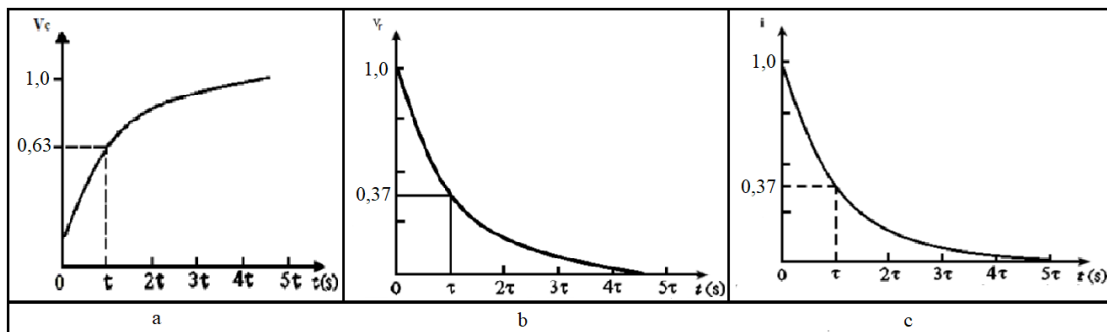
Podemos observar que, para $t = 5\tau$, obtêm-se de modo aproximado os valores finais de tensão e corrente pretendidos. Portanto, é possível afirmar com razoável precisão que o tempo necessário para o capacitor se carregar plenamente é igual a 5τ , o que pode também ser observado experimentalmente.

Após 5τ , se não houver alteração no circuito, a tensão permanece indefinidamente no valor máximo e a corrente se mantém nula. Em resumo:

- $t = 0$: o capacitor está descarregado; comporta-se como curto-circuito.
- $t = 5\tau$: o capacitor está carregado; comporta-se como circuito aberto.

A figura 19 teremos, durante a carga: a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito.

Figura 19 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito



Fonte: Autora (2019)

Tensão do Capacitor: 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. Pode então observar que o V_c aumenta em função do aumento do t .


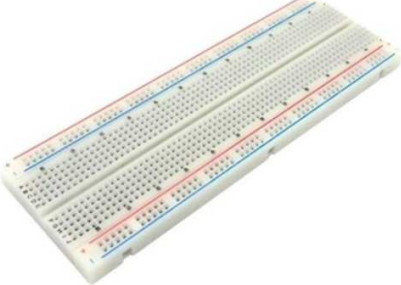


Tensão do Resistor: A tensão V_r cai exponencialmente de E até zero, pois o capacitor descarregado comporta-se como um curto-circuito e totalmente carregado comporta-se como um circuito aberto. Podemos observar que o V_r diminui em função do tempo t .

Corrente no Circuito: A corrente i inicia com um valor máximo quando o capacitor está descarregado, caindo até zero quando o capacitor está totalmente carregado. Podemos observar que a corrente diminui em função do tempo.




2.2.2 Utilização do Kit

Para melhor entendimento do Kit com a plataforma Arduino, primeiro vamos falar um pouco sobre o que e tudo o que contém e como utilizar este kit.

Tabela de materiais necessários para montagem do Kit Didático

<p>a) Placa Arduino UnoRev3;</p>	 <p>Fonte: Filipeflop (2020)</p>
<p>b) Protoboard de 830 pinos;</p>	 <p>Fonte: Tecnotronics (2020)</p>
<p>c) Teclado Matricial Membrana 4x4;</p>	 <p>Fonte: TDDN (2020)</p>
<p>d) Display LCD 16x2, 16 pinos;</p>	 <p>Fonte: Electrofun (2020)</p>

e) 20 jumpers machos;	 <p>Fonte: Aquario (2020)</p>
f) 1 Fonte Chaveada 9v 1a 110-220v Plug P4;	 <p>Fonte: Casas Bahia (2020)</p>
g) 1 Cabo Usb Para Arduino 50cm - Azul;	 <p>Fonte: Aliexpress (2020)</p>
h) 3 Capacitores de 100 μ F	 <p>Fonte: Mercado Livre (2020)</p>
i) 3 Capacitores de 22 μ F;	 <p>Fonte: Bau da Eletrônica (2020)</p>

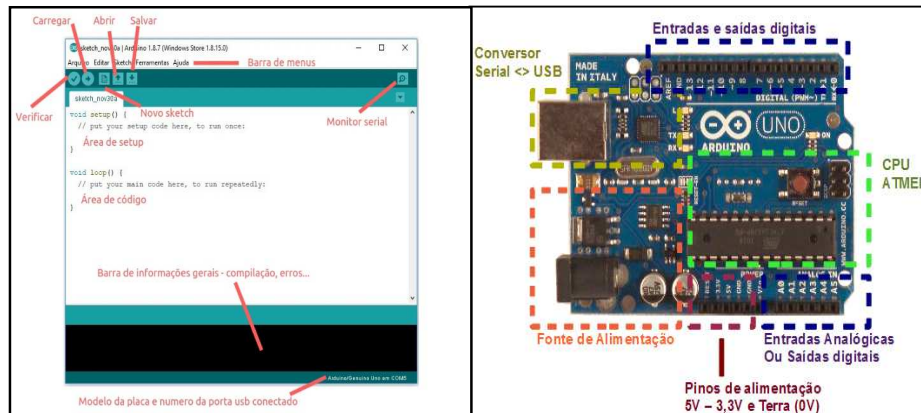
j) 3 Capacitores de 47 μ F;	 <p>Fonte: Sitron Eletro (2020)</p>
k) 1 Resistor de 100K Ω	 <p>Fonte: Mercado Livre (2020)</p>
l) 1 Resistor de 22K Ω	 <p>Fonte: Smartkits (2020)</p>

a) O que é Arduino?

Antes de começar a trabalhar, ou realizar nossos experimentos com o Kit de Arduino para aula de Física, chamado de “Monitor Capacitivo”, é muito importante que você conheça um pouco sobre a plataforma que você irá utilizar. De acordo com o site oficial (www.arduino.cc), o Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em *hardware* e *software*, fáceis de usar. Para facilitar seu entendimento, dizemos que o *hardware*, é a placa e o *software* como o programa de computador, usado para realizar a programação que fará nosso kit funcionar. Então, Arduino é um controlador, que facilita o desenvolvimento e o funcionamento de dispositivos eletrônicos.

O *software* de programação é chamado de Arduino IDE, de acordo com a figura 20 (ou ambiente de desenvolvimento de códigos), e as placas programadas para serem usadas no experimento, chamadas de Arduino Uno, conforme visto na figura 20.

Figura 20 – *Software* Arduino IDE e *Hardware* Arduino Uno

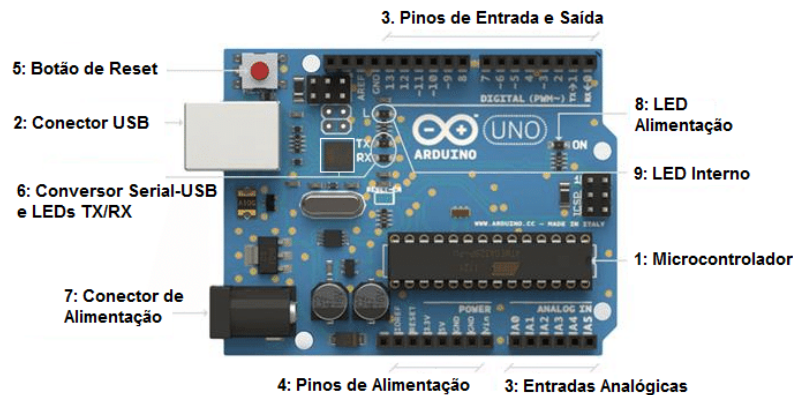


Fonte: Silvatronics (2018)

b) O que tem na placa?

O *hardware* do Arduino é simples, porém muito eficiente. Vamos analisar a partir desse momento o *hardware* do Placa UNO Rev 3 (figura 21) que será usado no kit educacional:

Figura 21 - Placa de Arduino e seus componentes



Fonte: Arduxop (2018)

Ele é composto pelos seguintes blocos:

1- Micro controlador: é a central de comando do Arduino, isto é, seu cérebro. Um notebook inteiro dentro deste pequeno chip. Ele é o dispositivo programável que roda o código que enviamos à placa. O modelo UNO, usa o micro controlador ATmega328.

