



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

JOEL DE BRITO SILVA

Proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
(UEPS) para o estudo de capacitores e circuito elétrico RC para o
Ensino Médio

TERESINA – PI

2017

JOEL DE BRITO SILVA

Proposta de uma unidade de ensino potencialmente significativa
para o estudo de capacitores e circuito elétrico RC para o Ensino
Médio

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pólo Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Edina Maria de Sousa Luz.

TERESINA – PI

2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Ciências da Natureza - CCN

S586p Silva, Joel de Brito.
Proposta de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o processo de capacitores e circuito elétrico RC para o ensino médio / Joel de Brito Silva. – Teresina: 2017.
86 f.: il. color

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-graduação em Física, 2017.

Orientadora: Profa. Dra. Edina Maria de Sousa Luz.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Física – Ensino Médio. 3. Metodologia de Ensino. 4. Circuito RC. I. Título.

CDD 530.7

JOEL DE BRITO SILVA

Proposta de uma unidade de ensino potencialmente significativa
para o estudo de capacitores e circuito elétrico RC para o Ensino
Médio

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pólo Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 26/07/2017.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dra. Edina Maria de Sousa Luz - Orientadora
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof. Dr. Francisco Eroni Paz dos Santos - Examinador
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof. Dr. Neuton Alves de Araujo - Examinador
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

A Deus, aos meus pais, Francisco Cunha e Cléria Brito.

À minha esposa, Aline Brito.

À minha filha, Eloah Brito.

Ao meu bebê que está no ventre de minha esposa.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus.

À minha mãe Cléria de Brito Silva e ao meu pai Francisco da Cunha Silva por todos os ensinamentos, paciência, atenção e principalmente pelo apoio incondicional nos momentos mais difíceis.

À minha esposa Aline Veras Fonseca de Brito, e à minha filha Eloah Veras de Brito, minhas fontes inspiradoras.

Aos meus irmãos.

Aos meus amigos do MNPEF, pela amizade, apoio que durante o mestrado.

À professora orientadora, Dra. Edina Maria de Sousa Luz, pela extrema paciência e disponibilidade a todos os momentos em que precisei.

Um agradecimento a todos os professores.

A CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

A todos um muito obrigado.

RESUMO

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's (BRASIL, 2006), o ensino de Física deve proporcionar ao aprendiz conhecimentos, habilidades e competências que possibilite ao mesmo uma formação para cidadania mais adequada com uma melhor compreensão do mundo que o cerca. Para tanto, foi dado ao ensino de Física novas dimensões que visam promover um ensino contextualizado e integrado à vida. Contudo, o ensino de Física, em muitas escolas, ainda é realizado de forma tradicional, com conteúdos abordados de forma desarticulada, o que leva o aluno a não atingir o nível de conhecimento requerido e muitas vezes o obrigando a automatizar o conhecimento levando à aprendizagem memorística. Por isso propomos neste trabalho a construção e aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS com objetivo de apresentar um modo diferenciado de organizar uma aula didática que trabalhe o conteúdo de Eletricidade, especificamente o circuito RC que é composto de um resistor (R) e um capacitor (C). O circuito RC tem uma importância fundamental nos circuitos eletrônicos. Uma das maneiras de se iniciar o ensino de eletricidade é abrindo uma discussão em torno do tema, discutindo sobre sua importância e suas principais aplicações. A presente pesquisa foi realizada na Unidade Escolar Zulmira Xavier, no município de Luís Correia, no litoral do Estado do Piauí. Atualmente funciona com o Ensino Fundamental, Médio, o Técnico Integrado ao ensino médio e de Jovens e Adultos. É fundamentado nas teorias da aprendizagem significativa de (AUSUBEL, 1982) que propõe a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, permitindo estabelecer, construir e reconstruir esses conhecimentos, e na teoria da Aprendizagem Significativa em um enfoque Vygotskyano. O produto educacional foi elaborado a partir da construção de uma UEPS, a mesma é uma Sequência Didática fundamentada em Teorias de Aprendizagem, particularmente a da Aprendizagem Significativa, segundo Moreira (2011).

Palavras-chave: UEPS. Aprendizagem significativa. Capacitores. Circuito RC.

ABSTRACT

According to the National Curricular Parameters - PCN's (Brazil, 2006), physics teaching must provide the apprentice with the knowledge, skills and competences that will enable a more adequate formation of citizenship with a better understanding of the world around him. For this purpose, new dimensions were given to Physics teaching that aim to promote contextualized and integrated teaching of life. However, the teaching of physics in many schools is still carried out in a traditional way, with content addressed in a disjointed way, which leads the student to not reach the required level of knowledge and often forcing him to automate knowledge leading to rote learning. Therefore we propose in this work the construction and application of a potentially meaningful teaching unit - LIFO with the objective of presenting a differentiated way of organizing a didactic class that works the content of Electricity, specifically the RC circuit that is composed of a resistor (R) And a capacitor (C). The RC circuit is of fundamental importance in electronic circuits. One of the ways to start the teaching of electricity is to open a discussion around the theme, discussing its importance and its main applications. The present research was carried out at the Zulmira Xavier School Unit, in the city of Luís Correia, on the coast of the state of Piauí, a school that was inaugurated in 1969. Where currently it works with Elementary, Middle School, Integrated Technician to high school and Youth and Adults. It is based on the theory of meaningful learning (Ausubel, 1982) that proposes the valuation of students' prior knowledge in order to establish, construct and reconstruct this knowledge, and in the theory of Significant Learning in a Vygotskyan approach, where it sought a better assimilation of As it began the process of obtaining the knowledge presented. Where the educational product was elaborated from the construction of a LPS (Potentially Significant Teaching Unit), where it is a Didactic Sequence based on Learning Theories, particularly that of Significant Learning, according to Moreira (2011).

Keywords: UEPS, Significant Learning, Capacitors and RC Circuit.

Lista de Ilustrações

2.1	Circuito elétrico RC: contém um resistor, um capacitor e uma fonte de tensão.	16
4.1	O que é um capacitor?	24
4.2	Qual é a função de um capacitor?	25
4.3	Você já usou algum dispositivo capacitivo?	26
4.4	O tempo de carga de um capacitor é maior, menor ou igual ao de descarga?	26
4.5	Questão 1.	27
4.6	Questão 2.	27
4.7	Questão 4.	28
4.8	Questão 5.	28
4.9	Questão 1.	29
4.10	Questão 2.	30
4.11	Questão 3.	30
4.12	Questão 4.	31
4.13	Questão 5.	31
4.14	Questão 1.	32
4.15	Questão 2.1.	32
4.16	Questão 2.2.	33
4.17	Questão 2.3.	33
4.18	Questão 2.4.	34
4.19	Questão 2.5.	34
4.20	Questão 3.	35
4.21	Questão 4.	35
4.22	Questão 5.	36
5.1	Foto da escola.	72

5.2	Foto do pátio escola.	72
5.3	Foto da sala de aula.	73
5.4	Foto durante a aplicação da UEPS.	74
5.5	Foto durante a aplicação da UEPS.	74
5.6	Foto durante a aplicação da UEPS.	75
5.7	Foto durante a aplicação da UEPS.	75

Sumário

1	Introdução	1
2	Fundamentação Teórica	5
2.1	Aprendizagem significativa segundo Ausubel	5
2.2	Aprendizagem significativa em um enfoque vygotskyano	6
2.3	Aprendizagem significativa em uma visão humanista: a teoria de Novak	9
2.4	Unidade de Ensino Potencialmente Significativo - UEPS	11
2.5	Trabalhos na área de Ensino de Física com Arduino	13
2.5.1	Estudo de resistores	14
2.5.2	Estudo de capacitores e circuito RC	15
3	Metodologia	18
3.1	O local de pesquisa	18
3.2	Os sujeitos da pesquisa	19
3.3	Descrição dos procedimentos	19
3.3.1	Geração de gráficos usando o programa Gnuplot	23
4	Resultados e Discussão	24
4.1	Situações problema iniciais	24
4.2	Apresentação de novos conhecimentos	26
4.3	Avaliação Individual	29
4.4	Avaliação da UEPS	31
4.5	Discussão dos resultados em relação as teorias	36
5	Considerações Finais	38

Capítulo 1

Introdução

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN’s (BRASIL, 2006), o ensino de Física deve proporcionar ao aprendiz conhecimentos, habilidades e competências que possibilite ao mesmo uma formação para cidadania mais adequada com uma melhor compreensão do mundo que o cerca. Para tanto, foi dado ao ensino de Física novas dimensões que visam promover um ensino contextualizado e integrado à vida. Contudo, o ensino de Física, em muitas escolas, ainda é realizado de forma tradicional, com conteúdos abordados de forma desarticulada, o que leva o aluno a não atingir o nível de conhecimento requerido e, muitas vezes, obrigando-o a automatizar o conhecimento levando a uma aprendizagem memorística.

A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCN’s para o Ensino Médio. Trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade.

Ensinar é um processo que envolve, necessariamente, uma meta explícita e que se efetiva quando essa meta for atingida, ou seja, quando houver aprendizagem, pois se não houver aprendizagem, métodos e palavras, por mais que sejam bonitos, se não surtirem nenhum efeito de nada valem, por isso cremos que os outros possíveis vilões possam ser os métodos de ensino utilizados e a maneira de avaliar.

Uma metodologia de ensino quando bem aplicada pode sem dúvida facilitar a aprendizagem, porem não é suficiente. Então, a escolha da metodologia a ser usada no processo de ensino e aprendizagem de Física é de fundamental importância para que o mesmo ocorra de forma efetiva. Muitos são os métodos utilizados para o ensino e

aprendizagem de Física, dentre eles pode-se citar as atividades experimentais, que tanto podem ser virtual como podem ser realizadas com o uso de materiais de baixo custo e um modelo de ensino mais recente que é o ensino orientado baseado na resolução de problemas. Esses métodos podem ser mais eficazes quando bem planejados e elaborados de forma a ter como ator principal o aprendiz, por isso é necessário conhecer e despertar suas habilidade para que a aula desperte o seu interesse, algo que facilitaria bastante a aprendizagem.

Assim, propomos neste trabalho a construção e aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, com objetivo de apresentar um modo diferenciado de organizar uma aula didática que trabalhe o conteúdo Eletricidade, especificamente o circuito elétrico RC que é composto de um resistor (R) e um capacitor (C). O circuito elétrico RC tem uma importância fundamental nos circuitos eletrônicos. Uma das maneiras de se iniciar o ensino de eletricidade é abrindo uma discussão em torno do tema, discutindo sobre sua importância e suas principais aplicações. Essa parte da Física é muito presente no cotidiano de todos os alunos e, por isso, respostas como redes elétricas das ruas, redes residenciais e eletroeletrônicos vão aparecer em grande quantidade. A partir dessas indagações, os alunos perceberam a importância do ensino de eletricidade na sua vida cotidiana. Após iniciar com conceitos básicos de eletricidade, o professor irá se aprofundando no conteúdo, até chegar no conceito de Capacitores e Circuito Elétrico RC (resistores e capacitores). Os conceitos em questão são: resistores e suas associações, geradores, receptores, capacitores e suas associações e circuito elétrico RC.

Partindo deste pressuposto, apresentamos uma proposta de ensino voltada para a Eletricidade a partir de experimentos didáticos com aquisição automática de dados, que é o processo de carga e descarga de um capacitor utilizando a placa Arduino. O equipamento utilizado em nossas atividades de ensino foi constituído por resistores e capacitores que, conectados a um circuito modular, enviam dados para a placa Arduino-UNO (que consiste em uma placa de código aberto, com entradas e saídas analógicas e digitais, desenvolvida para controlar uma vasta gama de sensores existentes no mercado) e, por meio de uma interface gráfica, permitem a visualização dos gráficos do potencial em função do tempo, tanto no processo de carga como no de descarga do capacitor. Sendo assim, foi possível fazer teste de hipóteses sobre os fenômenos físicos em estudo, correlacionando com as “teorias” estabelecidas no estudo da Física.

A maior dificuldade encontrada para o desenvolvimento de atividades e equipamentos de suporte para o ensino de Física está no alto custo destes equipamentos. Como alternativa, têm sido propostas soluções de baixo custo envolvendo diferentes portas de comunicação e periféricos do computador. Dentro destas alternativas, a plataforma Arduino, que envolve o uso de um microcontrolador muito versátil e de baixo custo, vem se destacando nos últimos anos. Esta plataforma é do tipo open source (fonte livre). A ideia então é criar sistemas que possam interagir com o mundo real, capturando informações do meio em que está inserido e interagindo com essas informações. O Arduino tem se destacado no cenário mundial pela facilidade de programação, versatilidade e baixo custo. Mesmo para os que desejam interações de alto nível, o Arduino tem atendido às expectativas.

Investigar os conhecimentos prévios dos estudantes, mediante a aplicação desta UEPS, tornou-se necessário em vista de que a proposta de trabalho que foi desenvolvida viesse apoiada por uma abordagem inicial mais ampla do tema. Esta foi a ideia desta UEPS, a qual permitiu que durante sua aplicação ocorresse uma introdução dos temas e conceitos de forma mais abrangente e inclusiva, possibilitando que os estudantes externalizassem seus conhecimentos prévios, de modo a orientar a produção do material de apoio sendo utilizado pelas disciplinas.

O produto educacional desenvolvido neste trabalho é composto por uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS), em que uma das etapas da UEPS é utilizado um software livre para a realização de experimentos de eletrodinâmica no Ensino Médio usando a placa Arduino-UNO. No próximo capítulo abordaremos estudos anteriores onde apresentaremos sucintamente, alguns trabalhos relacionados à aplicação da placa Arduino-UNO em experimentos de Física. Foi feito uso de hardware e software que compõem o equipamento para aquisição automática de dados e da Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS) ao conteúdo trabalhado que foram utilizados em cada uma das aulas, além dos que descrevem os processos de montagem de todo o equipamento desenvolvido.

Feitas as considerações, a dissertação está organizada da seguinte forma, após a introdução foram realizados estudos que descrevem o referencial teórico, no capítulo 2; depois temos a metodologia, explicando como foi realizada a pesquisa e os estudos, no capítulo 3; em seguida, os resultados e discussões, no capítulo 4; e por último, as

considerações finais, no capítulo 5.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1 Aprendizagem significativa segundo Ausubel

David Ausubel apresentou a sua teoria da aprendizagem significativa em 1963, onde para ele, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos. Ausubel assume que "O fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece" [2]. Ou seja, a nova informação é assimilada através da interação com os conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, a qual Ausubel define como conceitos subsunçores [3].

Aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva não liberal a estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito. Para Ausubel [2], a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento.

Para que ocorra essa aprendizagem os subsunçores são de extrema importância, pois servem de pressuposto a novas ideias e conceitos. Quando o aluno se depara com um conteúdo novo, em uma área de conhecimento que ele não está familiarizado, inicialmente ocorrerá um processo de aprendizagem mecânica, no qual as novas informações são irrelevantes aos conceitos existentes na estrutura cognitiva deste aluno até a hora em que alguns elementos do conhecimento possam servir de subsunçores. Inicia-se aí a

aprendizagem significativa. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, os subsunçores vão tornando-se cada vez mais elaborados e o indivíduo consegue assimilar novas informações. A aprendizagem significativa ocorrerá o novo conhecimento surgindo como conceitos ou proposições enfáticas para aprimorá-lo. Tornando o conhecimento prévio mais rico e elaborado. Subsunçores vão tornando-se cada vez mais elaborados quando essa aprendizagem começa a ser enfática, fazendo com que o aprendiz assimile com êxito as novas informações adquiridas. Ausubel [2] enfatiza que “a organização prévia como veículos facilitadores da aprendizagem são materiais introdutórios apresentados em nível mais alto de conhecimento”.

2.2 Aprendizagem significativa em um enfoque vygotskyano

Quando Vygotsky (1962) desenvolveu o estudo da aprendizagem significativa [3], ele procurou uma melhor assimilação de como iniciou o processo de obtenção do conhecimento (saltos qualitativos) apresentando, portanto, um interesse cognitivista em suas elaborações. Para ele, o desenvolvimento humano e a aprendizagem acontecem através da mediação de signos. O conceito de mediação é central nas formulações de Vygotsky; num sentido amplo, mediação significa a intervenção de um terceiro elemento entre os termos de uma relação. Segundo [2], dois elementos básicos são responsáveis pela mediação: o instrumento; que tem a função de regular as ações sobre os objetos, e o signo, que regula as ações sobre o psiquismo das pessoas. O instrumento é “um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto do seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza. (...) O instrumento é feito ou buscado especialmente para um certo objetivo”. [4].

