



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
PRÓ-REITORA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA - MNPEF**

Raimundo Bezerra da Silva Neto

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ESTUDO DA ELETRICIDADE PROBLEMATIZANDO A RECICLAGEM
ELETRÔNICA A LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

**Juazeiro do Norte - CE
2020**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri – URCA
Bibliotecária: Ana Paula Saraiva CRB: 3/1000

Silva Neto, Raimundo Bezerra da.

S586u Uma unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo da eletricidade problematizando a reciclagem eletrônica a luz da teoria da aprendizagem significativa/ Raimundo Bezerra da Silva Neto. – Juazeiro do Norte – CE, 2020.

132p.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri – URCA

Orientador: Prof. Dr. Cicero Magerbio Gomes Torres

1. Ensino, 2. Eletricidade, 3. Aprendizagem; I. Título.

CDD: 537

Raimundo Bezerra da Silva Neto

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ESTUDO DA ELETRICIDADE PROBLEMATIZANDO A RECICLAGEM
ELETRÔNICA A LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física MNPEF, da Universidade Regional do Cariri – URCA, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Metodologia e Didática no Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Cicero Magerbio Gomes Torres

Raimundo Bezerra da Silva Neto

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ESTUDO DA ELETRICIDADE PROBLEMATIZANDO A RECICLAGEM
ELETRÔNICA A LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Nacional de
Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF da Universidade
Regional do Cariri – URCA como parte dos requisitos para a obtenção do
título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA:

Dr Cicero Margebio Gomes Torres
(Orientador) Universidade Regional do
Cariri - URCA

Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas (Membro
interno) Universidade Regional do Cariri - URCA

Dr^a. Claudia Christina Bravo e Sá Carneiro
(Membro externo) Universidade Federal do Ceará –
UFC

Juazeiro do Norte – CE
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, responsável pela contemplação de mais um sonho, por dar-me sabedoria e muita força para sempre seguir em frente. Depois, agradeço à minha família: aos meus pais José e Iracema, por me incentivarem desde pequeno, educando-me para estar aqui; à minha irmã Ana, sempre doce e à minha esposa, Estephany, que esteve ao meu lado, fortificando-me e apoiando-me com muito amor, carinho e atenção.

Agradeço ao meu orientador, o Professor Dr. Cicero Magerbio Gomes Torres, o qual esteve sempre à disposição para auxiliar-me no trabalho, por ser exemplo de qualidade de ensino, e por toda paciência demonstrada; aos professores que muito se esforçaram e mostraram, por meio de suas aulas, sabedoria, foco e novas maneiras de trabalhar com os conceitos físicos. Aos colegas de mestrado, pela amizade construída nesse período que passamos juntos e que carregaremos para o resto de nossas vidas.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

*Corro atrás do tempo
Vim de não sei onde
Devagar é que não se vai longe...
Chico Buarque*

RESUMO

Esta pesquisa consiste em um estudo sobre a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o estudo da Eletricidade problematizando a Reciclagem Eletrônica a luz da teoria da Aprendizagem Significativa. Busca a promoção de uma aprendizagem significativa, a qual possui o objetivo de apoiar a aprendizagem no ensino de eletricidade por meio de aulas práticas a partir de materiais provenientes do lixo eletrônico. O método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho de dissertação e, tendo em vista os objetivos estabelecidos, fundamenta-se na pesquisa ação. Para Thiollent, a pesquisa ação consiste na utilização de estratégias para a resolução de problemas coletivos, através de ações realizadas de forma conjunta entre os envolvidos. O produto educacional é uma cartilha voltada para o desenvolvimento de aulas que busquem a aproximação das teorias com a realidade, através da exemplificação dos conteúdos de eletricidade por meio de experimentações. Após o desenvolvimento da pesquisa, obteve-se um resultado muito favorável quanto à aprendizagem, pois, notou-se um maior interesse dos alunos para com a disciplina e uma maior facilidade de assimilação do conhecimento, assim como trabalhou-se a importância de se ter um olhar mais sustentável através da reciclagem eletrônica repassando para os alunos os benefícios que se pode obter, no meio ambiente, através de pequenas ações. Portanto, a cartilha compõe o desenredo desta pesquisa, sendo uma ferramenta didática para aulas de eletricidade auxiliando em todo o processo de ensino, assim como de aprendizagem da eletricidade, concluindo-se, então, com esta pesquisa, que o professor deve buscar métodos que melhorem o processo de cognição no sentido de facilitar a aprendizagem significativa (definida como uma aprendizagem que se estabeleça de forma verdadeiramente considerável na estrutura cognitiva do indivíduo). A reciclagem eletrônica, inserida na disciplina de eletricidade, mostrou-se uma forma eficaz para que sejam conseguidos os objetivos pretendidos.

Palavras – chave: Ensino. Eletricidade. Aprendizagem.

ABSTRACT

This research consists of a study on the application of electronic recycling as a didactic tool for teaching electricity in high school with emphasis on resistance circuits, seeking to promote meaningful learning. The purpose of which is to assist Physics teachers in teaching electricity through practical classes using materials from electronic waste. The method used for the development of this dissertation work and in view of the established objectives, is based on action research. For Thiollent, action research consists of using strategies to solve collective problems through actions, carried out jointly between those involved. The educational product is a booklet, aimed at developing classes that seek the approximation of theories to reality, through the exemplification of the contents of electricity through experiments. After the development of the research, a very favorable result was obtained in terms of learning, it was noted that students were more interested in the subject and that it was easier to assimilate knowledge, as well as working on the importance of having a look more sustainable through electronic recycling, passing on to students the benefits that can be caused in the environment through small actions. Therefore, the booklet composes the development of this research, being a didactic tool for electricity classes assisting in the whole teaching process, as well as electricity learning, it is concluded with this research that the teacher should look for methods that improve the cognition process in the In order to facilitate meaningful learning, electronic recycling within the discipline of electricity proved to be an effective way to achieve the intended objectives.