- 2- Conector USB: Local de conexão entre a placa e o computador, além de que a porta USB, também funciona como uma fonte de alimentação de energia para a placa.
- 3- Pinos de Entrada e Saída: São os chamados pinos, que podem de acordo com a programação, agirem como entradas ou saídas, realizando a interação da placa do Arduino com o meio externo. No UNO R3 encontramos 14 portas digitais (I/O), 6 pinos de entrada analógica e 6 saídas analógicas (PWM). A área dos pinos rotulada com “ANALOG IN” (A0 a A5) é para os pinos analógicos. Eles podem ler o sinal de um sensor analógico (como um sensor de luminosidade) e convertê-lo em um valor digital para usar no código. A área dos pinos rotulada com “DIGITAL” (0 a 13) é para os pinos digitais. Eles podem ser usados tanto para entrada digital (como dizer se um botão está pressionado) como para saída digital (como alimentar um LED). Você pode ter notado o til (~) ao lado de alguns dos pinos digitais (3, 5, 6, 9, 10 e 11 no UNO). Eles atuam como pinos digitais normais, mas também podem ser utilizados para algo chamado Modulação por Largura de Pulso (PWM). Este assunto será tratado mais a frente neste material, mas, por enquanto, pense que esses pinos são capazes de atuar como uma “saída analógica” (podendo controlar a intensidade de um LED, por exemplo).
- 4- Pinos de Alimentação: São pinos que oferecem diversos valores de tensão usados para energizar os componentes do projeto. Deve se ter uma atenção especial, para que estes pinos não forneçam valores de corrente superiores ao suportado pela placa.
GND: Abreviação de “*ground*” (terra em inglês). Existem vários pinos de GND no Arduino, qualquer um deles pode ser utilizado para aterrar seu circuito.
- 5V e 3V3:** O pino de 5 V fornece 5 volts de energia e o de 3V3 fornece 3,3 volts. A maioria dos componentes simples usados com o Arduino trabalha com 5 V ou 3,3 V.
- 5- Botão de Reset: Botão que reinicia a placa, importante salientar, que este botão, não apaga a programação, apenas a reinicia.
- 6- Conversor Serial-USB e LEDs TX/RX: Trata-se chip que traduz as informações vindas do computador para a placa, Os LEDs TX e RX se acendem quando o Arduino está transmitindo e recebendo dados pela porta serial respectivamente.
- 7- Conector de Alimentação: Responsável por receber a energia de alimentação externa, com tensão de no mínimo 7 Volts, no máximo de 20 Volts e uma corrente mínima de 300 mA. Recomendamos 9 V, com um pino redondo de 2,1 mm e centro

positivo. Caso a placa também esteja sendo alimentada pelo cabo USB, ele dará preferência à fonte externa automaticamente.

- 8- LED de Alimentação: Indica se a placa está energizada.
- 9- LED Interno: LED conectado ao pino digital 13.

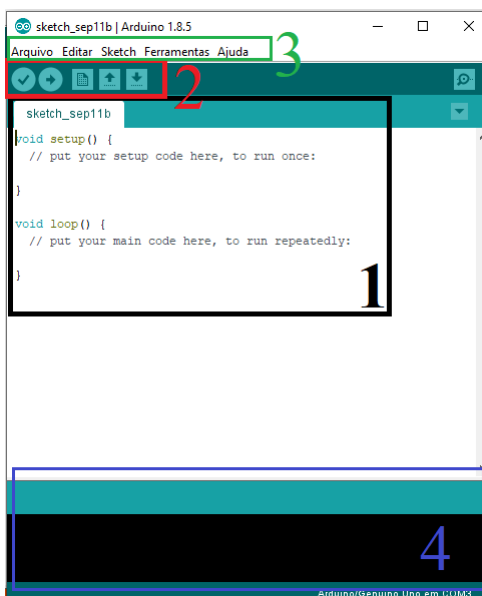
c) Especificações da placa:

O micro controlador ATmega328 dispõem de 32 kb de memória flash e 2 kb de SRAM. A memória flash é o local na qual nosso programa será salvo, já a SRAM é a memória na qual nossas variáveis serão salvas. Basicamente a memória flash não perde seus dados, caso o Arduino seja desligado ou reiniciado a SRAM se apaga, pois é temporária.

d) Introdução ao Arduino IDE:

A programação no Arduino é realizada pela IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) própria dele. Um *software* disponibilizado gratuitamente no site do Arduino (www.arduino.cc). Como todo *software* é preciso um pouco de prática, e acima de tudo, entendimento do que é e para que serve cada parte, como na figura 22.

Figura 22 - IDE Arduino



Fonte: Imagem editada a partir do *software* Arduino IDE, pela autora (2019)

Usando a figura acima, vamos conhecer o básico sobre este *software*:

- 1 – Ambiente de Trabalho

A parte branca aparece coisas escritas é o ambiente de trabalho, é onde a gente vai escrever toda a nossa programação. Assim que você abre o programa, já aparecem algumas coisas escritas, que são duas funções bases para a nossa programação: o “*void setup*” e o “*void loop*”. O *void setup* é a função que nós usamos para escrever os comandos de inicialização do projeto e o *void loop* é a função que nós utilizamos para a parte principal do código que ficará sempre repetindo, de acordo com a figura 23.

Figura 23 - Tela do Ambiente de Trabalho

```

sketch_sep11a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:

}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

}

```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

2 – Barra de ferramentas

Figura 24 - Barra de ferramentas



Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

De acordo com a figura 24, a ordem dos botões da esquerda para a direita:

Validar Código: Esse botão é usado para compilar o programar e verificar a presença de erros.

Upload do Projeto: Esse botão além de compilar faz o upload do programa para a placa.

Novo Projeto: Cria um novo arquivo.

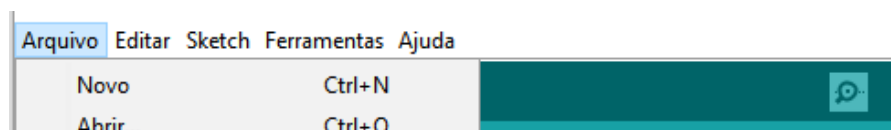
Abrir Projeto: Abre um arquivo existente.

Salvar Projeto: Salva o programa atual.

Serial Monitor: (Ícone que fica na extrema direita), é o monitor serial, serve para ler dados da comunicação serial.

3 – Menu, figura 25:

Figura 25 - Barra de Ferramentas



Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

Arquivo: Usado para criar, abrir, salvar programas e mudar as preferências do *software*.

Editar: Funções para ajudar a editar o código: localizar, desfazer, refazer, etc....

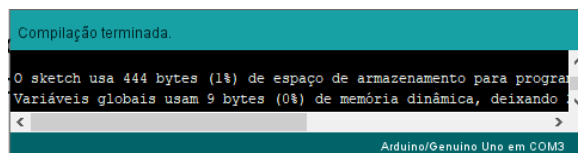
Sketch: Além de ter funções de compilar e fazer upload do código, há o menu de inclusão de novas bibliotecas. As bibliotecas são códigos que adicionam funções ao programa para facilitar a utilização de algum componente.

Ferramentas: Como o próprio nome diz, aqui existem ferramentas do programa, como o monitor serial. E o mais importante, é onde você configura qual placa você está usando e em qual porta, além de outras coisas.

Ajuda: Usada em casos de suporte ou ajuda com o *software*.

4 – Console de feedback, Figura 26.