Vygotsky refere-se à importância dos aspectos biológicos do desenvolvimento humano, mas sua obra se alicerça no processo histórico e cultural desse desenvolvimento de um modo geral, dando ênfase ao meio social e à interação entre os indivíduos de uma mesma espécie. Ele afirma que existe uma interação dialética do homem e seu meio sócio-cultural, e que dela resultam as características tipicamente humanas do indivíduo. Sendo assim ele crê que o sujeito “aprende” como agir no meio em que está inserido, a sociedade que ele está inserido age de forma simbólica para seu comportamento de mundo.

Partindo desta afirmação, Vygotsky considera que o aprendizado é um aspecto fundamental para que ocorra o pleno desenvolvimento das funções psicológicas superiores, cujas características principais são a consciência reflexiva e o controle deliberado. Ele entendeu que seria de extrema importância estudar a interação entre aprendizado e desenvolvimento.

Rego (2002), relata que o autor analisa essa interação sob dois ângulos: “um é o que se refere à compreensão da relação geral entre aprendizado e o desenvolvimento; o outro, às peculiaridades dessa relação no período escolar”. Ele acredita nesta afirmação por que para ele o aprendizado se inicia muito antes da criança iniciar sua vida escolar, acredita que o aprendizado escolar se diferencia no desenvolvimento da criança, pois trata de conhecimentos sistematizados, principalmente conhecimentos científicos. Vygotsky define dois níveis de desenvolvimento quando faz esta distinção entre o aprendizado escolar e o não escolar, o desenvolvimento real ou efetivo, e o desenvolvimento potencial. O nível de desenvolvimento real aborda o conhecimento já concreto na criança, àquelas funções ou capacidades que ela domina e realizar sozinha, sem a ajuda de uma segunda pessoa mais experiente. No desenvolvimento potencial a criança ainda pode aprender, trata-se das atividades e conhecimento que ela precisa de auxílio de uma pessoa com mais experiência, mas que depois do auxílio, ela terá capacidade de executar as atividades ensinadas, sozinha. Neste nível “a criança realiza tarefas e soluciona problemas através do diálogo, da colaboração, da imitação, da experiência compartilhada e das pistas que lhe são fornecidas” [4].

A atividade mediada permite a passagem de formas simples para formas mais amplas e complexas de pensamento. Essa passagem ocorre quando o sujeito consegue usar signos para representar seu pensamento, e a sua importância se dá pela necessidade do trabalho. Portanto, a apropriação ou aprendizagem ocorre através da interação entre o sujeito e seu ambiente físico e social através de atividades mediadas.

Oliveira (1995), também define mediação como sendo “processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação, a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento”. A mediação caracteriza a relação do homem com o mundo e com os outros homens e sua importância se dá no desenvolvimento das funções psicológicas. A mediação com o ambiente com uso de instrumentos distingue, de maneira essencial, o homem de outros animais. Vygotsky destaca a criação dos Instrumentos e

dos Signos pelo meio social onde o sujeito está inserido. Para exemplificar e distinguir os Instrumentos dos Signos explana-se que, Instrumento é algo que pode ser usado para fazer algo ou alguma coisa; na medida, que o Signo é algo que significa alguma outra coisa. Existem três tipos de signos: os indicadores são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (caveira em uma garrafa significa veneno, pois ao ingerir o líquido da garrafa o sujeito morre e a morte é representada pela caveira); icônicos são imagens ou desenhos daquilo que significam; simbólicos são os que têm uma relação abstrata com o que significam. As palavras, por exemplo, são signos (simbólicos) linguísticos; os números são signos (também simbólicos) matemáticos. A língua, falada ou escrita, e a matemática são sistemas de signos.

Para internalizar signos, o sujeito assimila os significados já compreendidos socialmente. Ou seja, tem que passar a conhecer significados já aceitos no contexto social em que se encontra. E é através da interação social que isso ocorre. É só através dela que a pessoa pode captar significados e confirmar os que são compartilhados socialmente para os signos em questão. Simultaneamente, a linguagem (sistema de signos) é extremamente importante em uma concepção vygotskyana. Aprender a falar uma língua, por exemplo, libera a criança de vínculos contextuais imediatos e este desvinculo é importante para o desenvolvimento dos processos mentais superiores. O domínio da nova linguagem, por sua vez, é importante para a interação social, mas sendo a língua um sistema de signos sua aquisição também depende, fundamentalmente, da interação social. É embasado nestas duas influencias que se dá o desenvolvimento cognitivo. Quanto mais o sujeito faz uso dos signos, mais vai se moldando, fundamentalmente, as operações psicológicas que ele é capaz de fazer. Do mesmo modo, quanto mais instrumentos ele vai aprendendo a usar tanto mais se amplia, de modo quase ilimitado, a quantidade de atividades nas quais pode aplicar suas novas funções psicológicas.

Ao usarmos o estudo e ensino da Física como exemplo, mostramos um sistema de signos e tema com seus instrumentos (procedimentos e equipamentos). Para se aprender Física de maneira significativa seria válido, internalizar os significados aceitos (e construídos) para estes instrumentos e signos no contexto da Física, obtendo assim uma aprendizagem significativa. Tendo consciência que para chegarmos a essa aprendizagem, temos de passar por todo um processo mais simples de contextualização, fazendo uso dos conhecimentos prévios que o aluno trará consigo, das atribuições de mundo que o sujeito

está inserido e a partir daí, para uma forma mais complexa da aprendizagem.

2.3 Aprendizagem significativa em uma visão humanista: a teoria de Novak

A visão da aprendizagem significativa de acordo com Novak se embasa na aprendizagem focada na teoria educacional onde os seres humanos pensantes, são seres que sentem e atuam. Ela busca compreender e melhorar as formas que as pessoas desenvolvem essas determinantes ações do ser humano. A integração construtivista entre o pensamento e ação vem de uma teoria humanista, estudada por Joseph Novak em 1977. Ele acredita que os seres humanos pensam, sentem e atuam, sendo assim, qualquer evento que se considere educativo, e uma ação para mudar os significados e sentimentos. Desta maneira, Novak conota a dimensão do aprendiz, e a dimensão humanista relacionado com os sentimentos e emoções vinculadas do fato educativo do professor e o estudante. Todavia, o fato educativo é um processo que transcende o cognitivo, os significados para localizar em processo mais amplo, que abrange a experiência afetiva e os sentimentos.

Para que se obtenha uma aprendizagem significativa, o sujeito deve buscar uma relação com o novo conteúdo de maneira não-literal e não-arbitrária dos seus conhecimentos prévios. Independente de quão potencialmente significativa é a nova informação (um conceito ou uma proposição, por exemplo), se a intenção do sujeito for apenas a de memorizá-la de maneira arbitrária e literal, a aprendizagem só poderá ser mecânica.

Sendo assim, para aprender pode-se perceber a importância do domínio afetivo no processo de aprendizagem significativa de acordo com o estudo de Ausubel. Já Novak deu uma conotação mais humanista neste processo de aprendizagem significativa. ele surge como co-autor da segunda edição da obra “Educational Psychology: a cognitive view” (1978, 1980, 1983) e durante muito tempo trabalhou no refinamento, testagem e divulgação da teoria da aprendizagem significativa, a tal ponto que esta teoria deveria ser, hoje, a teoria de Ausubel e Novak. Porém Novak tem o que ele chama de sua teoria de educação. Qualquer evento educativo é, de acordo com Novak, uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre aprendiz e professor. O enfoque de troca de significados já apareceu quando se falou em Vygotsky. Aqui, basta considerar que o objetivo dessa troca é a aprendizagem significativa de um novo conhecimento contextualmente

aceito. Novak se refere também a uma troca de sentimentos. Um processo educativo, para ele, é também acompanhado de uma experiência afetiva. A predisposição para aprender, colocada por Ausubel como uma das condições para a aprendizagem significativa, está, para Novak, intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem no processo educacional. Hipoteticamente para Novak, a experiência afetiva é positivamente intelectual e construtiva quando o aprendiz tem objetivo atingido que é a compreensão do conteúdo; a reciprocidade, a sensação afetiva é negativa e gera sentimentos de inadequação quando o aluno não sente que está aprendendo o novo conhecimento. Ele acredita que as aprendizagens significativas guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e, ao mesmo tempo, gera este tipo de experiência afetiva. Ao adotar a teoria de Ausubel e conseqüentemente, o conceito de aprendizagem significativa. No entanto, ele deu novos significados a este conceito, ou estendeu seu âmbito de aplicação: em sua teoria humanista de educação, a aprendizagem significativa subjaz a construção do conhecimento humano e o faz integrando positivamente pensamentos, sentimentos e ações, conduzindo ao engrandecimento pessoal.

Novak ampliou para cinco fenômenos educativos que já existiam de outros autores, os quatro elementos já existentes para uma aprendizagem significativa com êxito são o professor, matéria de ensino, e matriz social. Quer dizer em um fenômeno educativo, de alguma maneira o aprendiz aprende algo e assim adquire conhecimento, interagindo e trocando significados com o professor ou com alguma coisa, seja um livro ou um programa de computador, por exemplo em um determinado contexto seja na escola, ou em outro ciclo social. A estes quatro elementos, “aprendiz, professor, matéria de ensino e contexto”, Novak acrescentou mais um sempre presente nos eventos educacionais: a avaliação.

Isto implica que terá de ser observado se esta aprendizagem está ocorrendo corretamente, pois poderá sim, haver uma aprendizagem significativa, porém de uma maneira errada. Mesmo sendo considerada aprendizagem significativa, mas na visão do educador são incoerentes pois não são compartilhados pela comunidade de usuários.

2.4 Unidade de Ensino Potencialmente Significativo - UEPS

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativo [3], ou apenas UEPS, tomam por base um conjunto de teorias de aprendizagem que, juntas, promovem o ensino em aprendizagem significativa [1]. Moreira (2011) aponta os princípios norteadores na construção das UEPS e são destacados no Quadro 01 alguns que foram relevantes para a estratégia apresentada neste artigo, porém os que não guiaram a proposta não serão relacionados aqui, como o caso do uso do computador como mediador de situações-problema.

As UEPS são compostas por etapas que, na sequência em que são propostas, buscam promover a aprendizagem significativa. São oito os passos que servem como guia para elaboração dessas Unidades e cabe ao professor buscar a melhor forma de segui-los e adaptá-los a sua realidade escolar.

Tabela 2.1

- O conhecimento prévio, ou subsunçor, é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa;
- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos;
- Organizadores prévios apontam para como é possível relacionar novos conhecimentos aos subsunçores;
- Situações-problema também podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser consideradas na organização do ensino, na proposição de situações-problema e na avaliação;
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências;
- 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 aluno;
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, professor e materiais educativos, cujo objetivo é levar
- O aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
- A aprendizagem crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés de memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais e pelo abandono de narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

Assim, é essencial que haja uma definição de como será feito o trabalho em primeiro lugar, é preciso definir os pontos a serem trabalhados e identificar quais os aspectos, declarativos e procedimentais, que serão necessários para abordar o tema escolhido e como serão relacionados. Em seguida, deve-se pensar nos assuntos que podem levar o aluno a expor seu conhecimento prévio mesmo ele não sendo o correto e o esperado, mas

também não deixando de ser levado em consideração. Para esta abordagem e busca do conhecimentos prévio, podem ser utilizados questionários, mapas mentais [5], discussões, etc. Na sequência no terceiro momento, acontece a preparação para o conteúdo, por meio de situações problemas e sempre considerando o conhecimento prévio exposto no passo anterior. Os alunos, na sequência, devem estar preparados para os estudos posteriores que vão ser ministrados.

Sendo assim as situações-problemas apresentadas, mesmo sendo iniciais, devem envolver, desde já, o tópico a ser ensinado. Poderá ser feita uma simulação das situações-problema, através de demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., seria interessante que essas simulações pudessem ser abordadas de forma acessível na problemática, não sendo somente através de exercício de aplicação rotineira de algarismos e cálculos; sabendo que são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos e é essencial que esta abordagem seja de uma forma que o aluno possa percebê-las como problemas e deve ser capaz de modificá-las e modelá-las mentalmente. É assim, que através da percepção e da identificação dos conhecimentos prévios que buscará ser elaborados os primeiros modelos mentais sobre o conteúdo.

O conhecimento que buscará ser ensinado será apresentado, levando em conta a diferenciação progressiva, começando com os aspectos mais abrangentes e inclusivos, proporcionando um panorama do todo e do que é mais importante na unidade de ensino, dando exemplos das abordagens específicas. Poderá ser feita uma breve exposição seguida por atividades coletivas em pequenos grupos e, na sequência, uma apresentação ou discussão em grande grupo. O mais importante no momento é a forma como é conduzida: a diferenciação progressiva deve guiar a estratégia.

No processo de ensino, busca-se retomar os aspectos mais gerais e formadores do assunto ministrado usando um pouco mais de complexidade em relação à primeira apresentação. As situações-problema devem ser propostas de forma que eleve o grau de complexidade gradativamente, onde poderá ser feita a utilização de uma exposição oral com uso de recurso computacional, etc.

Seria interessante que ao término da segunda apresentação fosse feito mais uma atividade coletiva visando que os alunos interajam e negociem com o professor. Podendo assim, ser aplicado um questionário, onde seria abordado problemas e construções de

gráficos conceitual ou um experimento de laboratório e até mesmo um pequeno projeto, dentre outras atividades.

O processo de diferenciação progressiva é fundamental para a conclusão do conteúdo, dando ênfase aos aspectos mais relevantes, isto deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ter uma breve exposição oral, leitura de um texto, recurso computacional, audiovisual, etc. Novas situações problemas devem ser propostas e trabalhadas em nível mais alto de complexidade em relação às situações anteriores. Essas situações devem ser resolvidas em atividades coletivas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do professor; para que haja a conclusão da terceira apresentação. É importante ressaltar que durante toda a implementação da UEPS deverá ocorrer a avaliação tanto da proposta quanto do desempenho dos estudantes, através de anotações de tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo.

O sucesso da aprendizagem da UEPS somente será considerado se a avaliação do desempenho dos alunos tiver comprovação da aprendizagem e que essa aprendizagem seja significativa. O principal objetivo da UEPS é o de que essa aprendizagem venha com o domínio do conteúdo abordado sendo seu foco do estudo ao longo do processo, e não em seus resultados finais.

2.5 Trabalhos na área de Ensino de Física com Arduino

Existem diversos trabalhos publicados sobre a utilização da placa Arduino no ensino de Física. Por exemplo, na referência [8] os autores propuseram diferentes modos de operação da placa Arduino para a mesma servir como uma interface alternativa para realizar aquisição automática de dados via porta USB de um computador. Nesse trabalho, foi realizado um estudo sobre os processos de carga e descarga de um capacitor em tempo real através da linguagem de programação Processing.

Já na referência [9], os autores analisaram um oscilador harmônico amortecido de uma lâmina a partir de um led, um espelho e um LDR (resistor dependente de luz). Além disso, analisaram também trocas radiativas de energia a trocando o LDR do exemplo citado anteriormente por um termistor e utilizando-o como sensor de temperatura.

Em um outro artigo (referência [7]), foi medido o valor da aceleração da gravidade local utilizando-se um experimento simples que consiste em um experimento de queda livre. Os valores obtidos para a aceleração da gravidade local concordam com o medido pelo Observatório Nacional (no Rio de Janeiro) com uma precisão de 0,1%.

Por último, podemos citar o artigo [6], em que os autores descreveram a construção e o funcionamento de um kit experimental (baseado na placa Arduino) para analisar o efeito fotoelétrico. Os mesmos usaram a placa Arduino para o controle e interfaceamento com o computador, bem como um pico-amperímetro com amplificador operacional de alto ganho e impedância. Também apresentaram as aplicações do kit no estudo do efeito termiônico e da condutividade elétrica de um plasma.