Keywords: Teaching. Electricity. Learning.

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 –Representação da interação entre subsunçores e a formação de novos conhecimentos	24
Figura 2 – A assimilação na visão de Ausubel.....	25
Figura 3 – Representação/ Símbolo de um resistor	46
Figura 4 – Representação da 1ª lei de Ohm.	48
Figura 5 – Representação da Resistência elétrica	49
Figura 6 – Associação de resistores em Série	Erro! Indicador não definido.
Figura 7 – Associação de resistores em Paralelo.....	52
Figura 8 – Associação de resistores	81

LISTA DE GRÁFICOS

Página

Gráfico 1– Participação dos alunos nas aulas práticas da disciplina de Física	71
Gráfico 2 – Nível de dificuldade dos alunos sobre o conteúdo de Física	72
Gráfico 3 – Dificuldade dos alunos nas aulas de Física	73
Gráfico 4 – Conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de eletricidade 1..	75
Gráfico 5 – Conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de eletricidade 2..	77
Gráfico 6 – Nível de conhecimentos prévios dos alunos sobre como calcular a potência dissipada por um resistor	78
Gráfico 7 – Conhecimentos dos alunos sobre como calcular a potência dissipada por um resistor após a realização da pesquisa ação.....	79
Gráfico 8 – Comparativo das respostas prévias e finais dos alunos sobre como calcular a potência dissipada por um resistor.....	80
Gráfico 9 – Conhecimentos dos alunos sobre a diferença das características da Associação em série e em paralelo.....	82
Gráfico 10 – Conhecimentos dos alunos sobre a função do código de cores para resistores.....	83
Gráfico 11 – Conhecimentos dos alunos sobre Resistência Equivalente.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

AS	Aprendizagem Significativa
CEDIR	Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
IFCE	Instituto Federal do Ceará
IPL	Instituto de Policiências Lattes
ISWA	Associação Internacional de Resíduos Sólidos
MEC	Ministério da Educação
MNPEF	Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física
ONU	Organização das Nações Unidas
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
SI	Sistema Internacional
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
USO	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

PRIMEIRAS CONSIDERAÇÕES.....	11
1 INTRODUÇÃO	11
2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOB ÓTICA DE DAVID AUSUBEL	20
2.1 A assimilação Ausuberiana	23
2.2 A aprendizagem por recepção (expositiva)	26
3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA VISÃO CLÁSSICA À CONTEMPORÂNEA	30
4 A RECICLAGEM ELETRÔNICA E A SUA IMPORTÂNCIA PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE E PARA A CONSCIENTIZAÇÃO DOS ALUNOS	38
5 ASPECTOS CONCEITUAIS DO ESTUDO DA ELETRICIDADE IMPORTANTES NA COMPREENÇÃO DA RECICLAGEM ELETRÔNICA.....	44
5.1 Leis de OHM	44
5.2.1 Associação em série.....	50
5.2.6 Associação em paralelo	51
6 PERCURSO METODOLÓGICO.....	54
6.1 Tipo de pesquisa	54
6.2 Campo Social: Tempo e Espaço.....	56
6.3 Sistematização das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS.....	58
6.4 Participantes da pesquisa.....	61
6.5 Instrumento e procedimentos para coleta e análise dos dados	62
6.6 Produto Educacional.....	63
6.7 Análise e apresentação dos resultados.....	65
6.8 Aspectos éticos	65
7 ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS DADOS DA INVESTIGAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UMA UEPS PARA O ESTUDO DA ELETRICIDADE POR MEIO DA RECICLAGEM ELETRÔNICA.....	66
7.1 Ensino de reciclagem eletrônica: saberes, concepções, conhecimentos e inovações	69
7.1.1 Diagnóstico inicial.....	69
7.1.2 Diagnóstico final.....	76
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	88
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS.....	92
APÊNDICE A –QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	98
APÊNDICE B –QUESTIONÁRIO FINAL.....	98
APÊNDICE C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA.....	103
APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	104
APÊNDICE E – MAPA CONCEITUAL 1.....	107
APÊNDICE F –MAPA CONCEITUAL2.....	108
APÊNDICE G - PRODUTO EDUCACIONAL.....	110

PRIMEIRAS CONSIDERAÇÕES

A escolha por investigar a reciclagem eletrônica, como ferramenta didática para o ensino e a aprendizagem de eletricidade, justifica-se em virtude de que, desde a infância, tenho desenvolvido interesses pela área de exatas, sempre participei de feiras de ciências, gincanas e olimpíadas de Física e Matemática. As Ciências da Natureza despertavam em mim o desejo por novas descobertas e aprendizagens. Realizei, entre os anos de 2007 e 2010, um curso técnico de nível profissional em Eletrotécnica pelo Instituto Federal do Ceará – IFCE, no qual tive a oportunidade de participar de encontros, feiras e cursos voltados para esta área. Em virtude dessas experiências, optei por fazer a graduação em Física, sendo assim, iniciei, em 2011, o curso de graduação em Licenciatura Plena em Física, na Universidade Estadual do Ceará, UECE, Campus Iguatu, Brasil, onde conclui em 2015.