Figura 26 - Console de feedback



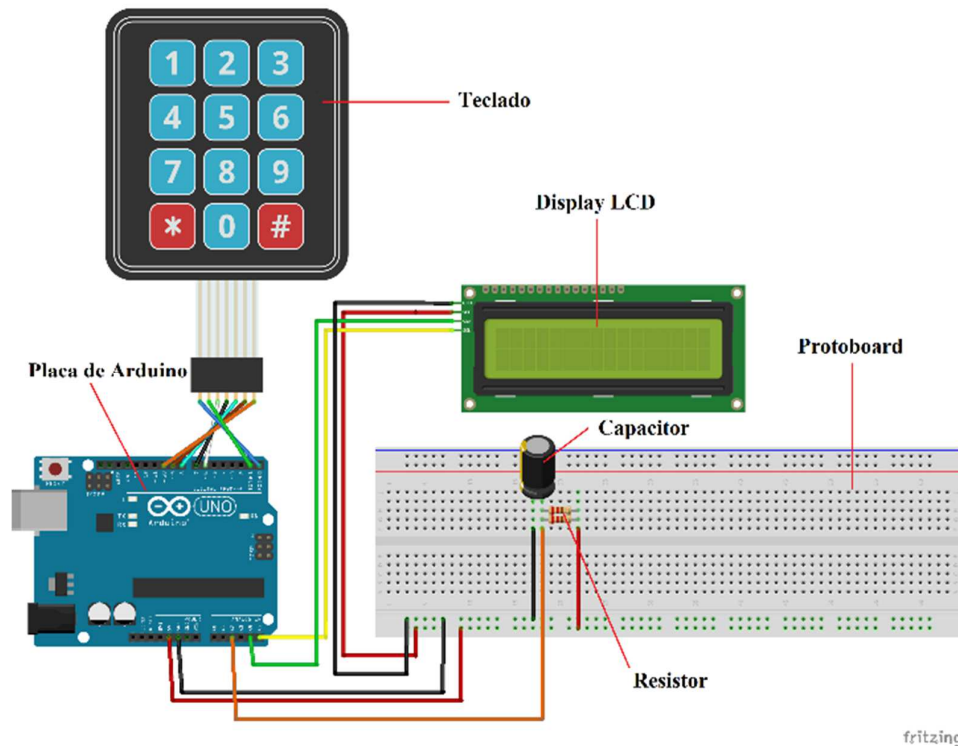
Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

Essa parte debaixo serve para informar o status do upload ou da compilação. Enquanto um dos dois está sendo feito, uma barra de carregamento aparece, e, após ser completado,

aparece um relatório sobre o código na parte preta que, caso tenha algum erro, este é especificado. Caso o código esteja certo, ele te fala o espaço que ele está ocupando na memória do Arduino. E informa em qual porta a placa está conectada.

e) **Medidor de quantidade de carga e energia armazenada em capacitores,**
Figura 27:

Figura 27 - Imagem do Medidor de quantidade de carga e energia armazenada



Fonte: Autora (2019)

Para o início da programação, abriremos *software* Arduino IDE, já instalado no computador, clicaremos no item Arquivo, e após em Novo. Aparecerá uma tela semelhante ao da figura 28.

Antes da função “void setup ()” faremos as inclusões das Bibliotecas de comunicação “<Wire.h>”, Tela de LCD “<LiquidCrystal_PCF8574.h>” e do Teclado “<Keypad.h>”.

```
#include <Wire.h> //Biblioteca de comunicação I2C
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h> //Biblioteca display de cristal líquido com I2C
#include <Keypad.h> //Biblioteca para uso do teclado
```


Figura 28 – Comando void setup

```

Monitor_Capacitivo_2.0

#include <Wire.h> //Biblioteca de comunicação I2C
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h> //Biblioteca display de cristal liquido com I2C
#include <Keypad.h> //Biblioteca para uso do teclado

```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

Como o teclado é do tipo matricial, devemos definir as dimensões da nossa matriz.

```
const byte ROWS = 4; //Constante para números de linhas
```

```
const byte COLS = 3; //Constante para números de colunas
```

```
//Matriz 'keys' recebe para em cada posição o carácter referente a posição do teclado
```

```
char keys[ROWS][COLS] = {
```

```
{'1', '2', '3'},
```

```
{'4', '5', '6'},
```

```
{'7', '8', '9'},
```

```
{'.', '0', '#'}
};
```

```
byte rowPins[ROWS] = {0, 2, 6, 7}; //Definição dos pinos para cada linha da matriz
```

```
byte colPins[COLS] = {8, 9, 10}; //Definição dos pinos para cada coluna da matriz
```

Figura 29 – Comando teclado

```

const byte ROWS = 4; //Constante para números de linhas
const byte COLS = 3; //Constante para números de colunas

//Matriz 'keys' recebe para em cada posição o carácter referente a posição do teclado
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3'},
  {'4', '5', '6'},
  {'7', '8', '9'},
  {'.', '0', '#'}
};

byte rowPins[ROWS] = {0, 2, 6, 7}; //Definição dos pinos para cada linha da matriz
byte colPins[COLS] = {8, 9, 10}; //Definição dos pinos para cada coluna da matriz

```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

Em seguida faremos as definições do Pino de entrada, para leitura analógica da tensão do capacitor, “Pino A2”, definiremos também uma variável para armazenar a tensão discretizada (Processo de transferência de funções contínuas, modelos, variáveis e equações em contrapartes discretas) e outra variável para o valor lido no Pino A2, como segue:

```

int analogInput = A2; // Pino de entrada que irá fazer a leitura analógica da tensão no
capacitor
float vout = 0.0; // Definindo a variável que irá armazenar a tensão discretizada
int val = 0; // Definindo a variável que receberá o valor lido no pino A2

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
//Passagem da matriz de valores, pinos das colunas,
//pinos das linhas, e dimensões da matriz
por
// parametro para função Keypad da
biblioteca keypad

```

Figura 30 – Comando Teclado

```

int analogInput = A2; // Pino de entrada que irá fazer a leitura analógica da tensão no capacitor
float vout = 0.0; // Definindo a variável que irá armazenar a tensão discretizada
int val = 0; // Definindo a variável que receberá o valor lido no pino A2

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS ); //Passagem da matriz de valores, pinos das colunas,
//pinos das linhas , e dimensões da matriz por
// parametro para função Keypad da biblioteca keypad

```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

Na sequência iremos definir os códigos para o funcionamento da tela de LCD, como segue:

```

LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x27); // Passagem do endereço I2C para a função da biblioteca do LCD

```

```

Float leitura(); // Definindo a função que fará a leitura do teclado

```

Figura 31 – Tela de comando

```

LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x27); // Passagem do endereço I2C para a função da biblioteca do LCD
float leitura(); // Definindo a função que fará a leitura do teclado

```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

A partir daí, iremos programar a função “void setup ()”, iniciando o LCD, definindo o pino A2 como entrada, dando início a comunicação serial e a iluminação do display e

definiremos as variáveis do teclado, do valor do capacitor, valor da carga no capacitor e o valor da energia no capacitor, como segue:

```
void setup()
{
  lcd.begin (16, 2); // iniciando o LCD
  pinMode(analogInput, INPUT); // definindo o pino A2 como uma entrada
  //Serial.begin(9600); // Iniciando a comunicação serial
  lcd.setBacklight(HIGH); // Iluminação do display

}

char verf ; // Variável que recebe um valor do teclado
float c = 0; // Variável que recebe o valor do capacitor
float q = 0; ; // Variável que recebe o valor da carga no capacitor
float e = 0; // Variável que recebe o valor da energia no capacitor
```

Figura 32 – Comando Void Setup

```
void setup()
{
  lcd.begin (16, 2); // iniciando o LCD
  pinMode(analogInput, INPUT); // definindo o pino A2 como uma entrada
  //Serial.begin(9600); // Iniciando a comunicação serial
  lcd.setBacklight(HIGH); // Iluminação do display

}

char verf ; // Variável que recebe um valor do teclado
float c = 0; // Variável que recebe o valor do capacitor
float q = 0; ; // Variável que recebe o valor da carga no capacitor
float e = 0; // Variável que recebe o valor da energia no capacitor
```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