Como exemplo da utilização da placa Arduino em trabalhos voltados ao ensino de Física podemos citar o artigo [21]. Nesse trabalho foi apresentada uma proposta experimental para o estudo de corrente elétrica alternada (que é o tipo de corrente elétrica presente em residências e indústrias), tendo em vista que esse é um tema considerado difícil para alunos do ensino médio e, além disso, encontram-se na literatura poucas práticas experimentais relacionadas a esse tema. O texto foi destinado a estudantes de cursos de licenciatura em Física ou engenharias, de tal forma que possa trazer subsídios para que estes possam utilizar os experimentos em suas aulas no ensino médio. No trabalho em questão foi criado um aparato experimental que possibilita acompanhar a variação da corrente elétrica em função do tempo e produzindo um gráfico cujos valores no eixo vertical são valores de corrente elétrica e no eixo horizontal são valores de tempo.

2.5.1 Estudo de resistores

Nessa seção faremos uma revisão sobre os principais conceitos de resistores e capacitores, para uma descrição mais completa do assunto consulte a referência [22]. Sabe-se que a resistência elétrica de um fio ou de qualquer outro condutor com seção reta uniforme é diretamente proporcional ao comprimento (L) do fio e inversamente proporcional à área de sua seção reta (A), além disso, é também diretamente proporcional à resistividade elétrica (ρ) do material em que o condutor é feito:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.1)$$

A unidade SI de resistência elétrica é o ohm (Ω), que é igual a um volt por ampère (V/A). Um resistor é um elemento que possui um dado valor de resistência em suas extremidades. Resistores com resistências elétricas no intervalo de 0,01 até $10^7 \Omega$ podem ser adquiridos comercialmente. Os resistores existem em todos os tipos de circuitos elétricos, como por exemplo secadores de cabelos e aquecedores. Tais circuitos elétricos geralmente possuem muitos resistores, de modo que é útil estudar possíveis combinações de resistores. Analisaremos os dois principais tipos de combinação (ou associação).

Associação série

Considere três resistores com resistências elétricas R_1 , R_2 e R_3 . Dizemos que existe uma ligação em série quando os elementos de um circuito elétrico são ligados em sequência e há um único caminho de corrente elétrica entre os pontos. Nesse caso, é possível mostrar que a resistência equivalente é dada por:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (2.2)$$

Associação em paralelo

Considere três resistores com resistências elétricas R_1 , R_2 e R_3 . Dizemos que existe uma ligação em paralelo quando os elementos de um circuito elétrico são ligados em nós comuns e há uma única tensão elétrica entre os nós. Nesse caso, é possível demonstrar que a resistência equivalente é dada por:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (2.3)$$

2.5.2 Estudo de capacitores e circuito RC

A proposta experimental consiste em estudar a carga e descarga em capacitores. Para isso se faz necessário uma revisão dos conceitos básicos envolvidos neste estudo. Um capacitor ou condensador é um dispositivo eletrônico capaz de armazenar energia elétrica. Tal armazenamento se dá em decorrência da existência de um dielétrico que separa as suas placas condutoras. Definimos capacitância de um capacitor por uma grandeza que relaciona a quantidade de carga armazenada e a diferença de potencial estabelecida nos seus terminais, ou seja:

$$C = Q/V \quad (2.4)$$

Assim percebe-se que quanto maior o valor de capacitância maior será a sua capacidade de armazenamento de carga. A Fig. 2.1 mostra um esquema para o estudo da carga em um capacitor. Na posição 1 a chave K comutadora possibilita carregar o capacitor através do circuito RC série e quando na posição 2 o capacitor é descarregado instantaneamente.

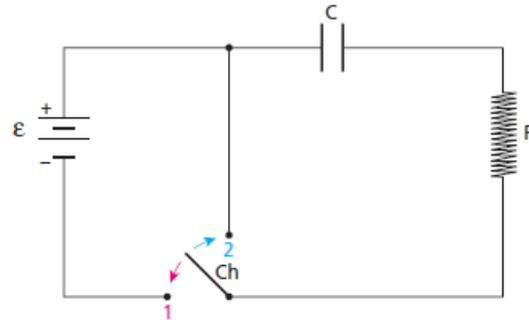


Gráfico 2.1: Circuito elétrico RC: contém um resistor, um capacitor e uma fonte de tensão.

Considere agora o seguinte procedimento; inicialmente conectamos a chave Ch na posição 2 de modo a carregar por completo o capacitor C e em seguida conectamos na posição 1. No instante em que a chave comutadora K for ligada em 1, o capacitor começa a ser carregado através da corrente i , que circula pela resistência R, com a fonte previamente ajustada a um valor de tensão nominal E. Considerando V_C a tensão (ou ddp) no capacitor e V_R a diferença de potencial observada nos terminais do resistor temos pela lei de Kirchoff que:

$$V_C + V_R = \epsilon \quad (2.5)$$

Substituindo-se V_C de acordo com a equação vista anteriormente temos que:

$$q/C + iR = \epsilon \quad (2.6)$$

Como $i = dq/dt$ temos:

$$q/C + \frac{dq}{dt}R = \epsilon \quad (2.7)$$

Ou ainda:

$$dq/dt = \epsilon/R - q/RC \quad (2.8)$$

Para resolver a equação diferencial de 1ª ordem, vamos separar as variáveis deixando de um lado da equação os termos que dependem de carga q e os termos que dependem do

tempo t do outro lado da equação:

$$\frac{dq}{\epsilon C - q} = \frac{1}{RC} dt \quad (2.9)$$

A resolução desta equação é dada por:

$$q(t) = \epsilon C(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (2.10)$$

A grandeza ϵC corresponde à carga total (Q) que pode ser armazenada no capacitor. Assim teremos:

$$q(t) = Q(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (2.11)$$

Para encontrar o valor da corrente elétrica, basta diferenciar a expressão acima uma vez que $i = dq/dt$. A constante RC é definida como constante de tempo do circuito e corresponde ao tempo necessário para a corrente no circuito reduzir a $1/e$ do seu valor inicial.

Capítulo 3

Metodologia

O desenvolvimento metodológico presente neste trabalho busca, proporcionar o conhecimento, fazendo uso da análise da aprendizagem de Capacitores com ênfase no estudo do circuito RC, proporcionado pela utilização da placa Arduino nas aulas do 3º ano do ensino médio integrado ao técnico em informática e administração.

Sendo assim, este estudo é de cunho descritivo, uma vez que Perovano (2014) cita que o processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo. Crendo, assim Barros e Lehfeld (2007) falam que a pesquisa descritiva se realiza o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador. Partindo desse pressuposto, Gil (2011) corrobora a premissa ao afirmar que esta metodologia de pesquisa é fundamental para aqueles que estão preocupados com atuação prática.

3.1 O local de pesquisa

A presente pesquisa foi realizada na Unidade Escolar Zulmira Xavier, no município de Luís Correia, no litoral do estado do Piauí, escola esta que foi inaugurada em 1969. Fotos da escola estão no Apêndice E. Onde atualmente funciona com Ensino Fundamental, Médio, Técnico Integrado ao ensino médio e de Jovens e Adultos. A escola atende 540 alunos distribuídos nesses dois níveis de ensino nos turnos da manhã, tarde e noite (a noite funciona como E.J.A.). Para o bom funcionamento da instituição, atualmente trabalha com 53 funcionários sendo o corpo docente, composto por 42 professores e 11 funcionários administrativos, dentre eles 1 diretor, 2 secretárias, 3 zeladores, 2 cozinhei-

ras, 3 vigias. No que se refere aos aspectos físicos da instituição, é composto por: 10 salas de aulas sendo 9 delas utilizadas em bom estado com ar condicionado. Sala de diretoria com janelas amplas e ventilação, mesa para o diretor, com notebook, mesa para diretor adjunto, com computador de mesa, mesa para secretário, um armário de arquivos e documentos da escola, um ventilador, uma copiadora, dois equipamentos de multimídia. Sala de professores com mesa e doze cadeiras, armário coletivo, bebedouro e tv. Laboratório de informática com 20 computadores em perfeito estado de uso para alunos. Bancadas para os computadores, 20 cadeiras e ar condicionado. Quadra de esportes descoberta. Alimentação escolar para os alunos servidas de acordo com um cardápio planejado por uma nutricionista. Cozinha equipada com dois fogões industriais; dois frises; uma geladeira, panelas adequadas para o preparo de alimento em grande quantidade, liquidificador industrial, ventilador, colheres e facas para corte e cozimento de alimentos, utensílios para servi as merendas dos alunos tais como copos e pratos de plástico e talheres de alumínio, armário para armazenamento desses utensílios; Biblioteca equipada com cinco estantes, livros paradidáticos, clássicos nacionais e mundiais, mesa, oito cadeiras, 2 ventiladores. 2 Banheiro executivos masculino e feminino. Banheiro para funcionários. Banheiro adequado à alunos com deficiência ou mobilidade reduzida. Dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida. Pátio coberto. Bebedouro coletivo para uso dos alunos.

3.2 Os sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram 32 alunos divididos em duas turmas de 3º ano do ensino médio integrado ao técnico do turno da tarde, sendo eles, 10 alunos no 3º ano do ensino médio integrado ao técnico em informática e 22 do 3º ano do ensino médio integrado ao técnico em administração. Onde a utilização da placa Arduino visou uma melhor assimilação do conteúdo por parte dos alunos. Sendo o tempo da pesquisa de 9 aulas de 45 minutos cada. O mecanismo de obtenção de dados foi quatro questionários.

3.3 Descrição dos procedimentos

A proposta utilizada foi a de construir uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), onde a mesma é uma Sequência Didática fundamentada em

Teorias de Aprendizagem, particularmente a da Aprendizagem Significativa, onde segundo Moreira segue os seguintes passos para sua construção:

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;

2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;

3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à

primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; 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, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Os passos seguidos para a construção da UEPS na escola Zulmira Xavier foram os seguintes:

1. Delimitação do tema a ser abordado na construção da UEPS, onde o tema foi o estudo de capacitores e um circuito elétrico RC (resistor-capacitor);

2. Foram mostradas imagens de aparelhos eletroeletrônicos cujo componente eletrônico capacitor possui papel fundamental. Os alunos foram incentivados a fazer associações entre os vários elementos mostrados na exposição. Essa atividade levou 1(uma) aula para ser executada. As fotos dessa etapa estão no Apêndice E.

3. Questionário da UEPS

Aplicação do início da UEPS

a) O que é um capacitor?

b) Qual é a função do capacitor?

c) Você já usou algum dispositivo capacitivo? Qual ou quais?

d) O tempo de carga de um capacitor é maior? É menor? Ou igual ao tempo de carga do mesmo capacitor?

A atividade levou 1(uma) aula.

4. Aprofundando conhecimentos:

Nesse momento foram desenvolvidas aulas expositivas utilizando o Datashow, o quadro branco e o pincel, dos seguintes conteúdos:

Definição de capacitor e sua função;

Associação de capacitores, energia armazenada, carga e descarga de capacitor.

Após a exposição dos conteúdos citados foi proposto a resolução de alguns exercícios.

Este momento levou 3(três) aulas.

5. Apresentação de novos conhecimentos:

Para o aprimoramento do conhecimento foi utilizado um vídeo explicativo, bem como a apresentação de experimento do tempo de carga e descarga de um capacitor usando o Arduino e o software GNUPLOT para plotar gráfico (análise gráfica). Após a aplicação do vídeo e demonstração do experimento, os alunos foram divididos em duplas para discussão dos resultados apresentados no gráfico (diferença de potencial versus tempo).

A atividade ocupou 2(duas) aulas.

6. Avaliação individual:

Foi realizada uma avaliação individual através de questões abertas envolvendo os conceitos apresentados anteriormente, bem como retornar as situações problema iniciais.

A atividade foi desenvolvida em 1(uma) aula.

7. Aula final e avaliação da UEPS:

Comentário na sala de aula das questões propostas na avaliação final.

A atividade contou com 1(uma) aula.

8. Avaliação da UEPS:

Análise qualitativa, por parte do professor, após comparar as respostas dadas pelos alunos nos questionários aplicados na situação-problema inicial e na avaliação final.

3.3.1 Geração de gráficos usando o programa Gnuplot

Gnuplot é um programa de livre acesso destinado a construir gráficos. O mesmo pode ser baixado através de: <http://www.gnuplot.info/>. Um tutorial que explora algumas de suas principais funções está disponível em: <http://fiscomp.if.ufrgs.br/index.php/Gnuplot>.

Nesse trabalho utilizou-se o programa Gnuplot que é disponível para diversos sistemas operacionais (Linux, Windows, e outros). Dentre as vantagens de sua utilização podemos citar a portabilidade e a facilidade de manuseio. O mesmo é utilizado através de linhas de comando ou elaborando um script, que contém todas as instruções a serem executadas.

A ideia é obter dados experimentais do circuito elétrico RC e salvá-los em um arquivo de texto para posteriormente plotarmos esses dados experimentais utilizando o programa Gnuplot.

Capítulo 4

Resultados e Discussão

4.1 Situações problema iniciais

O primeiro questionário foi aplicado após a aula introdutória, fazendo um apanhado geral do conteúdo, mostrando através de imagens os aparelhos eletroeletrônicos que são utilizados pelos alunos no seu cotidiano. Essas imagens servem como organizadores prévios para introdução do conteúdo. O questionário foi composto por 04 perguntas, como: o que é um capacitor, qual a função de um capacitor, se os alunos já usaram um dispositivo capacitivo, e em relação ao tempo de carga e descarga de um capacitor.

O gráfico 4.1 faz relação à pergunta sobre o que é um capacitor:

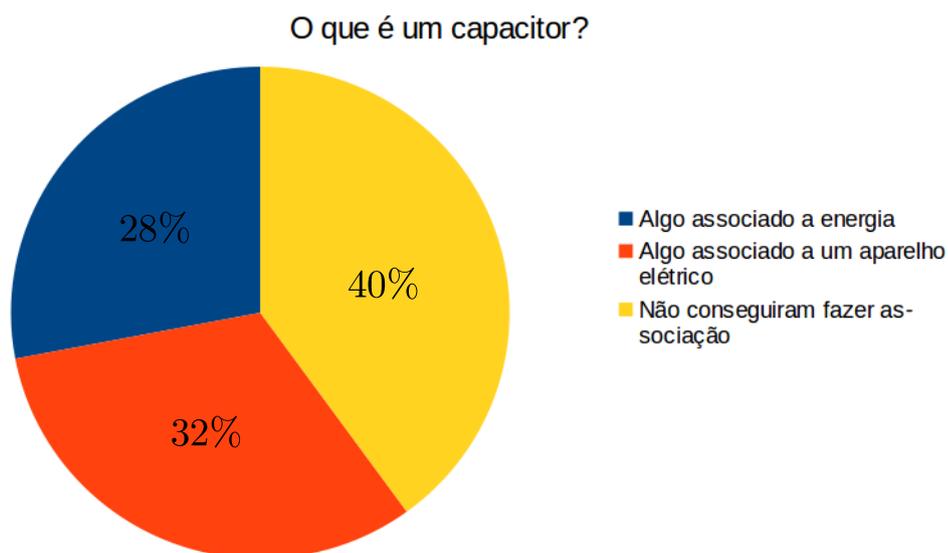


Gráfico 4.1: O que é um capacitor?

Em relação ao que os alunos entendem por capacitor, 28% deles disseram

respostas sobre algo associado a energia, 32% deles disseram respostas sobre algo associado a um aparelho elétrico, e 40% deles não conseguiram fazer associação alguma.