Durante a graduação, participei do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). O Programa, enquanto espaço de formação de professores, tem colaborado para a formação inicial de professores na medida em que busca aprimorar os conhecimentos docentes e oportunizar aos alunos da graduação experiências com práticas docentes, tais como, a participação em projetos nas escolas da rede pública, a fim de correlacionar os aspectos teóricos aprendidos em sala de aula com os práticos. Com isso, pude ampliar os conhecimentos teórico, didático, pedagógico e curriculares em articulação com as experiências dos professores da Escola localizada no município de Iguatu¹

Realizei ainda, durante minha trajetória acadêmica, diversos cursos interdisciplinares, os quais foram de suma importância para o meu desenvolvimento acadêmico, pessoal e profissional, dentre eles uma oficina de capacitação técnica em Ciências promovida pelo Instituto de Policiências Lattes (IPL), com duração de 40 horas aula. Ainda durante a graduação, fui convidado a ministrar cursos e minicursos de curta duração voltados para os jovens das Escolas Públicas, nas cidades de Cedro, Iguatu e Várzea Alegre, no Estado do Ceará, em eventos organizados pelas mesmas. Dentre estes, destacam-se o minicurso “A evolução através da eletricidade”, no ano

¹ Iguatu é um município cearense localizado na região Centro-sul do Estado, O município se estende por 1 017,1 km² e contava com 96 523 habitantes no último censo. Vizinho dos municípios de Cariús, Quixelô e Cedro. Iguatu. Economicamente, seu PIB é composto, principalmente, pela agricultura (plantio de arroz e algodão), pecuária e comércio, com valor estimado de R\$ 1.501.965,86 em 2017 de acordo com o IBGE.

de 2012, e o minicurso “Astronomia passo a passo”, em 2012, ambos ministrados no Instituto Federal do Ceará – IFCE, *Campus Cedro*.

Após a conclusão da graduação em Licenciatura em Física na UECE, cursei a Especialização em Física e Matemática pela Faculdade de Juazeiro do Norte - FJN, onde apresentei como trabalho de conclusão do curso o Artigo “As dificuldades do Ensino de Física no Ensino Médio”. Na oportunidade, cursei ainda a Especialização em Gestão Escolar, também pela Faculdade de Juazeiro do Norte – FJN, onde apresentei, como trabalho de conclusão do curso, o artigo “Os aspectos qualitativos e quantitativos da Educação”.

Foi durante a elaboração do artigo de conclusão da especialização em Física e Matemática, que passei a questionar sobre as dificuldades dos alunos em aprender física e qual seria um método que viesse a solucionar as dificuldades de aprendizagem dos alunos da Educação Básica.

A partir do desenvolvimento da referida pesquisa, pude observar a deficiência dos professores quanto à aplicação de aulas práticas e experimentais, ao tempo em que refletia que a sua implantação, possivelmente, traria bons resultados para o ensino e aprendizagem de Física, em virtude da articulação entre teoria e a prática, porém, com a falta de infraestrutura e recursos, tornar-se-ia difícil, principalmente devido à falta de laboratórios didáticos em algumas escolas.

Face ao desenvolvimento da pesquisa e construção do referencial teórico, foi possível sistematizar que uma possível solução seria a reutilização do lixo eletrônico produzido e descartado incorretamente e em grande escala pela sociedade, passando a otimizá-lo enquanto instrumento didático e contribuindo para a preservação do meio ambiente, além de promover a conscientização ambiental sobre o tema com os alunos e a comunidade.

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa trata sobre a aplicação da reciclagem eletrônica como ferramenta didática para o ensino de eletricidade com ênfase em circuitos de resistência, no Ensino Médio, buscando a promoção de uma aprendizagem significativa. Partindo-se do entendimento e da necessidade da utilização de experimentos nos laboratórios didáticos de física, ou ainda, em sala de aula, busca-se, neste contexto, impulsionar o desenvolvimento da educação científica diminuindo a complexidade da ação de ensinar e de aprender física no Ensino Médio. Para realização deste estudo utilizou-se a pesquisa-ação para orientar o desenvolvimento e as análises realizadas no mesmo.

Tomando-se por base o surgimento da física, ocorrido no momento em que a humanidade começou a estudar os fenômenos naturais existentes, pode-se perceber, a partir deste, a necessidade de conhecer os fenômenos da natureza a partir da observação de situações práticas para a sistematização de teorias sobre tais fenômenos. Nesse sentido, percebe-se, a partir deste processo, a importância do desenvolvimento da experimentação para a compreensão e aprendizagem dos fenômenos da natureza.

Considerando o exposto, percebe-se que, ao longo das tradições, as aulas de física, em sua maioria, estiveram ancoradas no modelo tradicional de ensino, no qual apresentam-se configuradas numa perspectiva linear de ensino, hermética, ao tempo em que apresenta-se como cansativas e de difícil entendimento pelos alunos, devido ao caráter mecânico e verticalizado que a estrutura tradicional estabelece para a ação de ensinar e de aprender, Teixeira(2018), defende que no ensino tradicional o aluno tem uma visão passiva do conhecimento, no contexto em que é priorizado o ensino mecânico, podendo haver uma defasagem do aprendizado.

Nesse sentido, a referida conjuntura tem impulsionado professores e pesquisadores a pensarem na criação de contextos de aprendizagem organizados de modo totalmente diferente daqueles da educação tradicional, que contam apenas com a participação e o controle de um professor. Essas mudanças requerem, no entanto, uma posição crítica em relação à tecnologia, à informação e ao conhecimento, tendo em vista a emergência da cultura digital (ALMEIDA, 2018).