Para finalizar, entramos com a programação na função “void loop ()”, onde serão programadas as leituras das tensões nas entradas analógicas, as quais serão convertidas em um valor digital por um conversor Analógico/Digital (A/D), que na sequência será comparado com um valor de referência adotado como 2,5 V na programação. Como resultado dessa comparação teremos as saídas digitais 2 e 3, sendo ligadas ou não de acordo com o programado. Resumindo, se as tensões nas entradas analógicas forem inferiores a 2,5 V as saídas digitais permanecem

desligadas, caso estejam maiores ou iguais a 2,5 V as saídas digitais serão acionadas, como segue:

```

void loop()
{
  verf = keypad.getKey(); // verifica se algum botão do teclado foi pressionado

  while (verf == '#') { // Se o botão foi o '#' entra no laço para inserir o valor do
  capacitor
  lcd.clear(); // Comando para limpar o Display
  lcd.print("Digite o valor "); // Comando para escrever no LCD
  lcd.setCursor(0, 1); // Manda o cursor para o endereço do LCD
  lcd.print("da capacitancia: "); // Comando para escrever no LCD
  delay (1500); // Aguarda 1500 milisegundos
  lcd.clear(); // Comando para limpar o Display
    c = 0; // Limpa a variável 'c' para receber o valor do capacitor
    c = leitura(); // Faz a leitura do capacitor através da função leitura
    c=c*(1e-6); // Multiplica o valor recebido por e-6 para que seja um valor em micro
  verf = 0; // a variável de verificação recebe 0 para poder sair do laço while
  }

  val = analogRead(A2); //Leitura da tensão no pino A2
  vout = (val * 5.0) / 1024.0; // Discretizando a leitura feita no pino A2
  e = (vout * vout * c) / 2; // Calculando a Energia no capacitor a partir da tensão
  medida
  q = (vout * c); // Calculando a carga no capacitor a partir da tensão medida

  floate_disp = (e / (1e-3)); //Variável auxiliar para mostrar no display a energia em
  mili
  floatc_disp = (c / (1e-6)); //Variável auxiliar para mostrar no display a capacitância
  em micro
  floatq_disp = (q / (1e-6)); //Variável auxiliar para mostrar no display a carga em micro

```

Figura 33 – Comando Void Loop

```

//Loop Principal
void loop()
{
  verf = keypad.getKey(); // verifica se algum botão do teclado foi pressionado

  while (verf == '#') { // Se o o botão foi o '#' entra no laço para inserir o valor do capacitor
    lcd.clear(); // Comando para limpar o Display
    lcd.print("Digite o valor "); // Comando para escrever no LCD
    lcd.setCursor(0, 1); // Manda o cursor para o endereço do LCD
    lcd.print("da capacitancia: "); // Comando para escrever no LCD
    delay (1500); // Aguarda 1500 milisegundos
    lcd.clear(); // Comando para limpar o Display
    c = 0; // Limpa a variável 'c' para receber o valor do capacitor
    c = leitura(); // Faz a leitura do capacitor através da função leitura
    c=c*(1e-6); // Multiplica o valor recebido por e-6 para que seja um valor em micro
    verf = 0; // a variável de verificação recebe 0 para poder sair do laço while
  }

  val = analogRead(A2); //Leitura da tensão no pino A2
  vout = (val * 5.0) / 1024.0; // Discretizando a leitura feita no pino A2
  e = (vout * vout * c) / 2; // Calculando a Energia no capacitor a partir da tensão medida
  q = (vout * c); // Calculando a carga no capacitor a partir da tensão medida

  float e_disp = (e / (1e-3)); //Variável auxiliar para mostrar no display a energia em mili
  float c_disp = (c / (1e-6)); //Variável auxiliar para mostrar no display a capacitancia em micro
  float q_disp = (q / (1e-6)); //Variável auxiliar para mostrar no display a carga em micro

```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

```

lcd.setCursor(0, 0); // Manda o cursor para o endereço do LCD
lcd.print(vout); // Escreve o no valor da variável vout no display
lcd.print("V"); // Escreve a unidade de medida na sequência

lcd.print(" "); // Espaço
lcd.print(c_disp, 1); // Escreve o no valor da variável c_disp no display com 1 casa
após a virgula
lcd.print("uF"); // Escreve a unidade de medida na sequência

lcd.setCursor(0, 1); // Manda o cursor para o endereço do LCD

lcd.print(q_disp, 1); // Escreve o no valor da variável q_disp no display com 1 casa
após a virgula
lcd.print("uC"); // Escreve a unidade de medida na sequência

lcd.print(" "); // Espaço
lcd.print(e_disp, 2); // Escreve o no valor da variável e_disp no display com 2 casas
após a virgula
lcd.print("mJ"); // Escreve a unidade de medida na sequência
delay(200); // Espera 200 milisegundos
}

```

Figura 34 – Continuação de programação

```

lcd.setCursor(0, 0); // Manda o cursor para o endereço do LCD
lcd.print(vout); // Escreve o no valor da variável vout no display
lcd.print("V"); // Escreve a unidade de medida na sequencia

lcd.print(" "); // Espaço
lcd.print(c_disp, 1); // Escreve o no valor da variável c_disp no display com 1 casa após a virgula
lcd.print("uF"); // Escreve a unidade de medida na sequencia

lcd.setCursor(0, 1); // Manda o cursor para o endereço do LCD

lcd.print(q_disp, 1); // Escreve o no valor da variável q_disp no display com 1 casa após a virgula
lcd.print("uC"); // Escreve a unidade de medida na sequencia

lcd.print(" "); // Espaço
lcd.print(e_disp, 2); // Escreve o no valor da variável e_disp no display com 2 casas após a virgula
lcd.print("mJ"); // Escreve a unidade de medida na sequencia
delay(200); // Espera 200 milisegundos
}

```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

// Função para leitura do teclado

float leitura ()

{

char temp = 0;

char i, str[6]; // Definindo Variáveis locais auxiliares

floatcap; // Variável do tipo ponto flutuante para o capacitor

for (i = 0; i < 6;) { // Laço de repetição para até 6 dígitos

if ((temp = keypad.getKey()) == '#') //verifica se o botão '#' foi pressionado, se sim ele sai do laço

{ // pois todos dígitos já foram inseridos

cap = 0;

delay(100); // Delay de 100 milisegundos

lcd.clear(); // Limpa o LCD

cap = atof(str); // Converte o valor da stringstr para float e coloca na variável cap

returncap; // Sai da função e retorna o valor do capacitor

}

if ((temp = keypad.getKey()) != 0) { // Verifica se não temp guarda algum valor

str[i] = temp; // Coloca o valor de temp da posição i da string

```

lcd.setCursor(1 + i, 1); // muda o cursor para a posição i+1
lcd.print(str[i]); // Mostra no display o valor digitado
    i++; // Incrementa o valor de i
}

```

Figura 35 – Leitura do Teclado

```

// Função para leitura do teclado

float leitura ()
{
    char temp = 0;
    char i, str[6]; // Definindo Variáveis locais auxiliares
    float cap; // Variável do tipo ponto flutuante para o capacitor

    for (i = 0; i < 6; i++) { // Laço de repetição para até 6 dígitos

        if ((temp = keypad.getKey() == '#') //verifica se o botão '#' foi pressionado, se sim ele sai do laço
            { // pois todos dígitos já foram inseridos
                cap = 0;
                delay(100); // Delay de 100 milisegundos
                lcd.clear(); // Limpa o LCD
                cap = atof(str); // Converte o valor da string str para float e coloca na variável cap
                return cap; // Sai da função e retorna o valor do capacitor
            }

        if ((temp = keypad.getKey() != 0) { // Verifica se não temp guarda algum valor
            str[i] = temp; // Coloca o valor de temp da posição i da string
            lcd.setCursor(1 + i, 1); // muda o cursor para a posição i+1
            lcd.print(str[i]); // Mostra no displa o valor digitado
            i++; // Incrementa o valor de i
        }
    }
}

```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

```

if ((temp = keypad.getKey() == '#') //verifica se o botão '#' foi pressionado, se sim
ele sai do laço
{
    // pois todos dígitos já foram inseridos
    cap = 0;
    delay(100); // Delay de 100 milisegundos
    lcd.clear(); // Limpa o LCD
    cap = atof(str); // Converte o valor da stringstr para float e coloca na variável cap
    returncap; // Sai da função e retorna o valor do capacitor
}

}

cap = 0;
delay(100); // Delay de 100 milisegundos
lcd.clear(); // Limpa o LCD
cap = atof(str); // Converte o valor da stringstr para float e coloca na variável cap