O gráfico 4.2 faz relação à pergunta sobre qual é a função de um capacitor:

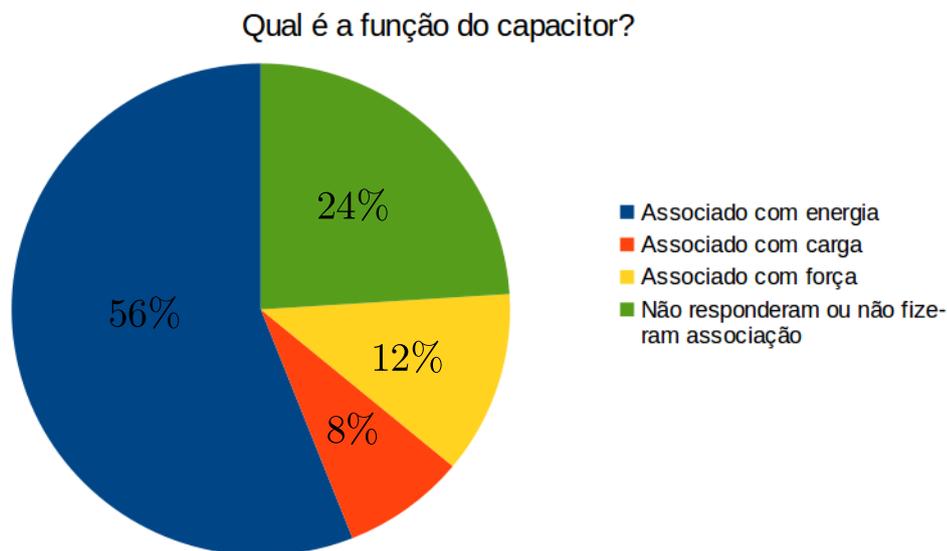


Gráfico 4.2: Qual é a função de um capacitor?

Em relação ao que os alunos entendem por ser a função de um capacitor, 64% deles disseram respostas sobre algo associado com energia, 8% deles disseram respostas sobre algo associado com carga, 12% deles disseram respostas sobre algo associado com força, e 24% deles não responderam ou não fizeram associação.

O gráfico 4.3 faz relação à pergunta sobre os alunos já terem usado algum dispositivo capacitivo:

Em relação aos alunos já terem usado algum dispositivo capacitivo, todos responderam sim, mas alguns dos que responderam sim, citaram exemplos errados, 84% deles disseram sim e citaram exemplos corretos, já 16% deles responderam sim e citaram exemplos errados.

O gráfico 4.4 faz relação à pergunta sobre o tempo de carga de um capacitor ser maior, menor ou igual ao de descarga:

Em relação ao tempo de carga de um capacitor ser maior, menor ou igual ao de descarga, 12% dos alunos não souberam responder, 32% deles disseram que o tempo de carga do capacitor é maior que o tempo de descarga, 44% deles disseram que o tempo de carga do capacitor é menor que o de descarga, e 12% dos alunos disseram que o tempo de carga de um capacitor é igual ao tempo de descarga.

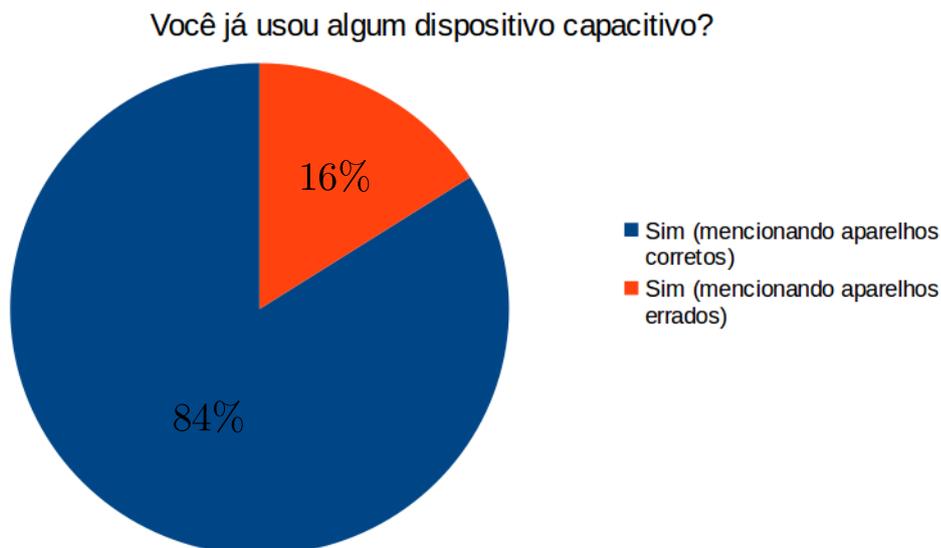


Gráfico 4.3: Você já usou algum dispositivo capacitivo?

O tempo de carga de um capacitor é maior, menor ou igual ao de descarga?

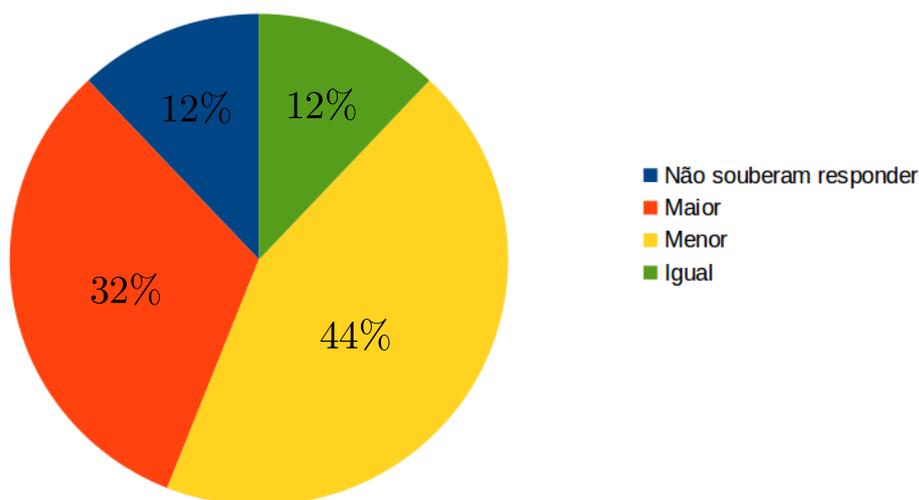


Gráfico 4.4: O tempo de carga de um capacitor é maior, menor ou igual ao de descarga?

4.2 Apresentação de novos conhecimentos

Na nova etapa da UEPS foi aplicado um questionário do experimento desenvolvido na UEPS, onde o mesmo era composto por cinco questões, estas eram semelhantes às questões aplicadas no primeiro questionário, com um nível mais elevado de complexidade, trabalhando o conteúdo abordado mais especificamente. A questão 1 abordava o tempo de carga e de descarga do capacitor, a questão 2 abordava a influência da resistência elétrica do potenciômetro no tempo de carga e de descarga do capacitor, a questão 3 abordava a função básica de um capacitor, a questão 4 abordava como a carga elétrica é armazenada no interior do capacitor, e a questão 5 abordava o efeito existente na dissipação de energia

no resistor.

O gráfico 4.5 é referente à questão 1:

Avaliação somativa do experimento desenvolvido na UEPS – Questão 1

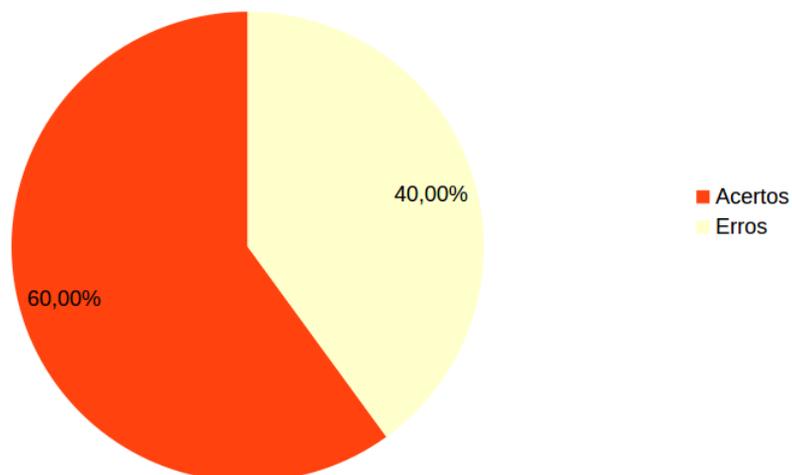


Gráfico 4.5: Questão 1.

Em relação à questão 1 que abordava o tempo de carga e de descarga do capacitor, a maioria dos alunos responderam de forma correta, foram 60% de acertos, e apenas 40% de erros, pode-se perceber uma relativa melhora após a utilização do experimento na UEPS.

O gráfico 5.7 é referente à questão 2:

Avaliação somativa do experimento desenvolvido na UEPS – Questão 2

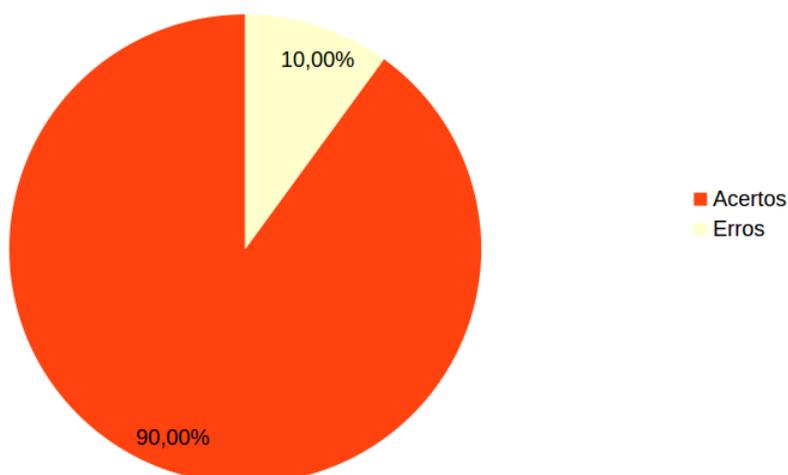


Gráfico 4.6: Questão 2.

Em relação à questão 2 que abordava a influência da resistência elétrica do potenciômetro no tempo de carga e de descarga do capacitor, quase todos os alunos res-

ponderaram de forma correta, foram 90% de acertos, e apenas 10% de erros, demonstrando a importância da utilização do experimento na UEPS.

Em relação à questão 3 que abordava a função básica de um capacitor, todos os alunos responderam de forma correta, foram 100% de acertos, e 0% de erros, com isso percebemos como a UESP pode ajudar no processo de ensino aprendizagem.

O gráfico 4.7 é referente à questão 4:

Avaliação somativa do experimento desenvolvido na UEPS – Questão 4

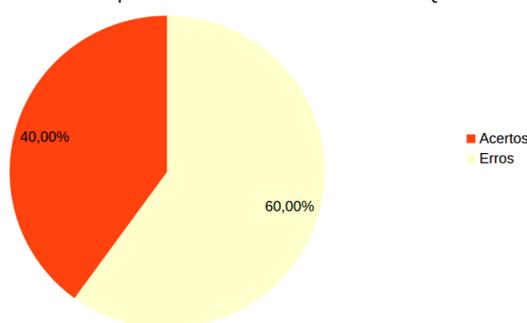


Gráfico 4.7: Questão 4.

Em relação à questão 4 que abordava como a carga elétrica é armazenada no interior do capacitor, a maioria dos alunos responderam de forma correta, foram 60% de acertos, e 40% de erros.

O gráfico 4.8 é referente à questão 5:

Avaliação somativa do experimento desenvolvido na UEPS – Questão 5

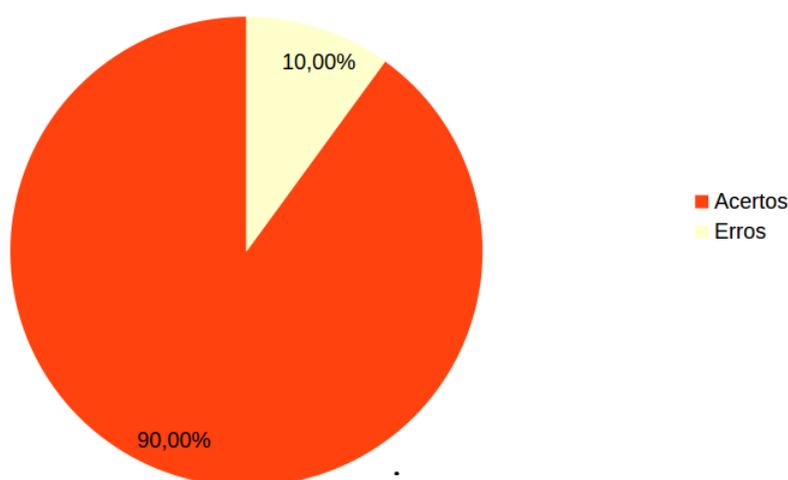


Gráfico 4.8: Questão 5.

Em relação à questão 5 que abordava o efeito existente na dissipação de energia no resistor, quase todos os alunos responderam de forma correta, foram 90% de acertos,

e apenas 10% de erros, demonstrando a potencialidade da UEPS com a utilização de experimentos.

4.3 Avaliação Individual

Nessa etapa da UEPS foi aplicada uma avaliação somativa dos conteúdos desenvolvidos na UEPS, como capacitores, associação de capacitores, resistores, associação de resistores, energia armazenada no capacitor, gráfico mostrando V (potencial) versus T (tempo) e Q (carga armazenada) versus T (tempo), fazendo uma análise qualitativa, o questionário era composto por cinco questões que abordaram todo o conteúdo desenvolvido anteriormente.

O gráfico 4.9 é referente à questão 1:

Avaliação somativa do conteúdo desenvolvido na UEPS – Questão 1

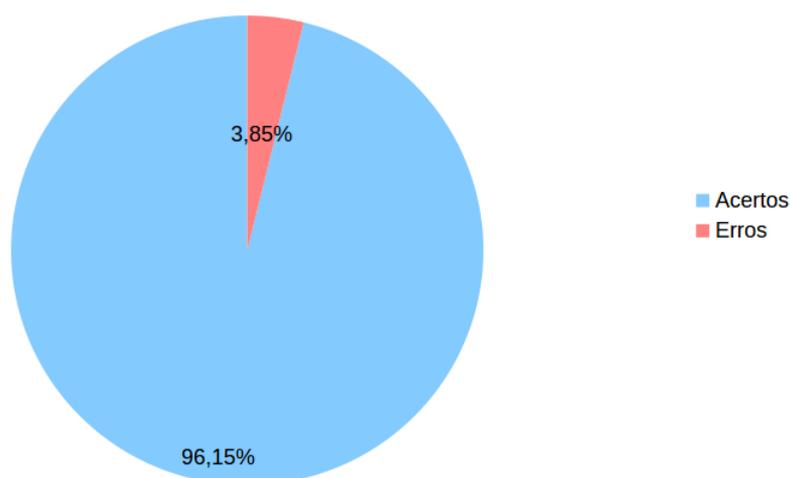


Gráfico 4.9: Questão 1.

Em relação à questão 1, quase todos os alunos responderam de forma correta, foram 96,15% de acertos, e apenas 3,85% de erros, demonstrando a potencialidade da UEPS.

O gráfico 4.10 é referente à questão 2:

Em relação à questão 2, quase todos os alunos responderam de forma correta, foram 84,62% de acertos, e apenas 15,38% de erros.

O gráfico 4.11 é referente à questão 3:

Em relação à questão 3, quase todos os alunos responderam de forma correta, foram 88,46% de acertos, e apenas 11,54% de erros.

Avaliação somativa do conteúdo desenvolvido na UEPS – Questão 2

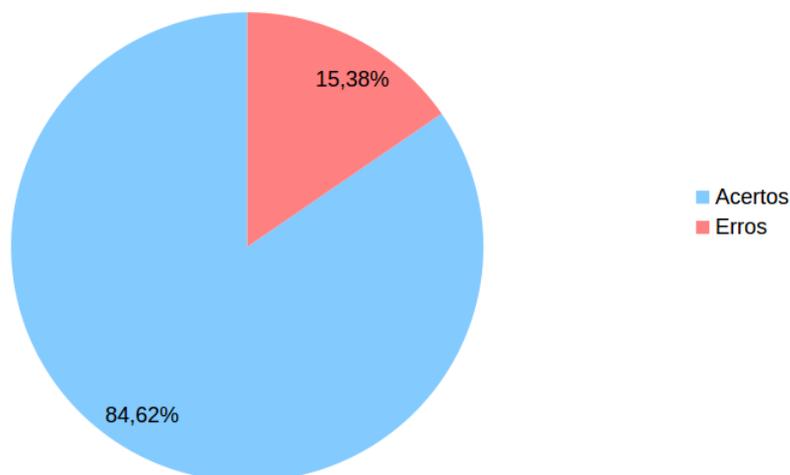


Gráfico 4.10: Questão 2.