Tendo em vista as mudanças estabelecidas ao longo dos anos, as necessidades sociais, culturais e educacionais emergem a necessidade de uma Educação que se coloque em oposição ao modelo tradicional com isso, emerge a necessidade de novas metodologias de ensino para ensinar e aprender física, no Ensino Médio.

Na busca por estratégias de ensino que melhorem a aprendizagem tem-se a teoria da Aprendizagem significativa, defendida inicialmente por Ausubel(2003) e analisada criticamente por Moreira(2008) que fazem parte dos conhecimentos teóricos existentes nesta pesquisa, ao estudar-se a aprendizagem significativa entende-se que existem vários pressupostos para um ensino que realmente fixe o conteúdo na estrutura cognitiva do indivíduo. Os três requisitos defendidos por Ausubel para que se consiga esse objetivo são: Os subsunçores existentes; os materiais potencialmente significativos e a vontade e disposição do indivíduo em aprender. Em busca disso, várias estratégias precisam ser estruturadas, inicialmente precisa-se de normas e documentos que organizem o sistema educacional.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's apresentaram-se na década de 1990, no Brasil, como referenciais, epistemológicos, didáticos e curriculares, norteadores para o ensino. Percebe-se, a partir deste, a necessidade de ampliar a prática da experimentação no Ensino de Física, tendo em vista a construção do conhecimento contextualizado inerente ao desenvolvimento da autonomia do aluno, desde o Ensino Fundamental, com a introdução das Ciências Naturais até o Ensino Médio.

Nas Leis e regulamentos seguintes referentes a educação, esses conceitos continuaram em pauta, atualmente o Brasil está em processo de atualização do currículo escolar, através do estudo, pesquisas públicas, discussões com pesquisadores e educadores de todo o País elaborou-se a Base Nacional Comum Curricular – BNCC, homologada em 14 de dezembro de 2017 pelo Ministro da Educação Rossieli Soares , trata-se de um normativo educacional, que visa estabelecer parâmetros para desenvolver as aprendizagens essenciais, de acordo com os conhecimentos, competências e habilidades, o seu objetivo principal é a harmonização e universalização do ensino. No entanto, a base não se trata de um currículo pronto, mas que deve ser feito de forma regionalizada, de acordo com as diferentes realidades existentes, mas oferecendo um ensino com maior equidade. (BRASIL,2017)

Mesmo com o empenho para melhoria da educação, atualmente, ainda existe um grande déficit no tocante à infraestrutura nas escolas, tornando-se difícil a implantação de laboratórios de física em todas as instituições de Ensino Médio, no Brasil, por diversos fatores, como o alto custo de implantação, necessidade de formação e contratação de técnicos de laboratório, dentre outros. Em um estudo realizado por SOARES NETO et al(2013) as Escolas públicas de ensino básico brasileiras foram divididas segundo suas infraestruturas nos seguintes níveis: Elementar; Básico; Adequado e Avançado, baseado em dados do Censo Escolar da Educação de 2011, neste estudo apenas 0,5% das Escolas se encontram no nível avançado, e o maior número de alunos matriculados são em Escolas com um nível considerado básico, ou seja, com poucos elementos que podem propiciar maior diversificação das aulas e melhores condições de ensino.

De acordo com o Ministério de Educação (MEC), em 2017, um total de 70% dos alunos do Ensino Básico estudam em escolas públicas que não possuem laboratório de ciências, já no Ensino Médio, aproximadamente metade dos alunos brasileiros não têm acesso a laboratórios de Física, Química e Biologia.

Verifica-se, então, que, dentre os desafios que apontam para a qualidade do ensino, qualificação docente, política de desenvolvimento profissional, plano de cargos e salários, infraestrutura para as escolas, dentre outras questões inerentes à Educação, destaca-se como problemática para o Ensino de Física, as questões relacionadas aos recursos financeiros para a implantação dos laboratórios de ensino em escolas públicas, o que vem a dificultar a realização de aulas práticas no Ensino de Física, provocando uma barreira para a equidade do ensino, defendida na BNCC.

Tendo em vista, na atualidade, as dificuldades de entendimento por parte do governo quanto à necessidade de investimentos em laboratórios de ensino, os professores, no Brasil, têm desenvolvido alternativas, embora com ampla dificuldade para superar o ensino tradicional. A exemplo do exposto, tem-se buscado soluções para a redução dos danos ambientais que estão assolando o mundo, principalmente aqueles provocados pelo descarte incorreto do lixo. Através da reutilização de resíduos eletrônicos, nas aulas de Física, tem-se colaborado com um processo educativo no qual os alunos e comunidade escolar passam a desenvolver um processo de conscientização sobre os problemas ambientais, propondo-se o reuso do material eletrônico para melhor explicação da disciplina de eletricidade e para atividades práticas pelos alunos.

Kohori (2015), ao realizar experimentos através de um estudo em salas de 1º e 2º ano do Ensino Médio, nas áreas de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo pode concluir que “a experimentação facilitou o processo de ensino e de aprendizagem, uma vez que despertou forte interesse e curiosidade entre os alunos, com a participação de todos nas atividades experimentais” (KOHORI, 2015, p.1).