```

```

return cap; // Sai da função e retorna o valor do capacitor
}

```

Figura 36 – Comando de Limpar LCD

```

if ((temp = keypad.getKey() == '#') //verifica se o botão '#' foi pressionado, se sim ele sai do laço
{
    // pois todos digitos já foram inseridos
    cap = 0;
    delay(100); // Delay de 100 milisegundos
    lcd.clear(); // Limpa o LCD
    cap = atof(str); // Converte o valor da string str para float e coloca na variável cap
    return cap; // Sai da função e retorna o valor do capacitor
}

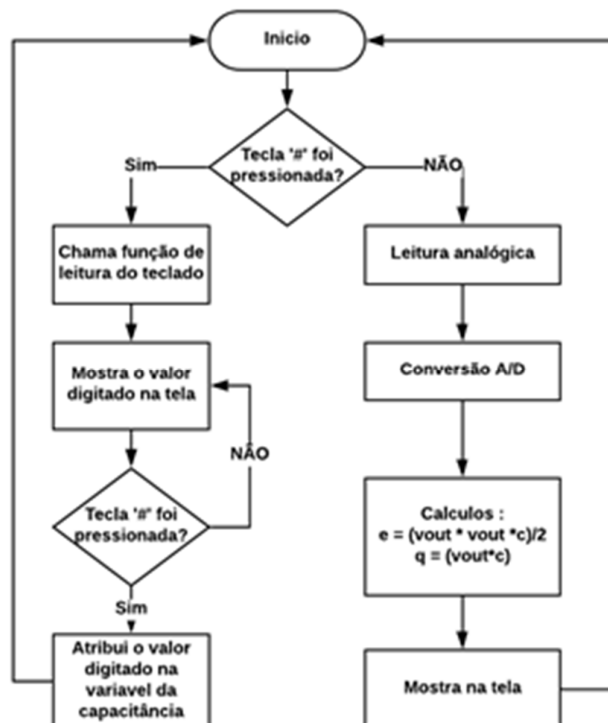
}
cap = 0;
delay(100); // Delay de 100 milisegundos
lcd.clear(); // Limpa o LCD
cap = atof(str); // Converte o valor da string str para float e coloca na variável cap
return cap; // Sai da função e retorna o valor do capacitor
}

```

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

Resumindo nossa programação com o fluxograma

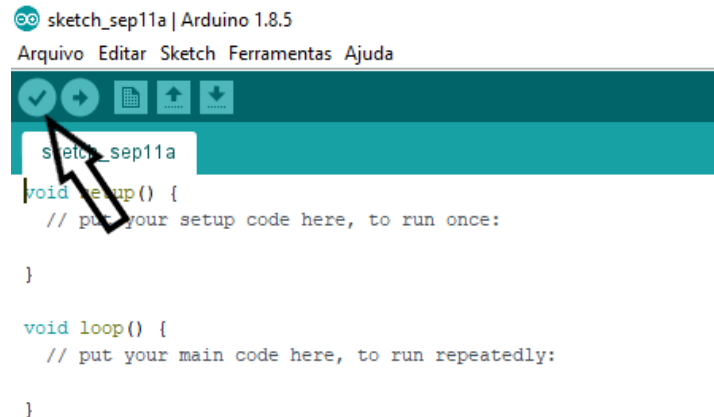
Figura 37 - Fluxograma



Fonte: Autora (2019)

Finalizada a programação faremos então uma verificação (compilação) no próprio *software* IDE, com o intuito de verificar possíveis erros no programa, acionando assim o botão de compilação, de acordo com o mostrado na figura 38.

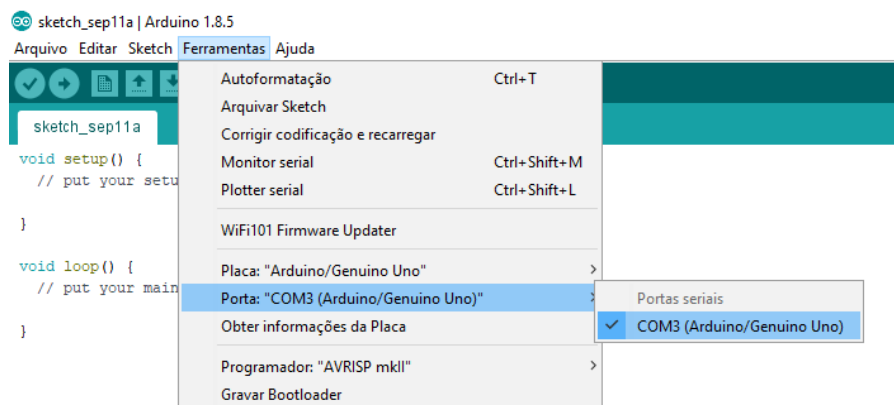
Figura 38 – Comando de compilação de dados



Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

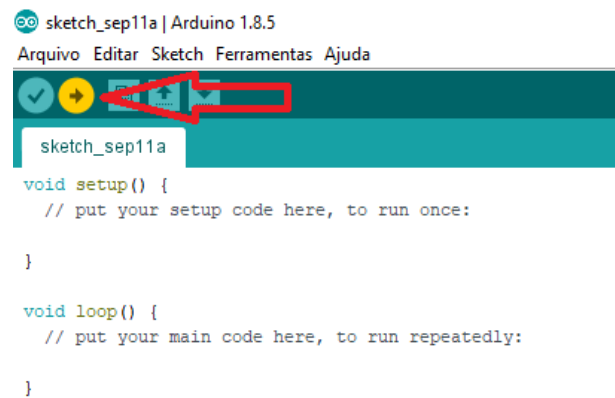
Seguiremos à gravação do programa desenvolvido no *software* IDE na placa do Arduino, conectaremos então o cabo USB no PC e na placa, clicaremos no menu FERRAMENTAS selecionando o item, PLACA: Arduino UNO em seguida a porta com o termo COM3, conforme figura 39.

Figura 39– Seleção de Placa



Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

Finalizaremos com o envio do código/programa para o Arduino, que deverá executá-lo, clicando no comando como mostra a figura 40.

Figura 40 – Baixar arquivo na placa

Fonte: Tela do *Software* editada pela autora (2019)

Como item final, observaremos que os led's da placa arduino deverão piscar, mostrando que a placa está recebendo a programação, após o término da gravação a sua placa Arduino está pronta para ser utilizada, basta darmos início as atividades práticas de leituras.

2.3 MÓDULO 3: ATIVIDADE PRÁTICA

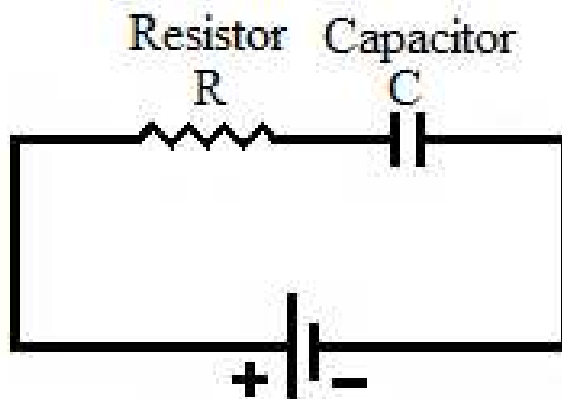
Atividades Práticas

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. Foi procurado montar essas práticas facilitando ao máximo possível o entendimento para o estudante, fazendo com que o educando sinta - se estimulado a desenvolver as atividades.

Faremos essas práticas usando o kit didático para ver a Quantidade de Carga armazenada e a Energia Potencial armazenada, pois sabemos que o multímetro só nos fornece Resistência, Corrente elétrica, Tensão e Capacitância. Assim sendo, é um novo mecanismo para não precisar dos cálculos.

2.3.1 PRÁTICA 1: Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em um capacitor

Figura 41 - representação do circuito RC, apresentando o resistor, o capacitor e a tensão aplicada



Fonte: Autora (2019)

Objetivos

- Comparar os valores nominais com os reais das Capacitâncias;
- Estudar a Quantidade de Carga armazenada em um capacitor;
- Estudar a quantidade de Energia armazenada em um capacitor.