Avaliação somativa do conteúdo desenvolvido na UEPS – Questão 3

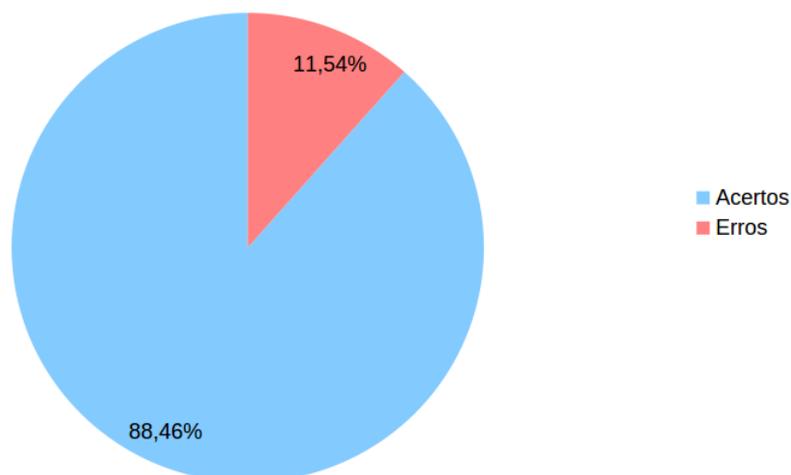


Gráfico 4.11: Questão 3.

O gráfico 4.12 é referente à questão 4:

Em relação à questão 4, muitos alunos responderam de forma correta, foram 69,23% de acertos, e apenas 30,77% de erros.

O gráfico 4.13 é referente à questão 5:

Em relação à questão 5, a maioria dos alunos responderam de forma correta, foram 84,62% de acertos, e apenas 15,38% de erros, demonstrando a potencialidade da UEPS.

Avaliação somativa do conteúdo desenvolvido na UEPS – Questão 4

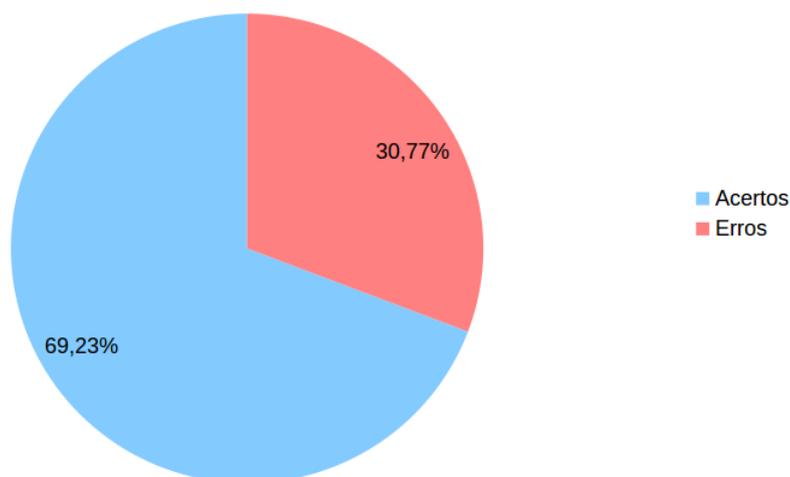


Gráfico 4.12: Questão 4.

Avaliação somativa do conteúdo desenvolvido na UEPS – Questão 5

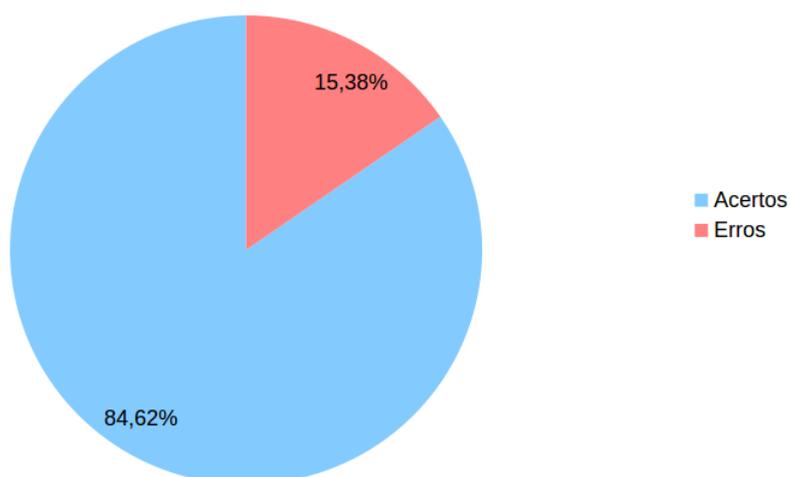


Gráfico 4.13: Questão 5.

4.4 Avaliação da UEPS

Na última etapa da UEPS foi aplicada uma avaliação da mesma, onde essa avaliação questionava os alunos a respeito da influência da UEPS no processo de ensino aprendizagem, composta por cinco questões que perguntavam sobre a utilização de experimentos durante a aula, sobre a compreensão dos conteúdos abordados, se foram compreendidos com mais facilidade pelos alunos a partir da utilização da UEPS, e se os mesmos acharam os conteúdos abordados fáceis ou difíceis. A partir das respostas dos alunos podemos perceber se a utilização da UEPS melhorou ou não a compreensão dos alunos acerca dos conteúdos estudados.

O gráfico 4.14 é referente à questão 1:

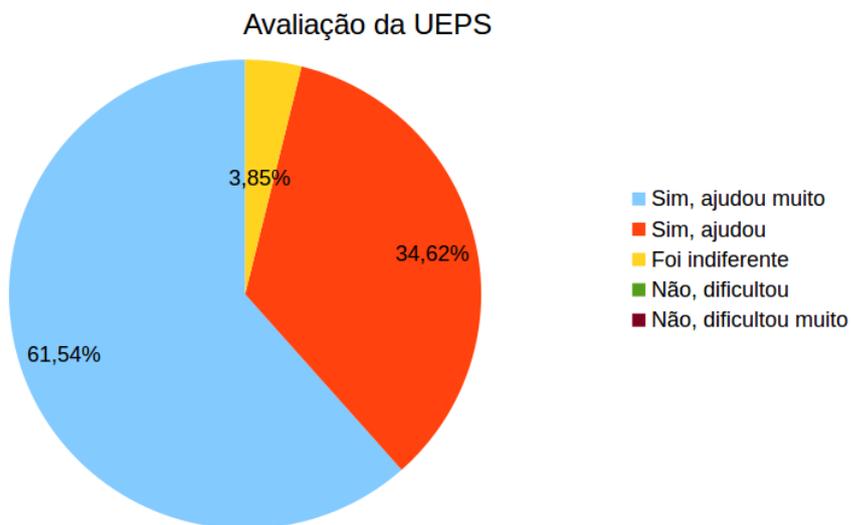


Gráfico 4.14: Questão 1.

A questão 1 perguntava se os alunos achavam que a utilização da placa Arduino juntamente com todo o aparato experimental apresentado ajudou na compreensão dos conceitos abordados durante as aulas sobre capacitores, a maioria dos alunos responderam que sim, ajudou muito, foram 61,54%, já 34,62% dos alunos responderam que sim, ajudou, e 3,85% dos alunos acharam indiferente.

O gráfico 4.15 é referente à questão 2.1:



Gráfico 4.15: Questão 2.1.

A questão 2.1 perguntava se os alunos acharam fácil (F) ou difícil (D) o conteúdo de Associação de capacitores em série, a maioria dos alunos responderam que

acharam fácil, 69,23%, já 30,77% dos alunos responderam que acharam difícil.

O gráfico 4.16 é referente à questão 2.2:

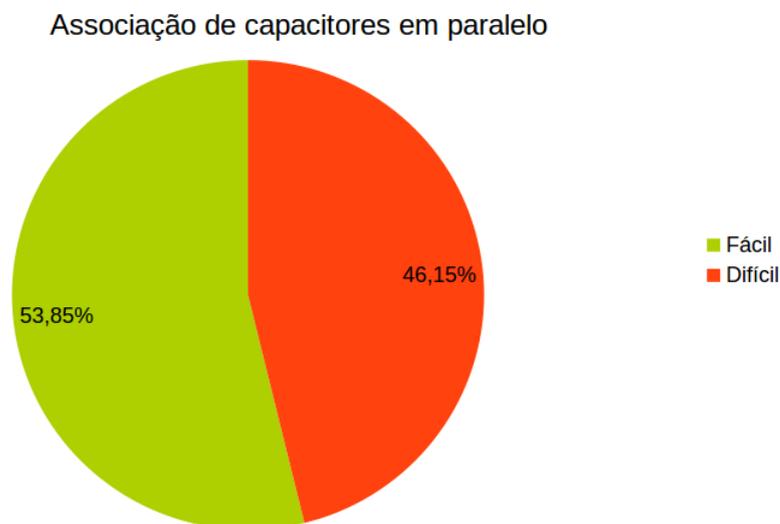


Gráfico 4.16: Questão 2.2.

A questão 2.2 perguntava se os alunos acharam fácil (F) ou difícil (D) o conteúdo de Associação de capacitores em paralelo, a maioria dos alunos responderam que acharam fácil, 53,85%, já 46,15% dos alunos responderam que acharam difícil.

O gráfico 4.17 é referente à questão 2.3:

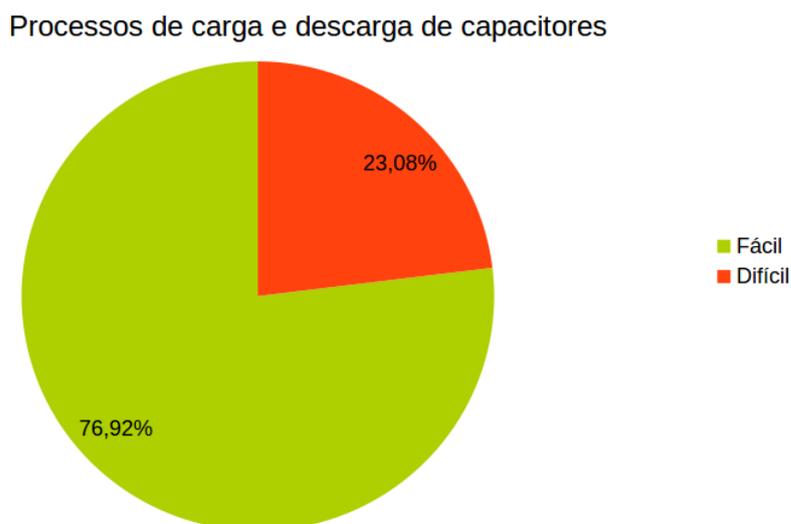


Gráfico 4.17: Questão 2.3.

A questão 2.3 perguntava se os alunos acharam fácil (F) ou difícil (D) o conteúdo de Processos de carga e descarga de capacitores, a maioria dos alunos responderam que acharam fácil, 76,92%, já 23,08% dos alunos responderam que acharam

difícil.

O gráfico 4.18 é referente à questão 2.4:

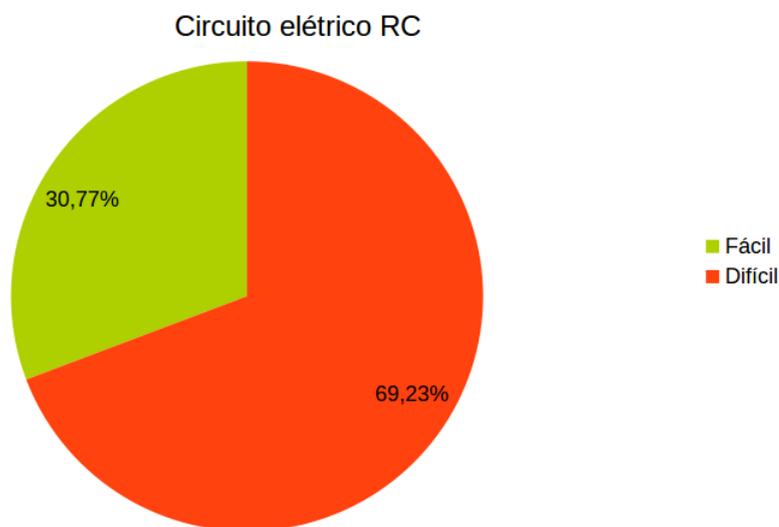


Gráfico 4.18: Questão 2.4.

A questão 2.4 perguntava se os alunos acharam fácil (F) ou difícil (D) o conteúdo de Circuito elétrico RC, a maioria dos alunos responderam que acharam difícil, 69,23%, já 30,77% dos alunos responderam que acharam fácil.

O gráfico 4.19 é referente à questão 2.5:

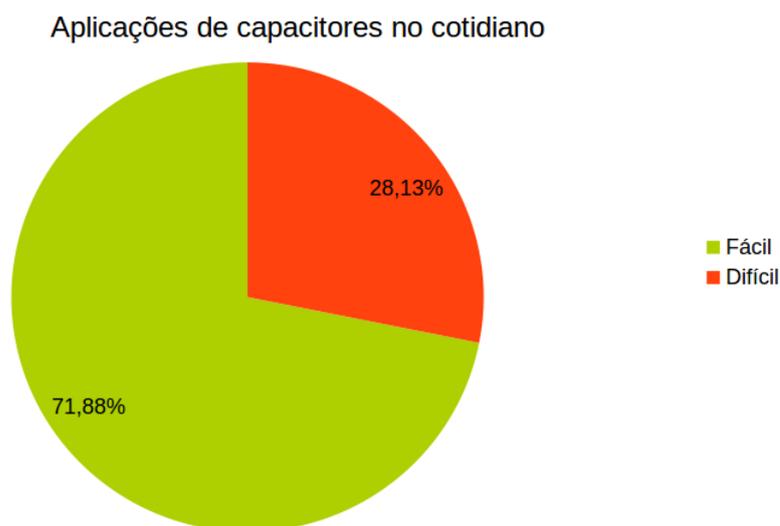


Gráfico 4.19: Questão 2.5.

A questão 2.5 perguntava se os alunos acharam fácil (F) ou difícil (D) as aplicações de capacitores no cotidiano, a maioria dos alunos responderam que acharam fácil, 71,88%, já 28,13% dos alunos responderam que acharam difícil.

O gráfico 4.20 é referente à questão 3:

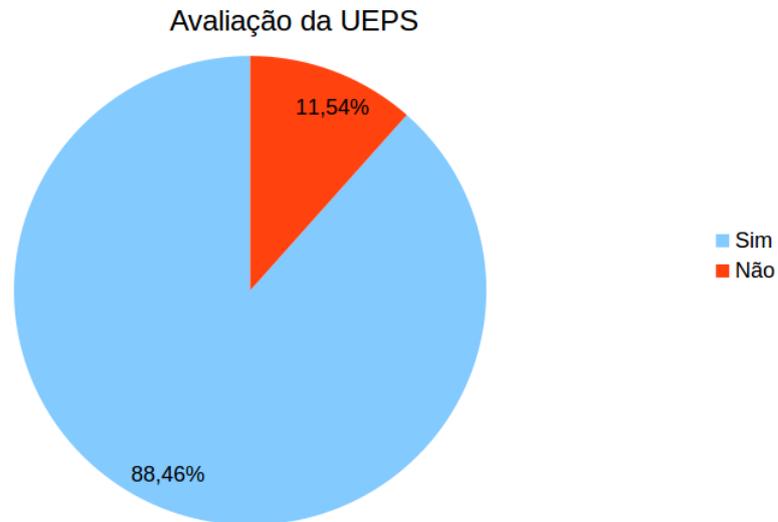


Gráfico 4.20: Questão 3.

A questão 3 perguntava se os alunos acharam os conteúdos estudados durante a aplicação da UEPS importantes para a sua formação acadêmica e para a sua vida, a maioria dos alunos responderam que acharam sim, 88,46%, já 11,54% dos alunos responderam que não acharam importantes.