De acordo com o relatório Global E-waste Monitor (2017), realizado pela Organização da Nações Unidas (ONU) em parceria com a Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA), em 2016, foram gerados 44,7 milhões de toneladas de lixo eletrônico no mundo, sendo que apenas 20% deste total foi reciclado, a projeção é que, até 2021, ocorra um aumento de 17% dessa quantidade de lixo produzido.

Quanto às inovações didáticas desenvolvidas pelos professores, no Brasil, citadas anteriormente, destaca-se ainda o desenvolvimento de projetos para a reutilização do lixo eletrônico e seu correto descarte. A exemplo do exposto, podemos citar o projeto Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), da Universidade de São Paulo (USP), em execução desde 2009, para o tratamento adequado do lixo eletrônico. De acordo com a redação do Portal Ecod, os materiais recebidos pela CEDIR são reformulados e encaminhados para projetos sociais (ECOD, 2011).

Embora não existam projetos como estes, em ampla escala, vale destacar a iniciativa desenvolvida pelos professores do referido centro, levando-se em consideração a existência das dificuldades apontadas, anteriormente, todavia, o campo do Ensino de Física tem despontado, a exemplo desta dissertação de mestrado, desenvolvida no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF, a colaborar com o desenvolvimento de pesquisa voltada para o reuso do resíduo eletrônico, principalmente no tocante ao seu uso como ferramenta de ensino.

Nessa perspectiva, destaca-se ainda que, no contexto dos estudos e pesquisas relacionados ao reuso e/ou reciclagem dos resíduos eletrônicos, principalmente quanto ao uso como ferramenta de ensino, a tecnologia apresenta inúmeros benefícios para a sociedade, porém, seu avanço apresenta-se como um grande problema ecológico em virtude do descarte incorreto, prejudicando em grande escala a natureza e, em consequência, o próprio ser humano, nesse sentido, torna-se necessário discutir a tecnologia numa perspectiva educacional e crítica, promovendo,

com isso, uma discussão em sala sobre a conscientização dos recursos tecnológicos por parte dos alunos, professores e sistema educacional.

Conforme afirma Litwin (1997),

A tecnologia posta à disposição dos estudantes tem por objetivo desenvolver as possibilidades individuais, tanto cognitivas como estéticas, através das múltiplas utilizações que o docente pode realizar nos espaços de interação grupal.

Corroborar-se com o pensamento de Litwin (1997), na medida em que se entende que o Brasil necessita de mais projetos voltados para essa área, principalmente devido à compreensão de que, cotidianamente, tem sido desenvolvidas novas tecnologias, todavia, em função deste avanço tecnológico, um número significativo de lixos eletrônicos tem sido descartado de forma indevida.

Possivelmente, uma das formas de diminuir esse impacto seria reutilizar e/ou reciclá-lo na criação de novos robôs, de forma a torná-los úteis para a sociedade contribuindo ainda para o processo educacional, especificamente, de ensino e de aprendizagem, de forma a promover a aprendizagem associada à consciência ecológica.

Sendo assim, a relevância desta pesquisa apresenta-se como de grande importância por propor uma metodologia de ensino que visa contribuir para o ensino de eletricidade mais significativo e contextualizado ao cotidiano dos discentes, ao tempo em que utiliza a reciclagem eletrônica como aspecto interativo e lúdico, de forma a aumentar o interesse e a curiosidade dos alunos, neste campo do conhecimento, ao tempo em que busca conscientizá-los sobre o descarte e reutilização do resíduos eletrônicos.

A pesquisa em questão contribui para auxiliar os docentes a lecionarem o conteúdo de eletricidade, no Ensino Médio, tendo em vista as possíveis dificuldades que estes possam encontrar tal como a própria complexidade do conteúdo que requer um grau de atenção significativo, ou ainda a falta de estrutura necessária para a realização de aulas atrativas e inovadoras, reconhecendo esse processo como legítimo, propõe-se a aplicação do uso da reciclagem enquanto inovação para o ensino de Física.

A disciplina de eletricidade, contemplada, geralmente, no terceiro ano do Ensino Médio, possui grande relação com os materiais eletrônicos, assim pode-se utilizar grande parte do lixo eletrônico, que é descartado diariamente, para o estudo dessa disciplina, reduzindo-se os custos e que, ambientalmente, constitui-se como

fator positivo quanto à preservação do ambiente. Porém, as dificuldades encontradas para que isso ocorra são inúmeras. A inserção de laboratórios voltados à eletricidade possui um custo elevado para sua implantação nas escolas.

Visto isso, esta pesquisa busca impulsionar o uso de atividades experimentais, na disciplina de eletricidade, com foco na aprendizagem através de aulas diversificadas, por meio de uma cartilha de auxílio didático aos professores do Ensino Médio. As aulas experimentais foram utilizadas com o auxílio de materiais (peças, equipamentos queimados, tais como secadores, ventiladores, dentre outros) provenientes do lixo eletrônico, os quais serviram para dar atratividade e maior interação com os alunos, com o objetivo de promover aprendizagens significativas.

Destarte, o objetivo desta pesquisa consiste em desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Ensino da disciplina de eletricidade, com ênfase em circuitos de resistência. Têm-se como objetivos específicos: realizar uma coleta de material eletrônico juntamente com os alunos para reutilização nas aulas de eletricidade; inserir nas aulas de eletricidade o uso do material eletrônico reciclado; produzir uma cartilha sobre a aplicação da reciclagem eletrônica no ensino de eletricidade.

Para o estudo bibliográfico, utilizou-se como teoria educacional de aprendizagem, o cognitivismo de Ausubel (2003) ou a teoria da aprendizagem significativa, que foi, posteriormente, também discutida por Moreira.