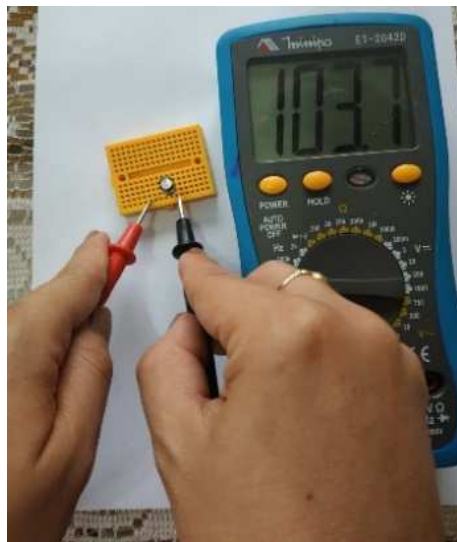
Materiais necessários

- Kit didático
- Capacitores: 100 μF , 22 μF , 47 μF
- Resistores: 100 $\text{k}\Omega$, 22 $\text{k}\Omega$
- Fios
- Multímetro
- Fonte 9V

Procedimentos

- a) Com o multímetro devidamente ajustado para capacitância, ligue as pontas de prova em paralelo aos terminais do capacitor, e preencha a tabela 1 a seguir:

Figura 42 – Medição com multímetro



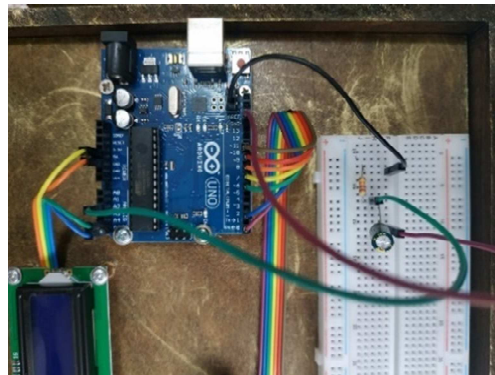
Fonte: Autora (2019)

Tabela 1: Tabela de capacitância

Capacitor	Valor da capacitância medida	Valor da capacitância nominal
1		
2		
3		

Fonte: Autora (2019)

- b) Montar o circuito de acordo com a figura 43 adaptada.

Figura 43 – Circuito modelo

Fonte: Autora (2019)

- Conecte o resistor e o capacitor em série no protoboard com o positivo ligado com o resistor;
 - Ligue o negativo do capacitor no GND (Ground) do Arduino;
 - Ligue o ponto central entre o resistor e o capacitor na entrada A2 do Arduino;
 - Digite o valor da capacitância medida no teclado pressionando o jogo da velha (#), em seguida, o valor da capacitância e finalize com o jogo da velha (#);
 - Certifique-se que o capacitor esteja descarregado;
 - Conecte a outra extremidade do resistor ao positivo 5V do Arduino, a carga será iniciada e poderá ser acompanhada no display.
- c) Ajuste o multímetro para a posição tensão e conecte-o em paralelo aos terminais do capacitor anotando os valores observados na tabela 2.
- d) Utilizando os dados obtidos na tabela 1, complete a tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Tabela de Quantidade de Carga

Capacitor	Capacitância medida	Tensão medida	Quantidade de Carga armazenada	Energia armazenada
1				
2				
3				

Fonte: Autora (2019)

- e) Utilizando os dados obtidos na atividade 1, complete a tabela 3 a seguir:

Tabela 3: Tabela de Quantidade de Carga

Capacitor	Capacitância nominal	Tensão nominal	Quantidade de Carga armazenada $Q = C \cdot U$	Energia armazenada $E = \frac{C \cdot U^2}{2}$
1				
2				
3				

Fonte: Autora (2019)

Resultados e discussões

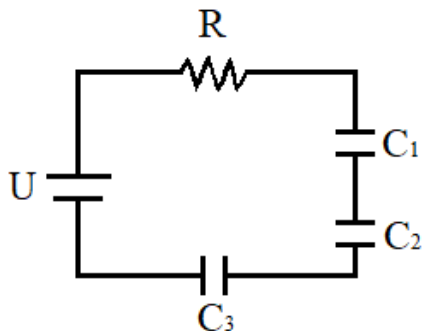
a) Discutir as diferenças entre os valores calculados e medidos, para a quantidade de carga e energia armazenada.

b) Calcule a constante de tempo considerando um resistor de $22 \text{ k}\Omega$ e capacitância $100 \text{ }\mu\text{F}$. Quanto tempo o capacitor demora para se carregar completamente?

c) Calcule a quantidade de carga e a energia armazenada para o instante em que o capacitor estiver com $2,5\text{V}$.

2.3.2 PRÁTICA 2: Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em uma associação em Série de Capacitores.

Figura 44- Associação em série de capacitores



Fonte: Autora (2019)

Objetivos

- Calcular a capacitância equivalente para associação de capacitores em série;
- Verificar experimentalmente o comportamento da tensão em uma associação em série de capacitores;
- Estudar a Quantidade de Carga armazenada na associação em série de capacitores;
- Verificar a carga acumulada nos capacitores;
- Estudar a quantidade de Energia armazenada na associação em série de capacitores;
- Estudar a constante de tempo de carga dos capacitores.

Materiais necessários

- Kit didático;
- 3 Capacitores de 100 μF ;
- 1 Resistor de 22 $\text{K}\Omega$;
- Fios;
- Fonte 9V.

Procedimentos

- a) Com o auxílio do kit didático faça a medida das capacitâncias C_1 , C_2 , C_3 e da capacitância equivalente do circuito como mostrado na figura 46 e anote na tabela 4;

- b) Faça o cálculo da capacitância equivalente e registre o valor na tabela 4;
- c) Calcule o erro percentual entre o valor teórico e experimental da capacitância equivalente do circuito, registre o valor na tabela 4;

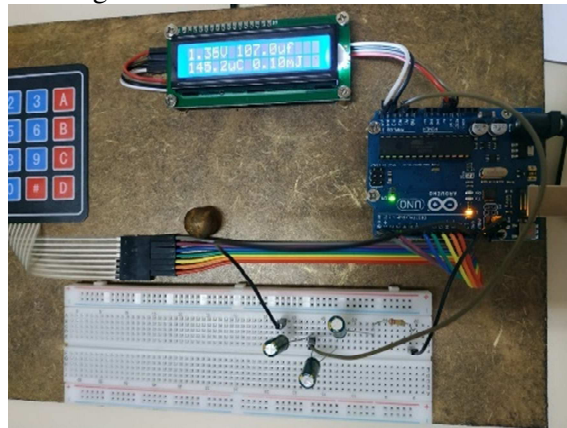
Tabela 4: Tabela de Capacitância

	Capacitância C_1	Capacitância C_2	Capacitância C_3	Capacitância equivalente (C_{eq})	Erro percentual (C_{eq})
Valores nominais					
Valores medidos (display)					

Fonte: Autora (2019)

- d) Conecte mais 2 capacitores em série com o capacitor do circuito anterior, conforme a figura 45:

Figura 45 – Modelo de montagem



Fonte: Autora (2019)

- Conecte o negativo do último capacitor no GND do Arduino;
 - O fio da leitura continua entre o resistor e o primeiro capacitor, ligando na entrada A2 do Arduino;
 - Certifique-se que todos os capacitores estão descarregados;
 - Digite o valor da capacitância equivalente medida;
 - Ligue a outra extremidade do resistor ao positivo 5 V do Arduino, assim, a carga será iniciada.
- e) Calcular a Quantidade de Carga total armazenada na associação de capacitores em série e anotar na tabela 5;

- f) Anotar na tabela 5 a Quantidade de Carga total armazenada mostrada no display do Kit didático.

Tabela 5: Tabela de Quantidade de Carga

	Calculada ($V_T = 5 \text{ V}$ e $Q = C_{eq} \cdot V_T$)	Display
Quantidade de Carga armazenada		

Fonte: Autora (2019)

- g) Calcular a Energia armazenada na associação de capacitores em série e anotar na tabela 6;
- h) Anotar na tabela 6 a Energia armazenada mostrada no display do Kit didático;

Tabela 6: Tabela de Energia armazenada Kit Didático

	Calculada $E = \frac{C_{eq} \cdot U_T^2}{2}$	Display
Energia armazenada		

Fonte: Autora (2019)

- i) Calcular a constante de tempo na carga de uma associação em série de capacitores usando a equação $\tau = R \cdot C_{eq}$.

Resultados e discussões

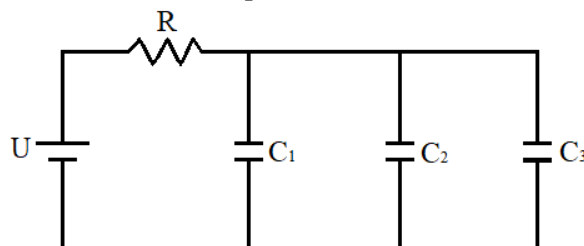
- a) Descreva o comportamento da carga elétrica em uma associação em série de capacitores.

- b) Considerando os três capacitores associados em série, o que acontece com as tensões em cada um deles?

c) Por que podem existir erros nas medidas de algumas grandezas e o valor nominal?