O gráfico 4.21 é referente à questão 4:

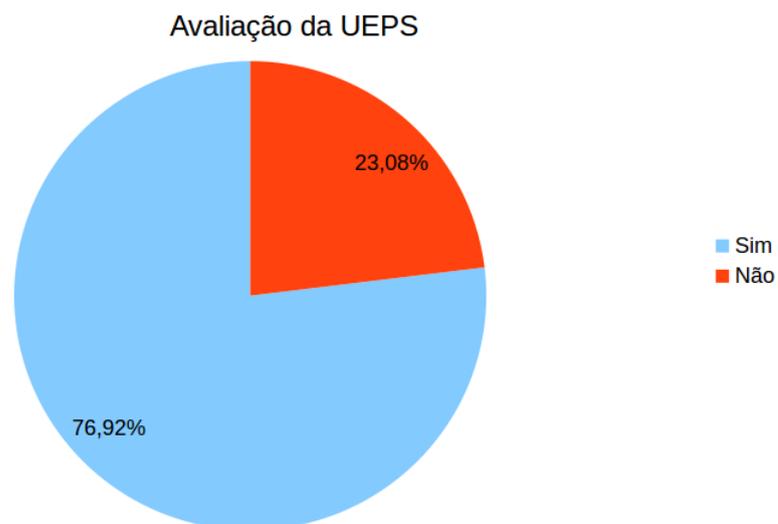


Gráfico 4.21: Questão 4.

A questão 4 perguntava se os alunos gostariam de aprofundar os estudos sobre capacitores ou mesmo sobre circuitos elétricos, a maioria dos alunos responderam que gostariam, 76,92%, já 23,08% dos alunos responderam que não gostariam.

O gráfico 4.22 é referente à questão 5:

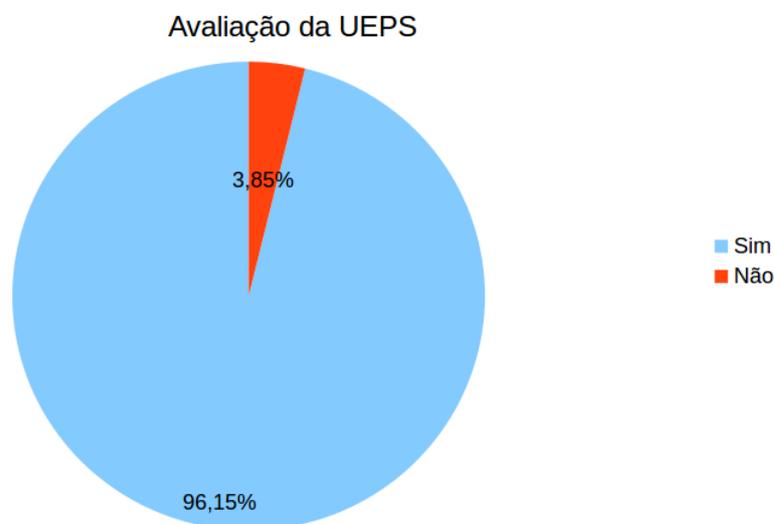


Gráfico 4.22: Questão 5.

A questão 5 perguntava se os alunos acham que a utilização de experimentos na aula da disciplina Física facilita o processo de ensino aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, agradável e significativo, quase todos os alunos responderam que sim, 96,15%, já 3,85% dos alunos responderam que não.

A partir da análise dos gráficos, podemos verificar uma melhoria significativa na compreensão dos alunos à respeito dos conteúdos abordados, os resultados mostram que houve uma diferença estatisticamente significativa no desempenho dos alunos, em comparação ao pré-teste inicial, nos levando a concluir que as atividades desenvolvidas podem auxiliar os alunos a superar as dificuldades de aprendizagem sobre conceitos físicos usualmente enfrentadas na aprendizagem de circuitos elétricos. Cabe ressaltar que o procedimento didático adotado exigiu muita interação dos alunos com as atividades, dos alunos entre si e com o professor, tornando-se um elemento motivador na aprendizagem dos alunos, conforme indicam os passos adotados para construção e execução da UEPS.

4.5 Discussão dos resultados em relação as teorias

Com a intenção de contribuir para melhora o processo de ensino aprendizagem, pelo menos em parte, foi proposto neste trabalho a construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. São sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa

aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.

De acordo com os resultados obtidos na pesquisa percebe-se que foi bastante positiva a contribuição da UEPS no processo de ensino aprendizagem desses educandos.

Podemos perceber que de acordo com os teóricos listados abaixo, os objetivos foram alcançados e os alunos conseguiram compreender os conteúdos ensinados durante a construção e aplicação da UEPS.

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

Capítulo 5

Considerações Finais

Com a intenção de sanar, pelo menos em parte, as dificuldades encontradas pelos professores de Física do ensino médio, foi proposto neste trabalho a construir e executar uma UEPS, que são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.

Na vida docente percebe-se o quão importante é o papel do professor frente às diferentes realidades de alunos. Isso me motiva a seguir sempre estudando e buscando novos recursos metodológicos para abranger o maior número de alunos, pois como sabemos não existe apenas uma forma de ensinar. Através da construção e execução da UEPS, percebi que com estratégias de ensino diferenciadas, com experimentos, vídeos que foram utilizadas como ferramentas pedagógicas capazes de evidenciar e promover aprendizagem significativa dos alunos. Destaco na construção e execução da UEPS, a presença dos recursos audiovisuais que tornaram as aulas mais atrativas e interessantes. Enquanto educador acredito que a reflexão faz-se necessário para compreender que ensinar é aprender ao mesmo tempo. Para isso, Freire (2011) nos diz que os espaços de transformação da/na realidade se conquistam no momento em que exista a tomada da consciência da realidade em que estamos inseridos e percebemos sua capacidade para transformar.

Após a execução da proposta pedagógica da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa(UEPS) percebeu-se a evolução conceitual dos estudantes, pois foi possível observar que alguns objetivos da atividade foram alcançados, como por exemplo, logo no primeiro momento quando foi mostrado figuras de aparelhos eletroeletrônicos em que o capacitor é um dos componentes principais como no marca-passo, flash de máquinas fo-

tográficas e desfibriladores, um aluno indagou que pela simples visualização dos aparelhos dificilmente esqueceria o conteúdo ali abordado, e isso pode ser indícios de que a aprendizagem está sendo potencialmente significativa, bem como observamos, que comparando o primeiro questionário (situações problemas) dos conhecimentos prévios com os aplicados ao longo da execução da UEPS, houve um aumento considerável dos acertos, com isso pode-se concluir que a Sequência Didática bem como o circuito elétrico RC elaborados, ambos contribuíram de forma positiva para a evolução dos conhecimentos.

Referências

- [1] AUSUBEL, D.P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning. New York, Grune and Stratton.
- [2] AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1980). Psicologia educacional. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.
- [3] MOREIRA, M.A. e MASINI, E.A.F.S. (1982). Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo, Editora Moraes.
- [4] REGO, T. C. 2002. Vygotsky: uma perspectiva Histórico-Cultural da Educação. Rio de Janeiro, Vozes, 2002.
- [5] OLIVEIRA, Marta Kohl de, Vygotsky. Aprendizado e desenvolvimento: um processo Sócio-histórico. São Paulo: editora Scipione, 1995.
- [6] SILVEIRA, S. e GIRARDI, M. Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 4, e4502 (2017).
- [7] CORDOVA, H. e TORT, A. C. Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 2, e2308 (2016).
- [8] CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. e MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4503 (2011).
- [9] DE SOUZA, A. R. et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1702 (2011).
- [10] Arduino - <http://arduino.cc/>.
- [11] Cavalcante, M.A. Tavolaro, C.R.C. e Guimarães, D. Física na Escola 7(2), 73 (2006).
- [12] Cavalcante, M.A. Bonizzia A.E. e Gomes, L.C.P. Revista Brasileira de Ensino de Física 31, 4501 (2009).
- [13] NOVAK, J. D. Uma teoria de educação. São Paulo: Editora Pioneira, 1981.
- [14] Dionísio, G. e Magno, W.C. Revista Brasileira de Ensino de Física 29, 287

(2007).

[15] MCROBERTS, M. Arduino Básico, São Paulo, Novatec, 2011.

[16] MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

[17] MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Teorias construtivistas. Textos de Apoio ao Professor de Física. Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 1999, n. 10. ISSN 1807-2763.

[18] Pelizzari, A. Kriegl, M. de L. Baron, M. P. Finck, N. T. L. Dorocinski, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.39-42. 2002. Disponível em: <http://www.bomjesus.com.br>. Acesso em: 10 out 2015.

[19] Santos, G. H.; Alves, L. e Moret, M. A. Modellus: Animação Interativas mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. Revista Científica da escola de administração do exército, v. 2, p. 88-108, 2006. Disponível em: < <http://cienciamao.usp.br>. Acesso em: 12 out 2015.

[20] G. Dionísio e W.C. Magno Revista Brasileira de Ensino de Física 29, 287 (2007).

[21] DIONISIO, G. A.; SPALDING, L. E. S. Visualização da forma de onda e conteúdo harmônico da corrente elétrica alternada em eletrodomésticos. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 1, e1501 (2017).

[22] YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., FÍSICA IV - ÓTICA E FÍSICA MODERNA, 12a ed. São Paulo, Addison Wesley, 2008;

Anexo

Código usado no experimento. O mesmo foi retirado do artigo publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física: *Física com Arduino para iniciantes*.

```
int pinocapacitor = 0; //pino que está ligado o capacitor (porta analogica 0)
int valorLido = 0; //valor lido na entrada analogica
float tensaocapacitor = 0; //tensaocapacitor valor convertido para volts
unsigned long time;
void setup()
Serial.begin(9600); //Inicializa comunicação Serial numa taxa de 9600 bps

void loop()
time = millis(); // base de tempo para a coleta
valorLido = analogRead(pinocapacitor);
// leitura da porta analiogica em que o capacitor está conectado
tensaocapacitor = (valorLido * 0.0048876); // 5V / 1023 = 0.0048876 (precisão do A/D)
Serial.println(tensaocapacitor); //imprime o valor da tensão do capacitor em linha
Serial.print(time); // imprime o tempo em linha
Serial.print("√"); // imprime o tempo em tabela
delay(100); //espera 100 milisegundos para fazer nova leitura
```

Apêndice A

Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Natureza
Departamento de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Questionário de conhecimentos prévios

Escola em que a UEPS foi aplicada: Centro Estadual de Educação Profissional Zulmira Xavier

SITUAÇÕES PROBLEMA INICIAIS:

- A) O que é um capacitor?
- B) Qual é a função do capacitor?
- C) Você já usou algum dispositivo capacitivo? Qual ou quais?
- D) O tempo de carga de um capacitor é maior? É menor? Ou igual ao tempo de carga do mesmo capacitor?

A atividade levará 1(uma) aula.

Apêndice B

Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Natureza
Departamento de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Questionário da UEPS

Escola em que a UEPS foi aplicada: Centro Estadual de Educação Profissional Zulmira Xavier

Questão 1: Qual das afirmativas a seguir é a correta?

- O tempo de carregamento e descarregamento do capacitor são iguais;
- O tempo de carregamento e descarregamento do capacitor são diferentes;
- Os tempos de carregamento e descarregamento do capacitor só serão iguais se o mesmo for eletrolítico;
- Nada se pode afirmar sobre os tempos de carregamento e descarregamento do capacitor;

Questão 2: Você acha que a resistência elétrica do potenciômetro influencia no tempo de carregamento ou descarregamento do capacitor?

- Sim;
- Não;
- Não é possível concluir nada a respeito disso a partir do experimento realizado.

Questão 3: Qual é a função básica de um capacitor?

- Armazenar carga elétrica;
- Armazenar carga magnética;
- Armazenar força elétrica;
- Armazenar luz através do campo elétrico entre suas placas.

Questão 4: Como a energia elétrica é armazenada no interior do capacitor?

- Através do campo elétrico;
- Através do campo magnético;
- Através da corrente elétrica;
- Através dos elétrons que movimentam-se no interior do capacitor.

Questão 5: Qual é o nome do efeito responsável pela dissipação de energia no resistor?

- Efeito magnético;
- Efeito Joule;
- Efeito químico;
- Efeito fisiológico.

Apêndice C

Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Natureza
Departamento de Física

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Questionário pós-aplicação da UEPS

Escola em que a UEPS foi aplicada: Centro Estadual de Educação Profissional Zulmira Xavier

1. (Enem 2ª aplicação 2016) Um cosmonauta russo estava a bordo da estação espacial MIR quando um de seus rádios de comunicação quebrou. Ele constatou que dois capacitores do rádio de $3 \mu\text{F}$ e $7 \mu\text{F}$ ligados em série

estavam queimados. Em função da disponibilidade, foi preciso substituir os capacitores defeituosos por um único capacitor que cumpria a mesma função.

Qual foi a capacitância, medida em μF , do capacitor utilizado pelo cosmonauta?

- a) 0,10
- b) 0,50
- c) 2,1
- d) 10
- e) 21

2. (Enem 2ª aplicação 2010) Atualmente, existem inúmeras opções de celulares com telas sensíveis ao toque (*touchscreen*). Para decidir qual escolher, é bom conhecer as diferenças entre os principais tipos de telas sensíveis ao toque existentes no mercado. Existem dois sistemas básicos usados para reconhecer o toque de uma pessoa:

- O primeiro sistema consiste de um painel de vidro normal, recoberto por duas camadas afastadas por espaçadores. Uma camada resistente a riscos é colocada por cima de todo o conjunto. Uma corrente elétrica passa através das duas camadas enquanto a tela está operacional. Quando um usuário toca a tela, as duas camadas fazem contato exatamente naquele ponto. A mudança no campo elétrico é percebida, e as coordenadas do ponto de contato são calculadas pelo computador.
- No segundo sistema, uma camada que armazena carga elétrica é colocada no painel de vidro do monitor. Quando um usuário toca o monitor com seu dedo, parte da carga elétrica é transferida para o usuário, de modo que a carga na camada que a armazena diminui. Esta redução é medida nos circuitos localizados em cada canto do monitor. Considerando as diferenças

relativas de carga em cada canto, o computador calcula exatamente onde ocorreu o toque.

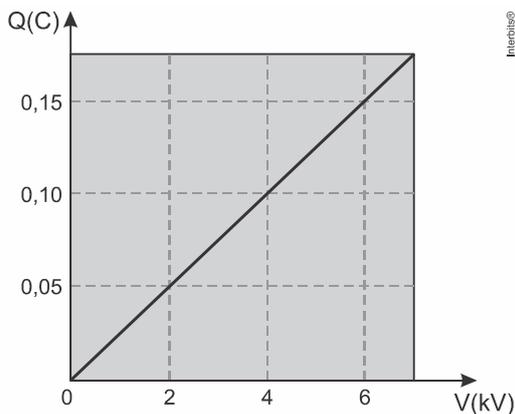
Disponível em: <http://eletronicos.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 18 set. 2010 (adaptado).

O elemento de armazenamento de carga análogo ao exposto no segundo sistema e a aplicação cotidiana correspondente são, respectivamente,

- a) receptores — televisor.
- b) resistores — chuveiro elétrico.
- c) geradores — telefone celular.
- d) fusíveis — caixa de força residencial.
- e) capacitores — *flash* de máquina fotográfica.

3. (Pucpr 2016) Fibrilação ventricular é um processo de contração desordenada do coração que leva à falta de circulação sanguínea no corpo, chamada parada cardiorrespiratória. O desfibrilador cardíaco é um equipamento que aplica um pulso de corrente elétrica através do coração para restabelecer o ritmo cardíaco. O equipamento é basicamente um circuito de carga e descarga de um capacitor (ou banco de capacitores). Dependendo das características da emergência, o médico controla a energia elétrica armazenada no capacitor dentro de uma faixa de 5 a 360 J.

O gráfico dado mostra a curva de carga de um capacitor de um desfibrilador. O equipamento é ajustado para carregar o capacitor através de uma diferença de potencial de 4 kV. Qual o nível de energia acumulada no capacitor que o médico ajustou?



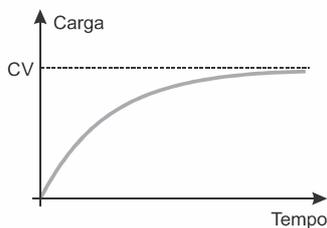
- a) 100 J.
- b) 150 J.
- c) 200 J.
- d) 300 J.
- e) 400 J.