Conforme analisado anteriormente, as escolas públicas possuem dificuldades em sua estrutura física, principalmente no que tange à constituição dos laboratórios de Ciências da Natureza, o que dificulta a possibilidade de correlação entre a teoria e a prática e, conseqüentemente, a aprendizagem dos alunos. Como afirma Gonçalves (1992, p.2), “a educação brasileira é marcada por um conjunto de deficiências e problemas, que estão a requerer urgentes mudanças e, em relação às Ciências Naturais, o problema é ainda mais grave” (GONÇALVES, 1992, p.2).

Far-se-ão presentes, na construção desta pesquisa, seis capítulos, o primeiro relata sobre a aprendizagem significativa na visão de David Ausubel(2003), com estudo sobre a assimilação, a aprendizagem por recepção, os tipos de aprendizagem significativa e exemplos práticos dentro dos contextos observados; o segundo faz uma correlação entre a aprendizagem significativa de Ausubel(2003), na visão de marco Antonio Moreira, Gowin e Novak; o terceiro capítulo introduz a reciclagem eletrônica relacionando a sua importância para o ensino de eletricidade e para a conscientização

dos alunos. O quarto refere-se ao capítulo de Física, o qual apresenta os conceitos e abordagens sobre eletricidade que foram abordados durante a aplicação da pesquisa.

O quinto capítulo abrange o percurso metodológico, através da abordagem sobre o tipo de pesquisa utilizado, que é a pesquisa ação, sobre o campo social, tempo e espaço, assim como aborda a sistematização das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS; os participantes da pesquisa, Instrumentos e procedimentos para coleta e análise dos dados, o produto educacional, a análise dos resultados obtidos e aspectos éticos.

O sexto e último capítulo refere-se à aplicação da UEPS, demonstrando como foram realizadas as etapas de ensino e os resultados obtidos nos questionários aplicados, bem como uma análise de todos os aspectos relacionados à aprendizagem dos alunos com aulas utilizando a reciclagem eletrônica a partir de atividades experimentais no ensino de eletricidade.

2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOB ÓTICA DE DAVID AUSUBEL

O ensino de Física, quando desenvolvido com a utilização de materiais recicláveis, tais como resíduos de lâmpadas fluorescentes, placas de eletrodomésticos queimadas, brinquedos elétricos, apresenta-se para além da perspectiva tradicional, no qual o processo concentra-se na exposição dos conteúdos por parte dos professores, observação escrita e repetição por parte dos alunos. Nesse sentido, está para além deste modelo tradicional, sistematizar o ensino a partir de um conjunto de ações didáticas e pedagógicas, considerando os meios e as condições para mobilizar o conhecimento levando em conta, para isso, o protagonismo do estudante.

Nessa acepção, ao considerarmos o Ensino de Eletricidade, assim como a mediação didática que irá se estabelecer nesta ação, bem como o protagonismo dos alunos, compreende-se o desenvolvimento de materiais didáticos, que poderão ser utilizados nas aulas de Física, especificamente, tratando-se do objeto de estudo desta pesquisa, eletricidade, estes tornam-se importantes para a realização de aulas desenvolvidas em sala de aula e nos laboratórios de ensino, tendo em vista a natureza do processo ser dinâmico, no qual possibilita o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (AS).

Para Almeida (2018, p. 16),

o desenvolvimento de matérias didáticos e pedagógicos apresentam e analisam práticas pedagógicas que superam as abordagens educacionais centradas na fala do professor, na leitura do livro e na passividade do estudante, que apenas responde às questões que lhe foram solicitadas.

Todavia, ratifica a autora que isso não significa a destruição da escola e da instituição educativa, mas a abertura de seus espaços e tempos em interconexão com a cultura do século XIX (ALMEIDA, 2018, p. 16).

Sendo assim, o desenvolvimento de matérias didáticos para o Ensino de Eletricidade apontam para a possibilidade de transformar aulas em experiências de aprendizagem mais vivas e significativas para os alunos, cujas expectativas em relação ao ensino, à aprendizagem e ao próprio desenvolvimento e formação são diferentes do que expressavam as gerações anteriores. Neste sentido, ancorando-se nos estudos de Ausubel (2003)², a Aprendizagem Significativa (AS) apresenta-se

² David Paul Ausubel nasceu em Brooklyn, Nova York, em 1918, casou-se com Pearl Leibowitz, em 1943, e foi pai por duas vezes. Filho de família judia e pobre, imigrantes da Europa Central, teve uma infância difícil. Ausubel estudou Medicina e Psicologia. Trabalhou como cirurgião assistente e foi

como uma teoria direcionada pela cognição, baseada nos processos que se relacionam à informação cognitiva, tais como a compreensão, transformação e armazenamento, nos quais a essência de tal aprendizagem transcende a mecânica do conhecimento, perfazendo significação àquilo que se pretende através de ideias pré-existentes.

As teorias da aprendizagem, elaboradas por diversos teóricos da educação (John Watson (1878-1958) e Pavlov (1849-1936) – behaviorismo; Piaget-construtivismo; Jean Vygotsky – interacionismo; Ausubel – Cognitivismo) são muito importantes para a compreensão do processo de aprendizagem, aliado a essas ideias, principalmente em relação ao construtivismo, é que se tem a teoria das inteligências múltiplas que Gardner definiu existirem diversos tipos de inteligência humana, em que, os indivíduos já nascem com algumas habilidades que precisam ser moldadas e aprimoradas pelas experiências realizadas durante seu desenvolvimento.