2.3.3 PRÁTICA 3: Estudo da Quantidade de Carga e Energia armazenadas em uma associação em Paralelo de Capacitores.

Figura 46 - Associação em Paralelo de Capacitores



Fonte: Autora (2019)

Objetivos

- Calcular a capacitância equivalente para associação de capacitores em paralelo;
- Verificar experimentalmente o comportamento da tensão em uma associação em paralelo de capacitores;
- Estudar a Quantidade de Carga armazenada na associação em paralelo de capacitores;
- Verificar a carga acumulada nos capacitores;
- Estudar a Quantidade de Energia armazenada na associação em paralelo de capacitores;
- Estudar a constante de tempo de carga dos capacitores.

Materiais necessários

- Kit didático;
- Capacitores de 100 μF ;
- 1 Resistor de 22 $\text{K}\Omega$;
- Fios;
- Fonte 9V.

Procedimentos

- Com o auxílio do kit didático faça a medida das capacitâncias C_1 , C_2 , C_3 e da capacitância equivalente do circuito como mostrado na figura 48 e anote na tabela 7;
- Faça o cálculo da capacitância equivalente e registre o valor na tabela 7;
- Calcule o erro percentual entre o valor teórico e experimental da capacitância equivalente do circuito, registre o valor na tabela 7;

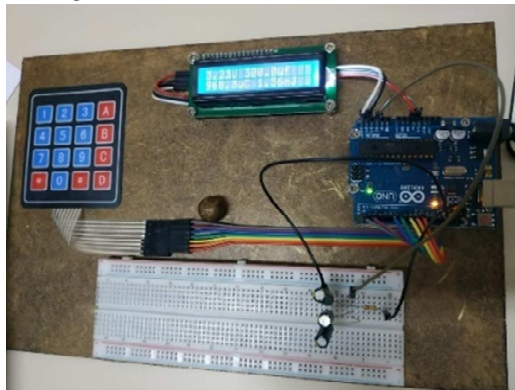
Tabela 7: Tabela de Capacitância

	Capacitância C_1	Capacitância C_2	Capacitância C_3	Capacitância equivalente (C_{eq})	Erro percentual (C_{eq})
Valores nominais					
Valores medidos (display)					

Fonte: Autora (2019)

- Conecte mais 2 capacitores em paralelo com o capacitor do circuito da prática 1, conforme a figura 47:

Figura 47 – Modelo de Montagem



Fonte: Autora (2019)

- Conecte o negativo do último capacitor no GND do Arduino;
- O fio da leitura continua entre o resistor e o primeiro capacitor, ligando na entrada A2 do Arduino;
- Certifique-se que todos os capacitores estão descarregados;
- Digite o valor da capacitância equivalente medida;
- Ligue a outra extremidade do resistor ao positivo 5 V do Arduino, assim, a carga será iniciada.

- e) Calcular a Quantidade de Carga total armazenada na associação de capacitores em paralelo e anotar na tabela 8;
- f) Anotar na tabela 8 a Quantidade de Carga total armazenada mostrada no display do Kit didático;

Tabela 8: Tabela de Quantidade de Carga

	Calculada ($V_T = 5 \text{ V}$ e $Q = C_{eq} \cdot V_T$)	Display
Quantidade de Carga armazenada		

Fonte: Autora (2019)

- g) Calcular a Energia armazenada na associação de capacitores em paralelo e anotar na tabela 9;
- h) Anotar na tabela 9 a Energia armazenada mostrada no display do Kit didático;

Tabela 9: Tabela de Energia armazenada

	Calculada $E = \frac{C_{eq} \cdot U_T^2}{2}$	Display
Energia armazenada		

Fonte: Autora (2019)

- i) Calcular a constante de tempo na carga de uma associação em paralelo de capacitores usando a equação $\tau = R \cdot C_{eq}$.

Resultados e discussões

- a) Descreva o comportamento da carga elétrica em uma associação em paralelo de capacitores.

- b) As tensões são iguais ou diferentes para os capacitores em paralelo?

c) A capacitância aumenta ou diminui neste tipo de associação?

2.4 MÓDULO 4 (AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM)

2.4.1 Atividade 6: Situações-problema com nível de maior complexidade

Retomando as questões problemas iniciais e o conhecimento adquirido e construído pelos estudantes, agora, estes irão resolver alguns exercícios com cálculos, já estudados.

1) Três capacitores de capacitâncias iguais a $2,0 \mu\text{F}$, $3,0 \mu\text{F}$ e $1,0 \mu\text{F}$ são associados em paralelo. Determine a capacitância equivalente dessa associação e assinale a alternativa correta:

- a) $12 \mu\text{F}$
- b) $7,5 \mu\text{F}$
- c) $2,0 \mu\text{F}$
- d) $1,2 \mu\text{F}$
- e) $6,0 \mu\text{F}$

2) Dois capacitores, de capacitâncias iguais a $8,0 \mu\text{F}$ e $2,0 \mu\text{F}$, são ligados em série. Determine a capacitância equivalente dessa associação e assinale a alternativa correta:

- a) $1,6 \mu\text{F}$
- b) $2,0 \mu\text{F}$
- c) $4,0 \mu\text{F}$
- d) $6,0 \mu\text{F}$
- e) $12,0 \mu\text{F}$

3) Um capacitor de um circuito de televisão tem uma capacitância de $1,2 \mu\text{F}$. Sendo a diferença de potencial entre seus terminais de 3.000V , a energia que ele armazena é de:

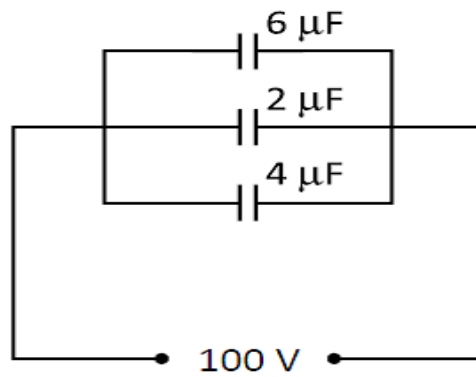


- a) $6,7\text{J}$
- b) $5,4\text{J}$
- c) $4,6\text{J}$
- d) $3,9\text{J}$
- e) $2,8\text{J}$

4) Capacitores são elementos de circuito destinados a:

- a) armazenar corrente elétrica.
- b) permitir a passagem de corrente elétrica de intensidade constante.
- c) corrigir as variações de tensão nos aparelhos de televisão.
- d) armazenar energia elétrica.
- e) nenhuma das afirmações acima é satisfatória.

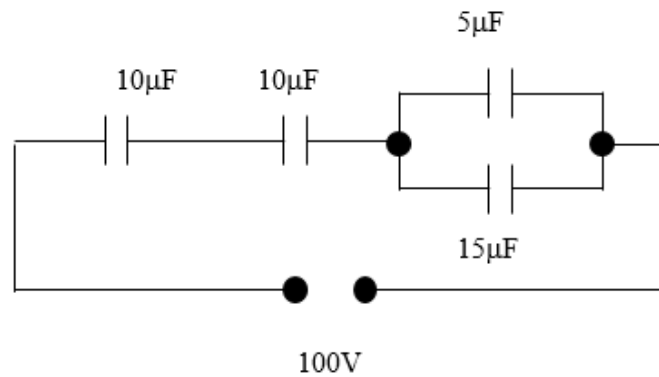
5) A figura abaixo representa uma determinada associação de capacitores:



- encontre a capacitância equivalente da associação;
- determine a carga armazenada por cada capacitor.
- determine a energia potencial elétrica armazenada por cada capacitor.

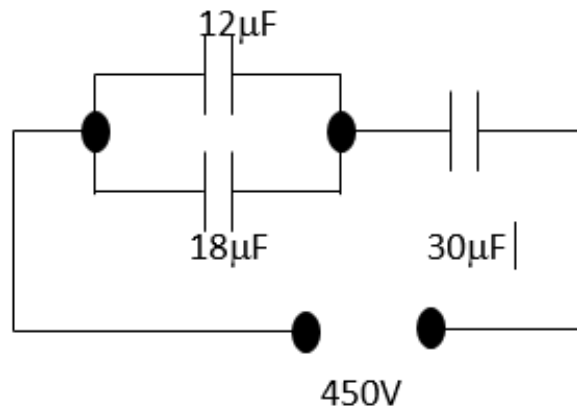
6) Dado o circuito abaixo determinar:

- a capacitância total;
- a carga total.