4. (Uema 2016) Uma das aplicações dos capacitores é no circuito eletrônico de um flash de máquina fotográfica. O capacitor acumula carga elétrica por um determinado tempo (alguns segundos) e, quando o botão para tirar a foto é acionado, toda carga acumulada é “despejada” sobre a lâmpada do flash, daí o seu brilho intenso, porém de curta duração.

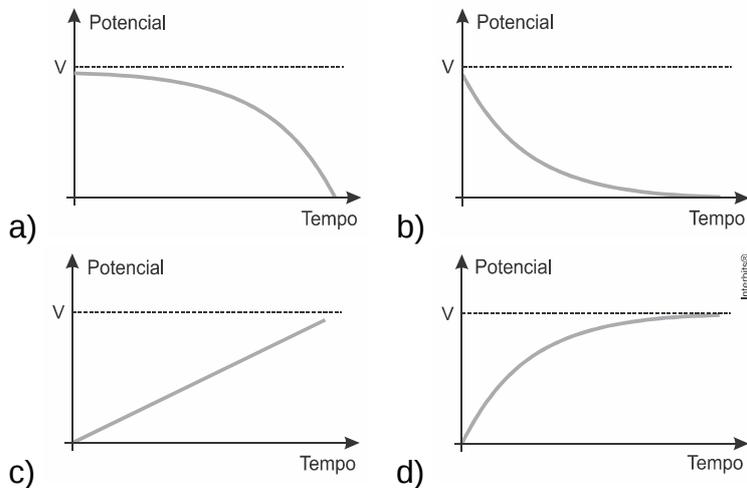
Se nesse circuito houver um capacitor de dados nominais 315 V e $100 \mu\text{F}$, corresponderá a uma carga, em coulomb, máxima, acumulada de

- a) 3,1500.
- b) 0,3175.
- c) 0,3150.
- d) 0,0315.
- e) 3,1750.

5. (Ueg 2015) A quantidade de carga armazenada em um capacitor em função do tempo é dada pelo gráfico a seguir, no qual a letra C representa a capacitância do capacitor e V a diferença de potencial entre as suas placas.



Qual é o gráfico que representa a diferença de potencial no capacitor no processo de carga?



Apêndice D

Universidade Federal do Piauí

Centro de Ciências da Natureza

Departamento de Física

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Questionário pós-aplicação da UEPS

Escola em que a UEPS foi aplicada: Centro Estadual de Educação Profissional Zulmira Xavier

Questão 1: Você acha que a utilização da placa Arduino juntamente com todo o aparato experimental apresentado ajudou na compreensão dos conceitos abordados durante as aulas sobre capacitores?

- Sim, ajudou muito;
- Sim, ajudou;
- Foi indiferente;
- Não, dificultou;
- Não, dificultou muito.

Questão 2: Marque com um F os assuntos que você achou “fáceis” para compreender e com um D os que você achou difíceis para compreender:

- Associação de capacitores em série;
- Associação de capacitores em paralelo;
- Processos de carga e descarga de capacitores;
- Circuito elétrico RC;
- Aplicações de capacitores no cotidiano.

Questão 3: Você acha que os conteúdos estudados durante a aplicação dessa UEPS são importantes para sua formação acadêmica e para sua vida?

- Sim;
- Não.

Questão 4: Você gostaria de aprofundar os estudos sobre capacitores ou mesmo sobre circuitos elétricos?

Sim;

Não.

Questão 5: Você acha que a utilização de experimentos na aula da disciplina Física facilita o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, agradável e significativo?

Sim;

Não.

Apêndice D

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre conceitos de eletrodinâmica: estudo de capacitores e circuito elétrico RC

Prezado professor,

Este material trata-se de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre conceitos de eletrodinâmica: estudo de capacitores e circuito elétrico RC. Este trabalho foi aplicado na 3ª série do Ensino Médio no desenvolvimento dos conceitos de capacitores, associação de capacitores, energia armazenada no capacitor e circuito elétrico RC.

Os tópicos do texto foram elaborados buscando relacionar o novo conteúdo com conhecimentos prévios do aluno. Durante a construção e a elaboração da UEPS, foram realizadas atividades experimentais que mostraram-se grandes aliadas no processo de ensino e aprendizagem, podendo ser substituídas por simulações computacionais em caso da impossibilidade de realização das atividades de laboratório.

A sequência didática foi desenvolvida para a aplicação do material autoral em 9 aulas com duração de 45 minutos. Este número de aulas mostrou-se adequado na realidade trabalhada. Porém, pode ser ajustado de acordo com as condições presentes.

Por fim, espero que este produto educacional seja compartilhado, utilizado e adaptado pelos colegas docentes a fim de promover novas formas de ensinar eletrodinâmica.

0.1 Sobre as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS

As UEPS propõem uma sequência didática que buscam garantir uma aprendizagem significativa. Proposta por Moreira [17], a sequência didática corresponde a um conjunto de passos que o professor irá executar junto ao aluno objetivando uma aprendizagem significativa. Segundo [17], os aspectos sequenciais são:

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;

2. Criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;

3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de

apresentação ou discussão em grande grupo;

5. Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; 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, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

0.2 Produto Educacional

O produto educacional é composto por uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre conceitos de eletrodinâmica: estudo de capacitores e circuito elétrico RC. Foi aplicado na 3ª série do Ensino Médio no desenvolvimento dos conceitos de capacitores, associação de capacitores, energia armazenada no capacitor e circuito elétrico RC.

0.2.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

a) Situação-problema

No primeiro passo delimita-se o tema a ser abordado na construção da UEPS, onde o tema central foi o estudo de um circuito elétrico RC (resistores e capacitores).

No segundo passo (Figura 1) são mostradas imagens de aparelhos eletroeletrônicos cujo componente eletrônico capacitor possui papel fundamental. Os alunos são incentivados a fazer associações entre os vários elementos mostrados na exposição.

Essa atividade leva uma aula para ser executada.



Figura 1: Aula introdutória: foram mostradas para os alunos imagens sobre aparelhos eletroeletrônicos cujo componente eletrônico capacitor possui papel fundamental.

No terceiro passo foi aplicado um pré-teste para a UEPS, com perguntas que relacionavam conteúdos de capacitores, como a sua função, se os alunos já tinham usado algum dispositivo capacitivo e sobre o tempo de carga e descarga do capacitor. Tais questões encontram-se no apêndice da dissertação do autor.

0.2.2 Aprofundando Conhecimentos

Nesse momento (Figura 2) são desenvolvidas aulas expositivas utilizando o projetor, o quadro branco e o pincel, dos seguintes conteúdos:

Definição de capacitor e sua função; Associação de capacitores, energia armazenada, carga e descarga de capacitor;

Após a exposição dos conteúdos citados é proposto a resolução de alguns exercícios.

Esse momento leva três aulas para ser executado.

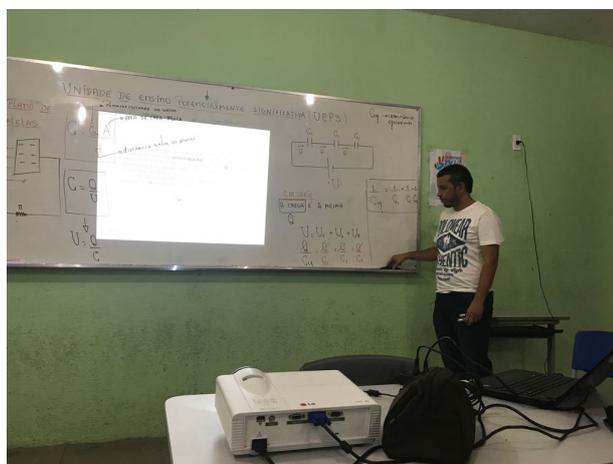


Figura 2: Aula de aprofundamento dos conhecimentos.

0.3 Descrição da aula

Nesta seção faremos uma breve discussão sobre o conteúdo de capacitores, bem como sua aplicação em um circuito elétrico RC. Para uma discussão mais detalhada sobre esse conteúdo consulte a referência [2].

Definição de capacitores

Capacitores são componentes eletrônicos constituídos de duas peças condutoras denominadas armaduras ou placas. Entre elas geralmente existe um material dielétrico, isto é, um material isolante, que pode ser, por exemplo, papel, óleo ou próprio ar. Sua função básica é armazenar cargas elétricas e, conseqüentemente, energia elétrica. Dois tipos de capacitores comerciais estão ilustrados nas Figuras 4 e 5. A figura 3 ilustra um tipo de capacitor, chamado de capacitor eletrolítico, existente no mercado atual de eletrônicos.



Figura 3: Capacitor eletrolítico comercial.



Quando o *flash* desta máquina é disparado, a energia armazenada num capacitor é lançada na lâmpada, durante um intervalo de tempo da ordem de 10^{-2} s.

Figura 4: Flash de uma máquina fotográfica. Fonte: referência [2].

Capacitância

Uma característica bastante importante de um capacitor é a sua capacitância, que é a sua capacidade de armazenar cargas elétricas. Sendo Q a carga do capacitor e U o



Figura 5: Capacitor variável usado para sintonizar uma determinada emissora de rádio. Fonte: referência [2].

módulo da ddp (diferença de potencial) entre suas armaduras, sua capacitância é definida pela seguinte expressão:

$$C = \frac{Q}{U} \quad (1)$$

Tal grandeza física depende apenas de fatores geométricos associados ao capacitor e do tipo de material dielétrico colocado entre suas armaduras. Os três principais tipos de capacitores são: capacitor plano (ou capacitor de placas paralelas), capacitor cilíndrico e capacitor esférico. Em seguida veremos alguns aspectos do capacitor plano.

Energia potencial eletrostática armazenada em um capacitor

Como foi dito, um capacitor armazena cargas elétricas e, como isso, também armazena energia elétrica. A energia potencial eletrostática do capacitor (E_p) é a soma das energias potenciais calculadas em suas armaduras:

$$E_p = \frac{QU}{2} \quad (2)$$

Sendo $Q = CU$, podemos calcular E_p usando as seguintes fórmulas alternativas, mas que no fundo, é claro, dão a mesma resposta:

$$E_p = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{Q^2}{2C} \quad (3)$$

Cálculo da capacitância de um capacitor plano

Na Figura 6 temos um capacitor plano em que A é a área da face de cada placa, d é a distância entre as placas e ϵ é a permissividade do dielétrico. Entre as placas é estabelecido um campo elétrico aproximadamente uniforme (região em que todos os pontos possuem o mesmo campo elétrico). É possível mostrar que a capacitância desse

tipo de capacitor é dada por:

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \quad (4)$$

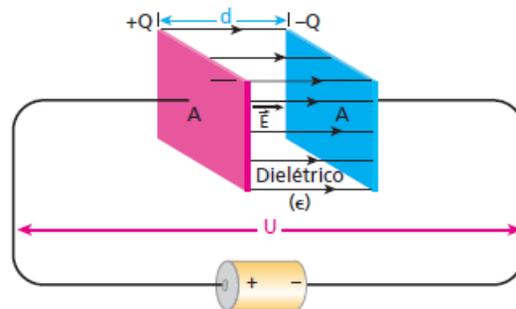


Figura 6: Capacitor plano.

Associação de capacitores

Sabe-se que em circuitos eletrônicos existem muitos capacitores e, em muitos casos, é necessário combinar esses capacitores. Nesse contexto, existem dois principais tipos de combinações: a associação em série e a associação em paralelo.

Associação em série

Dois capacitores estão associados em série quando cada uma das placas de cada capacitor são ligadas entre si por um fio condutor. As outras duas placas (uma de cada capacitor) podem ser ligadas ao resto do circuito em questão. Nesse caso, devido ao princípio de conservação da energia, temos que a soma das ddp's em cada capacitor é igual à ddp da fonte. A ideia da combinação de capacitores é substituir tal combinação por apenas um capacitor que seja eletricamente equivalente aos capacitores individuais. A capacitância equivalente de dois capacitores associados em série C_1 e C_1 pode ser escrita como:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_1} \quad (5)$$

Ou ainda:

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad (6)$$

Para n capacitores associados em série temos:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_1} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (7)$$

Associação em paralelo

Dois capacitores estão associados em paralelo quando as duas placas de cada capacitor são ligadas entre si por fios condutores. Nesse caso, devido ao princípio de

conservação da carga elétrica, temos que a soma das cargas elétricas em cada capacitor é igual à carga elétrica da fonte. A capacitância equivalente de dois capacitores associados em paralelo C_1 e C_1 pode ser escrita como:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 \quad (8)$$

Para n capacitores associados em paralelo temos:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (9)$$

Os processos de carga e descarga de um capacitor em um circuito elétrico RC

O circuito elétrico RC é um circuito elétrico em que estão presentes um resistor, um capacitor e uma fonte de tensão. Vamos analisar o circuito elétrico RC representado na Figura 7.

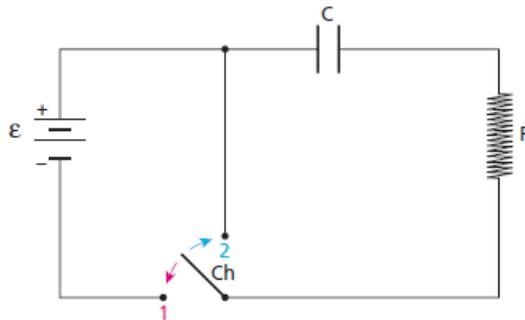


Figura 7: Circuito elétrico RC: contém um resistor, um capacitor e uma fonte de tensão. Fonte: referência [2].

Processo de carga do capacitor

Em um instante adotado como $t = 0$, com o capacitor descarregado, colocamos a chave Ch na posição 1. Com isso, começa o processo de carga do capacitor, realizado por um gerador de resistência interna desprezível.

Bem no início desse processo, elétrons são extraídos de uma armadura do capacitor e introduzidos na outra com extrema facilidade. Nessa situação, o capacitor se comporta como um curto-circuito e temos:

$$Q = 0 \quad (10)$$

E também:

$$i = \frac{\epsilon}{R} \quad (11)$$

À medida que as armaduras vão se eletrizando, porém, a extração e a introdução de elétrons nelas ficam cada vez mais difíceis: a carga Q do capacitor vai aumentando e a intensidade i da corrente no circuito vai diminuindo. Quando i vai ser aproximando de zero, o processo de carga do capacitor está se encerrando: a ddp U no capacitor vai se aproximando de ϵ .

O intervalo de tempo para o capacitor ficar plenamente carregado depende do produto $R.C$, denominado constante de tempo do circuito, que significa o tempo necessário para a carga do capacitor atingir 63% de seu valor final. Portanto, quanto menor for a constante de tempo, menos tempo o capacitor demorará para se carregar plenamente.

Veja, nas Figuras 8 e 9, os gráficos de i e Q em função do tempo t :

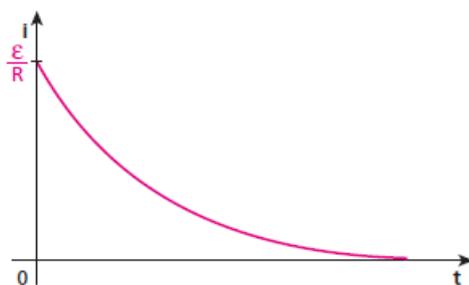


Figura 8: Comportamento da corrente elétrica i em função do tempo t em um circuito elétrico RC no processo de carga.

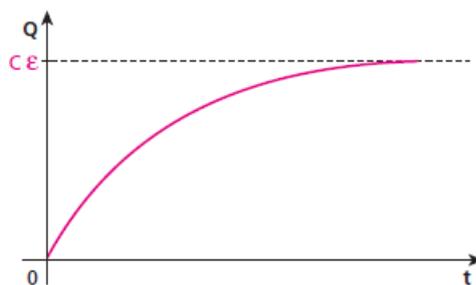


Figura 9: Comportamento da carga elétrica Q em função do tempo t em um circuito elétrico RC no processo de carga.