Vendo isto, a aprendizagem pode ser definida como a capacidade dos indivíduos em assimilarem conceitos ou habilidades, que já podem ser inerentes a ele ou adquiridos por meio de estudos e atividades que despertem a aprendizagem.

Conforme afirma Ausubel (1978, p. IV), “se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo.” Para um bom processo de aprendizagem significativa, necessita-se de ideias, ações e métodos criativos. Ausubel defende a ideia de inserção de símbolos que representem e deem significado àquilo que o indivíduo já sabe, seu conhecimento pré-existente.

[...] Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (AUSUBEL, 2003 p.1).

residente de Psiquiatria no Serviço de Saúde Pública. Trabalhou na Alemanha com tratamento médico de pessoas deslocadas depois da Segunda Guerra Mundial. Fez três residências psiquiátricas: uma em E.U. Serviço de Saúde Pública, em Kentucky, a segunda no Centro Psiquiátrico de Buffalo e, por fim, no Centro Psiquiátrico do Bronx. Com o apoio da GI Bill, ele ganhou seu PhD em Psicologia do Desenvolvimento pela Universidade de Columbia, Nova York, em 1943. (DISTLER, Rev. psicopedag. vol.32 no.98 São Paulo, 2015)

Como visto no trecho acima, o autor defende que, para a mediação desse conhecimento, é necessária a existência de materiais e métodos também significativos, os quais não devem ser arbitrários, tampouco aleatórios, obedecendo uma estrutura lógica. O aluno irá aprender baseando-se naquilo que ele já obteve algum contato, ou seja, na experiência anterior, que lhe fará relacionar aos novos conhecimentos que serão adquiridos.

Existem três tipos de aprendizagem significativa, de acordo com AUSUBEL(2003), a aprendizagem representacional, a qual ocorre através da definição de símbolos representativos por um conceito que aproxima daquilo que ele representa; a aprendizagem derivada, mais ampla e conhecida como aprendizagem de conceitos, a qual atribui significação a objetos e coisas, sendo esta importante para aquisição do conhecimento, pois os conceitos compõem as bases necessárias nos processos de assimilação. A terceira, a aprendizagem proposicional, reúne os dois anteriores, de forma mais ampla, em que o indivíduo aprende através da soma dos significados das palavras e da soma dos conceitos.

A aprendizagem proposicional, divide-se em subordinada, superordenada e combinatória. A aprendizagem subordinada, também chamada de subsunção, ocorre quando certas proposições se relacionam com outras proposições ficando subordinada ao subsunçor cognitivo os quais serão descritos na próxima seção. Sendo assim, a aprendizagem subordinada possui distinções de acordo com a forma como ocorre. Para Ausubel (2003, p. 3), a aprendizagem subordinada ou subsunção,

[...] pode denominar-se derivativa, caso o material de aprendizagem apenas exemplifique ou apoie uma ideia já existente na estrutura cognitiva. Denomina-se correlativa, se for uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de proposições anteriormente apreendidas (AUSUBEL, 2003, p. 3).

A aprendizagem derivativa transmite um conceito para que o aluno entenda algo que já foi repassado anteriormente, como exemplo, pode-se citar uma aula de revisão de eletricidade, onde, para ensinarmos eletricidade, devemos fazer uma associação entre o conteúdo novo e um conteúdo já visto, sendo assim, pode-se utilizar hidrodinâmica (conteúdo visto no segundo ano) como um subsunçor de eletricidade, fazendo algumas analogias, tais como: a mangueira seria um condutor elétrico, o fluxo de água, seria a corrente e a diferença de potencial gravitacional seria a DDP elétrica. Já a aprendizagem correlativa, determina uma mudança nas ideias

anteriormente tratadas, através de uma complementação ou qualificação de ideias, como exemplo, pode-se citar a análise crítica de um texto ou exercício, pois utilizando-se do livro didático, pode-se fazer a escolha de um texto para solicitar que os alunos, baseados na aula de introdução do conteúdo, façam o comparativo do que foi explicado com o que está situado no texto.

A aprendizagem superordenada representa uma ideia mais genérica, na qual as ideias mais específicas serão organizadas e relacionadas por essa ideia superordenada, por exemplo, para explicação de circuitos elétricos, pode ser feita uma introdução a componentes eletrônicos que constituem esses circuitos, sendo assim, a análise do circuito começará a ser entendida pela própria associação dos componentes.

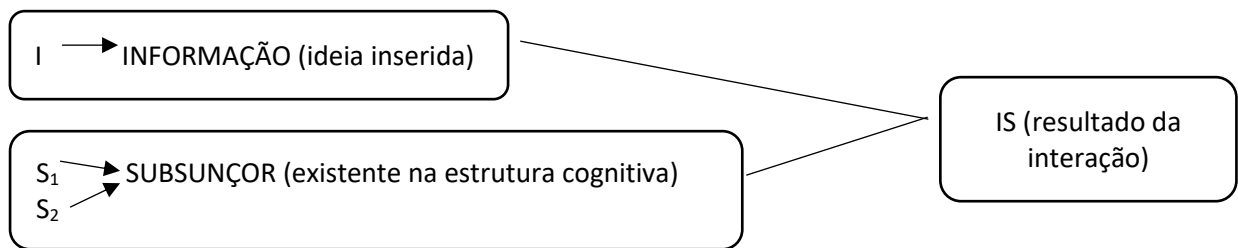
A aprendizagem combinatória ocorre quando uma ideia não pode ser subordinada a outra na estrutura cognitiva do aprendiz, mas pode ser relacionada a uma junção de demais ideias para a compreensão. Em uma aula de associação de resistores, não temos como explicar analogamente os cálculos de equivalência, porém, podemos combinar valores pré-determinados como exemplo, e estes farão chegarmos à demonstração dos resultados obtidos, conceituando um pouco as fórmulas.