7) Dado o circuito abaixo determinar:

- a carga total;
- a carga adquirida pelo capacitor de $30 \mu\text{F}$.



2.4.2 Atividade 7: Avaliação da UEPS

Esse é o último dia, onde o professor faz um fechamento de todas as atividades, levantando a importância do trabalho de todos os estudantes durante as atividades, e evidenciando a captação de significados do tema estudado por cada estudante, na avaliação individual com a lista de exercícios. A avaliação é contínua, formativa, processual ligada nas ações realizadas por todos os estudantes, durante os encontros.

2.4.3 Atividade 8: Identificação de aprendizagem com uma divulgação científica

E para finalizar a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e nosso roteiro, os estudantes produzirão panfletos de aplicações dos capacitores. Assim, nossos estudantes podem ter uma aprendizagem significativa, ampliando seus conhecimentos e chegando ao conhecimento científico com uma divulgação da ciência através da divulgação desses panfletos no colégio.

3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

Esse trabalho teve como finalidade desenvolver e implementar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, juntamente com um kit didático usando a Plataforma Arduino. O conteúdo abordado foi sobre Capacitores.

Para construção desta UEPS, usamos como referencial teórico, Ausubel (2003) e Moreira (2011), pois trabalhamos com suas teorias de aprendizagem, nas quais todo conhecimento adquirido, parte dos conhecimentos prévios que cada estudante possui.

Com a ânsia de trabalhar de forma diferenciada, evitando, desta forma as aulas tradicionais e mecânicas, buscou-se uma visão atrativa, que não usasse os livros didáticos de forma sistemática, com foco no trabalho dinâmico e atrativo, usando como uma das ferramentas para tal, a robótica.

Espera-se que essa Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, possa colaborar nas aulas de Física, com o intuito e objetivo de tornar as aulas mais divertidas, em que os estudantes sintam vontade de aprender cada vez mais sobre a Ciência e a própria Física.

Assim sendo, essa UEPS pode ser tornar um aliado na construção do conhecimento trazendo significado ao conteúdo aprendido.

Ao final dos encontros, tomando como base os resultados obtidos e após a implementação do trabalho, conseguimos mensurar que esse produto apresenta recursos e materiais de potencial significativo para uma boa aprendizagem, podendo assim ser utilizado por qualquer professor de Física dando ao mesmo a possibilidade de os adaptar às suas aulas.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Disponível em <https://www.arduino.cc/>. Acesso em novembro de 2018.

ALIEXPRESS. Disponível em: <https://pt.aliexpress.com/i/33007258064.html>. Acesso em fevereiro de 2020.

ALVARENGA, B. MÁXIMO, A. **Física.** São Paulo: Scipione. Volume 3. 2009.

AQUARIO. Disponível em:
https://www.aquario.pt/Imgs/produtos/product_118160/VMA427.jpg. Acesso em fevereiro de 2020.

ARDUXOP. Disponível em: <https://arduxop.com/loja/o-que-e-arduino-e-como-funciona/>. Acesso em novembro de 2018.

BAÚ DA ELETRÔNICA. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/capacitor-eletrolitico-22uf-250v.html>. Acesso em fevereiro de 2020.

BRASIL ESCOLA: Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/associacao-capacitores.htm>. Acesso em outubro de 2019.

BRASIL ESCOLA: Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/touch-screen.htm>. Acesso em outubro de 2019.

CASAS BAHIA. Disponível em: <https://www.casasbahia-imagens.com.br/Control/ArquivoExibir.aspx?IdArquivo=1066233191>. Acesso em fevereiro de 2020.

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 novembro de 2018.

CURSO GRÁTIS DE ELETRÔNICA. Disponível em:
<http://cursogratisdeeletronica.blogspot.com/2015/01/historia-do-capacitor.html>. Acesso em: novembro de 2018.

EDUCAÇÃO UOL. Disponível em:
<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/capacitores-capacitores-armazenam-energia-eletrica.htm>. Acesso em novembro de 2018.

ELECTROFUN. Disponível em: <https://www.electrofun.pt/display/display-lcd-i2c>. Acesso em fevereiro de 2020.

ELETRO. Disponível em: <http://eletro.g12.br/arquivos/materiais/eletronica1.pdf>. Acesso em novembro de 2018.

LABORATÓRIO VIRTUAL - EAD. Disponível em:
<http://ensinoadistancia.pro.br/EaD/Eletromagnetismo/CapacitorEnergia/Energia.gif>. Acesso em outubro 2019.

FILIPE FLOP. Disponível em: <https://uploads.filipeflop.com/2017/07/1AC01-9-1-min.jpeg>. Acesso em fevereiro de 2020.

FOTOGRAFIA MAIS. Disponível em: <https://fotografiamais.com.br/flash-fotografia/#flash-fotografia>. Acesso em: novembro de 2018.

GLAUCO CASTRO FOTOGRAFIA. Disponível em: <https://glaucocastrofotografia.com.br/blog/index.php/como-funciona-o-flash>. Acesso em: novembro de 2018.

GND MONITORES. Disponível em: https://gndmonitores.com.br/touchscreen_funcionamento.html. Acesso em: novembro de 2018.

INFOMUV. Disponível em: <http://infomuv.blogspot.com/2013/05/touch-screen-telas-capacitivas.html>. Acesso em: outubro de 2019.

INFOESCOLA. Disponível em: <https://www.infoescola.com/electronica/circuito-rc/>. Acesso em outubro de 2019.

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

MERCADO LIVRE. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-728929593-30-pecas-capacitor-eletrolitico-100uf-50v-105c-_JM. Acesso em fevereiro de 2020.

MERCADO LIVRE. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-706651236-resistores-100k-100-pecas-_JM. Acesso em fevereiro de 2020.

MUNDO DA ELÉTRICA. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/tipos-de-capacitores/>. Acesso em novembro de 2018.

MOREIRA, M. A. **Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS. Aprendizagem Significativa** em Revista/Meaningful Learning Review, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.

MOTA, N.S., **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para aprendizagem de tópicos da Eletrodinâmica.** Dissertação (mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense IFTF, Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, p.197, 2018.

NICOLAU, G. F. TOLEDO, P. A. S. RONALDO, F. **Física Básica,** Volume Único, São Paulo: Editora Atual. 2013.

O BARICENTRO DA MENTE. Disponível em: <https://www.obaricentrodamente.com/2013/08/um-pouco-sobre-capacitores.html>. Acesso em novembro de 2018.

PARANÁ, D.N. **Física.** São Paulo: Ática. Volume Único. 2005.

PERAUTOMAÇÃO. Disponível em: <http://blog.perautomacao.com.br/tipos-de-capacitor/>. Acesso em: novembro de 2018.

RESEARCHGATE. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ademar_Goncalves_Costa_Junior/publication/307593728/figure/download/fig1/AS:415440582004736@1476060161612/Figura-1-Placa-de-prototipagem-eletronica-Arduino-UNO-Fonte-wwwrobotizandocombr.png. Acesso em outubro de 2019

SAMPAIO, J.L.; CALÇADA, C.S. **Universo da Física.** São Paulo, Editora Atual, Vol. Único, 2005.

SITRON ELETRO. Disponível em: https://sitroneleetro.com.br/index.php?route=product/product&product_id=1018. Acesso em fevereiro de 2020

SILVA, C. X.; BARRETO, B. F. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória e Física Moderna.** Volume 3, 1ª Ed. São Paulo: FTD. 2010.

SILVATRONICS. Disponível em: <https://blog.silvatronics.com.br/arduino-o-guia-definitivo/>. Acesso em novembro de 2018

SMARTKITS. Disponível em: <https://www.smartkits.com.br/componentes/resistores/resistor-18w-10-unidades>. Acesso em fevereiro de 2020

TECNOTRONICS. Disponível em: <https://www.tecnotronics.com.br/wp-content/uploads/2017/03/218-1-1.jpg>. Acesso em fevereiro de 2020

TCND. Disponível em: https://images.tcdn.com.br/img/img_prod/650361/845_0_20190311152655.jpg. Acesso em fevereiro de 2020

TUDO ENGENHARIA CIVIL. Disponível em: <https://www.tudoengcivil.com.br/2014/11/capacitores-exercicios-resolvidos-de.html>. Acesso em outubro de 2019