Processo de descarga do capacitor

Supondo encerrado o processo de carga, vamos passar a chave Ch para a posição 2. Inicia-se, então, em um novo instante $t = 0$, a descarga do capacitor através do resistor. Veja, nas Figuras 10 e 11, os gráficos de i e Q em função do tempo t :

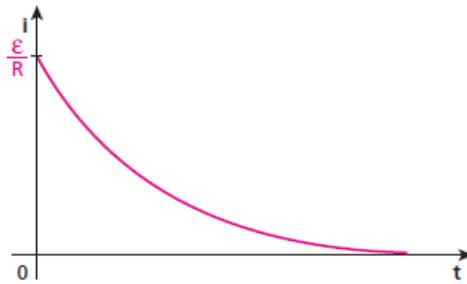


Figura 10: Comportamento da corrente elétrica i em função do tempo t em um circuito elétrico RC no processo de carga.

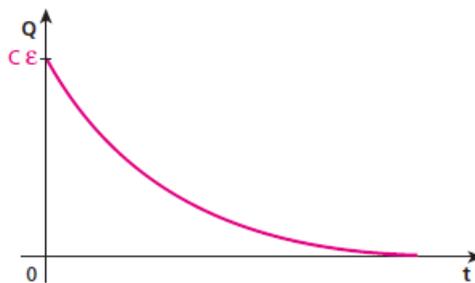


Figura 11: Comportamento da carga elétrica Q em função do tempo t em um circuito elétrico RC no processo de descarga.

0.3.1 Nova situação

Nessa etapa da UEPS, para o aprimoramento do conhecimento é utilizado um vídeo explicativo (o mesmo pode ser acessado pelo link:

<https://www.youtube.com/watch?v=TcBYPAjmTII>)

Também foi feita apresentação do experimento do tempo de carga e descarga de um capacitor usando o Arduino e o software Gnuplot para plotar o gráfico (análise gráfica). Após a aplicação do vídeo e a demonstração do experimento, os alunos são divididos em duplas para discussão dos resultados apresentados no gráfico V_{xt} (ddp versus tempo). Esta atividade ocupa duas aulas.

Montagem do experimento.

O experimento proposto trata-se de uma abordagem para o estudo do circuito elétrico RC utilizando-se a placa Arduino. O papel da placa Arduino aqui é medir valores de ddp em função do tempo e armazenar essas informações para posteriormente serem plotadas utilizando-se o programa Gnuplot. A Figura 12 ilustra o material usado nesse experimento, que consiste em:

- Uma placa Arduino Uno;
- Um potenciômetro de $100\text{ k}\Omega$ ajustado para $1\text{ k}\Omega$;
- Um capacitor de $4700\ \mu\text{F}$;
- Dois interruptores;
- Fios;
- Cabo USB;
- Um computador.

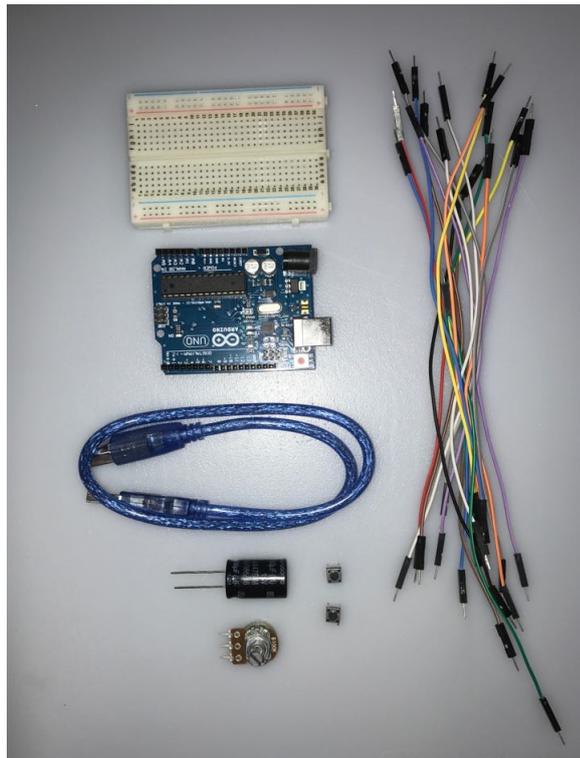


Figura 12: Material necessário para a realização do experimento.

Para fazer a montagem seguimos o circuito elétrico proposto na referência [1]. O circuito em questão é o mostrado na Figura 13:

Após montado o circuito, gera-se os dados de tensão em função do tempo com a placa Arduino e salva-se os valores num arquivo de texto. Em seguida, plota-se os valores obtidos utilizando-se o programa Gnuplot. Os gráficos obtidos estão ilustrados nas Figuras 14 e 15 para os processos de carga e descarga.

Podemos comparar esses gráficos com os mostrados nas Figuras 9 e 11 e concluir que os mesmos estão coerentes.

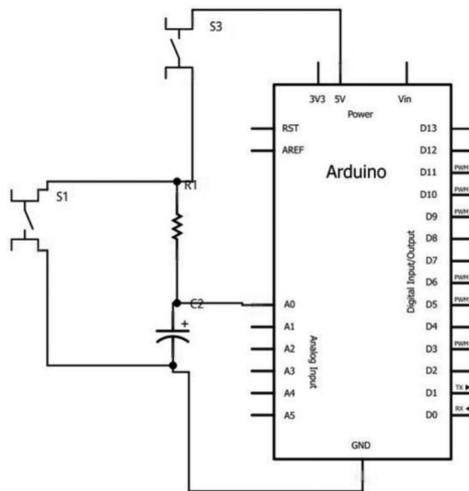


Figura 13: Esquema elétrica usado no experimento para analisar o circuito elétrico RC com a placa Arduino.

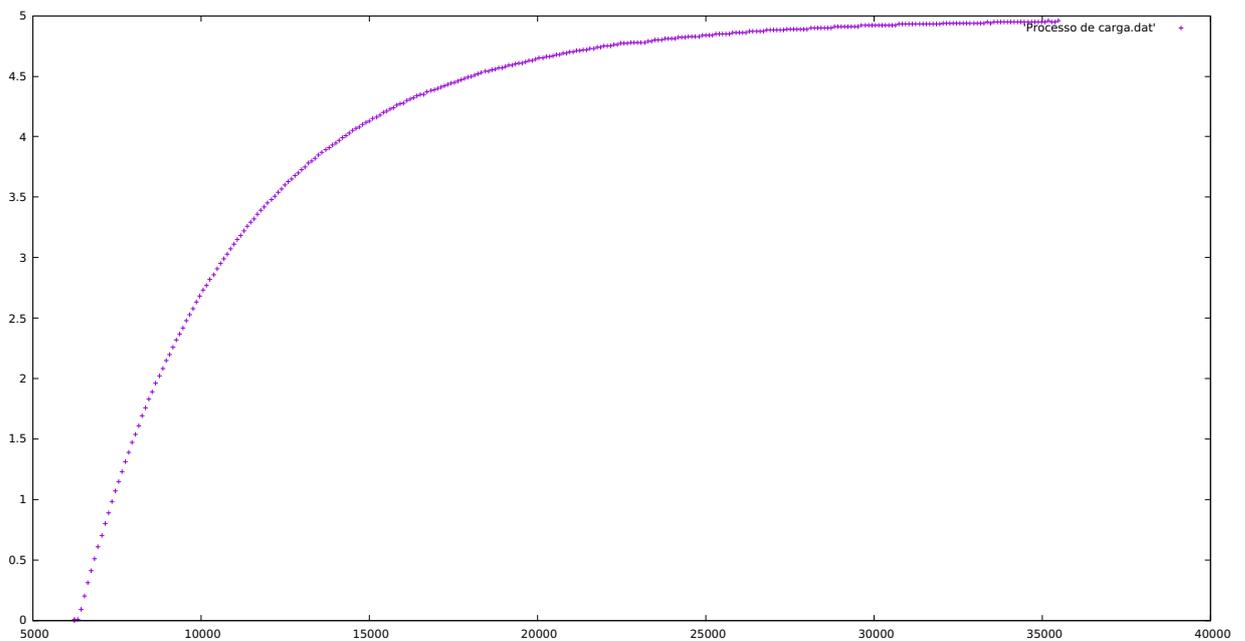


Figura 14: Comportamento da tensão elétrica U em função do tempo t em um circuito elétrico RC no processo de carga.

0.4 Avaliação individual

Nesse momento da UEPS é realizada uma avaliação individual através de questões abertas envolvendo os conceitos apresentados anteriormente, bem como retornar as situações-problema iniciais.

A atividade é desenvolvida em uma aula.

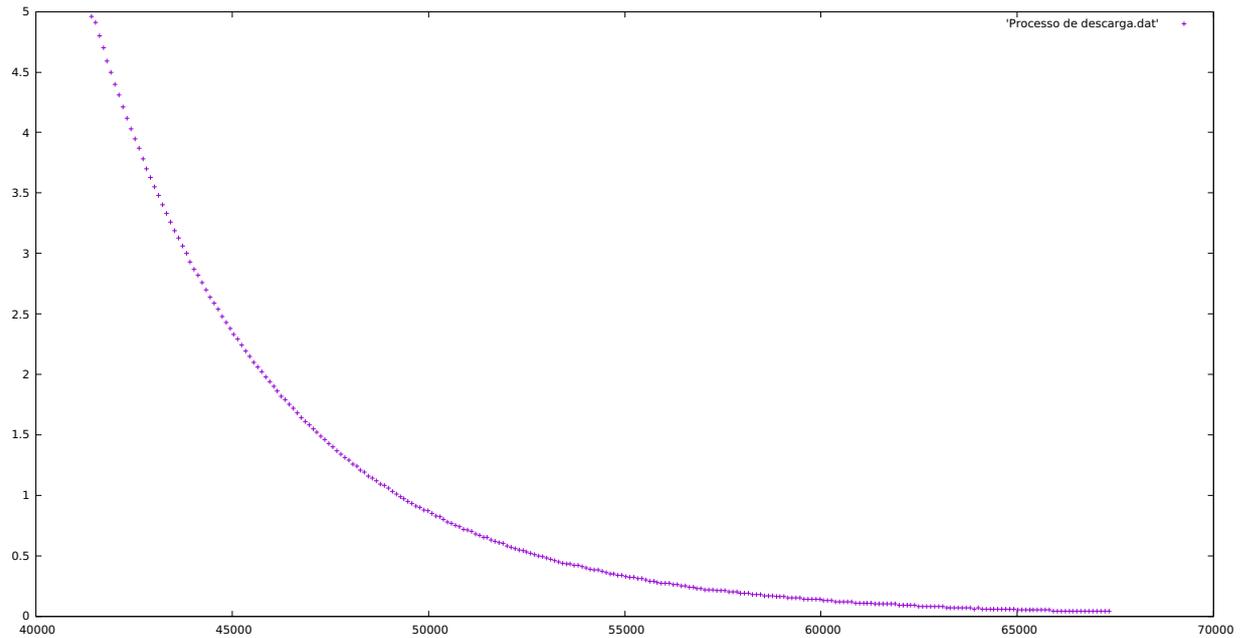


Figura 15: Comportamento da tensão elétrica U em função do tempo t em um circuito elétrico RC no processo de descarga.

0.5 Aula final

Nessa etapa ocorre comentários na sala de aula das questões propostas na avaliação final.

A atividade é desenvolvida em uma aula.

0.6 Avaliação da UEPS

Na última etapa da UEPS, é feita uma análise qualitativa, por parte do professor, após comparar as respostas dadas pelos alunos nos questionários aplicados na situação-problema inicial e na avaliação final.

REFERÊNCIAS

- [1] CAVALCANTE, M. A., TAVOLARO, C. R. C., AND MOLISANI, E. Physics with arduino for beginners. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 33, 4 (2011), 4503–4503.
- [2] DOCA, R. H., BISCUOLA, G. J., AND BÔAS, N. V. Tópicos de física. *Editora Saraiva* 3 (2007).

Apêndice E



Gráfico 5.1: Foto da escola.



Gráfico 5.2: Foto do pátio escola.



Gráfico 5.3: Foto da sala de aula.



Gráfico 5.4: Foto durante a aplicação da UEPS.

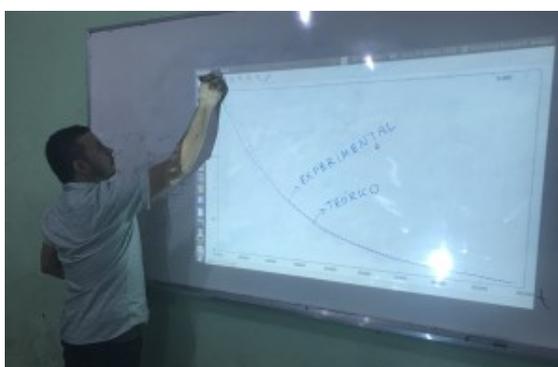


Gráfico 5.5: Foto durante a aplicação da UEPS.

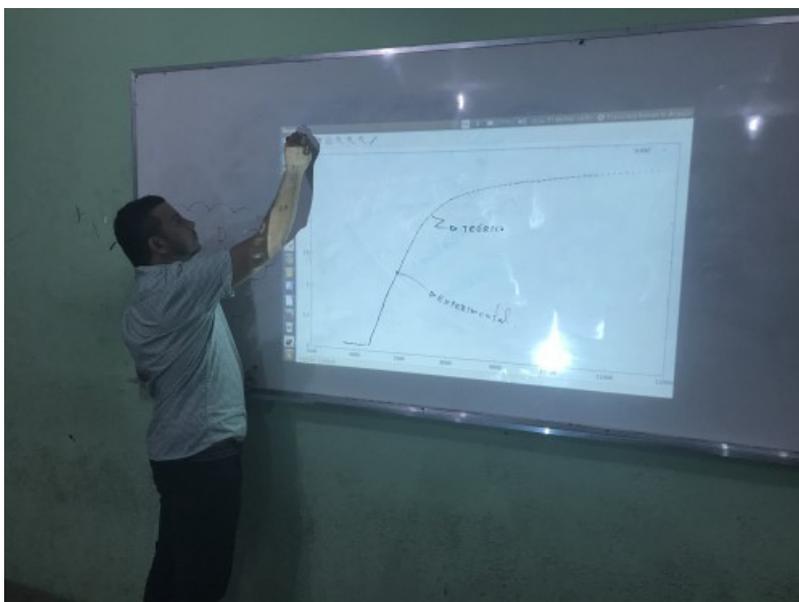


Gráfico 5.6: Foto durante a aplicação da UEPS.

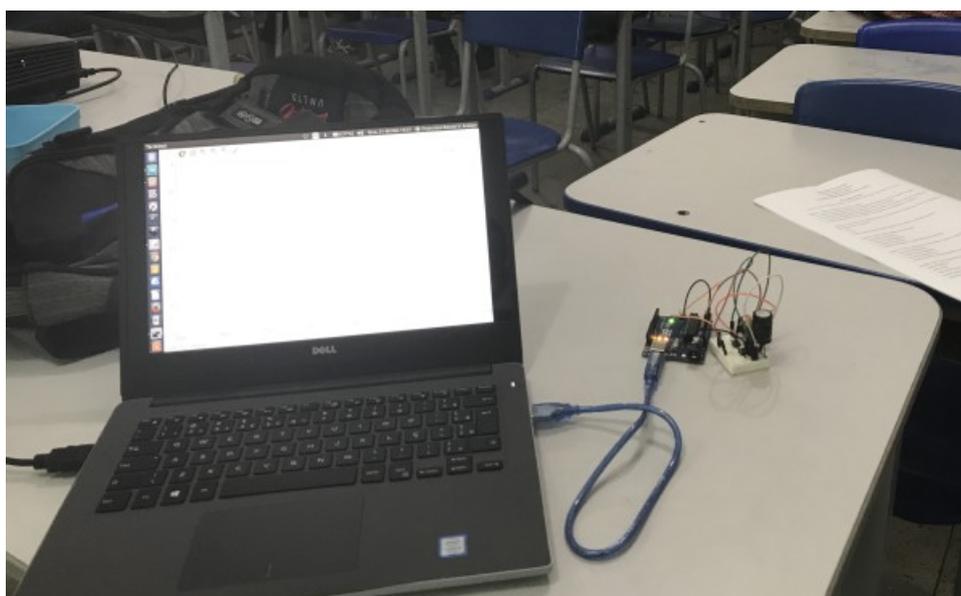


Gráfico 5.7: Foto durante a aplicação da UEPS.