2.1 A assimilação Ausuberiana

Para Ausubel (2000), os subsunçores consistem nos principais componentes da estrutura cognitiva capazes de promover a aprendizagem significativa. Esses conceitos, já existentes, foram acumulados durante a vida do indivíduo, sendo assim, quanto mais contatos e experiências com o tema, mais fácil será o processo de assimilação.

A figura 1 representa a conceituação de AUSUBEL (2000) sobre o processo cognitivo de aprendizagem, por meio dos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Figura 1 - Representação da interação entre subsunçores e a formação de novos conhecimentos



Fonte: adaptado pelo autor a partir de conceitos do AUSUBEL (2003)

Citando uma representação da figura acima, no contexto de aulas de eletricidade, tem-se um exemplo de como explicar o conteúdo de correntes elétricas, considerando os subsunçores, corrente e eletricidade. Considerando que:

I = “Corrente elétrica” – fluxo ordenado de cargas elétricas que se movem de forma ordenada em um condutor elétrico.

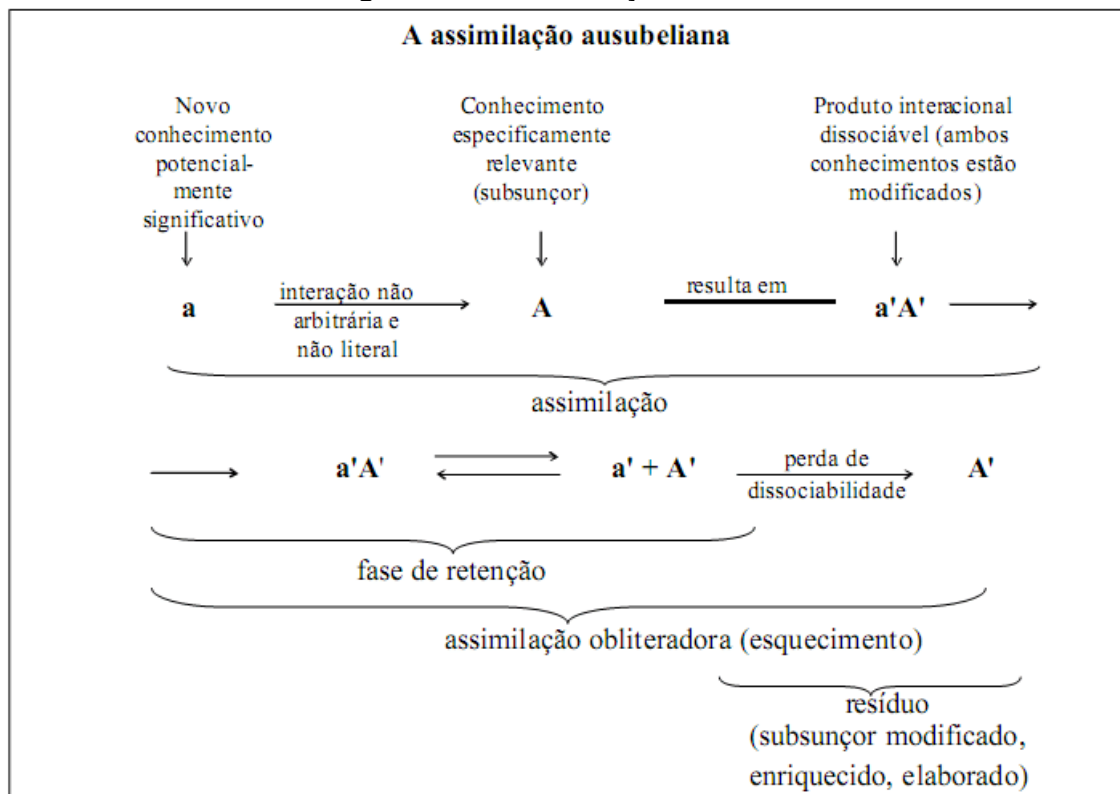
S₁ = “corrente” – Série ininterrupta

S₂ = “elétrica” – Que contém cargas

IS → Série ininterrupta de cargas elétricas que se movem de forma ordenada em um condutor elétrico.

Ausubel (2003) define a consequência da relação entre a estrutura pré-existente e o novo conteúdo a ser aprendido como assimilação, ou teoria da assimilação. De acordo com o autor, a assimilação refere-se ao resultado obtido pela interação entre o material a ser direcionado para a estrutura cognitiva e efetivamente aprendido e os conceitos, ideias e materiais já existentes nela. (AUSUBEL, 2003)

Figura 2 – A assimilação Ausubeliana



Fonte: Moreira, 2005.

De acordo com o David Ausubel, existem dois tipos de aprendizagem que podem ser significativas ou não, a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta, as quais podem ou levar a um conhecimento significativo que, para sua ocorrência, devem possuir alguns fatores determinantes para conseguir atingir o objetivo, dentre eles deve haver uma potencialidade significativa do material a ser aprendido, ou seja, não pode ser arbitrário.

Outro fator que é considerado fundamental para a aprendizagem significativa trata-se dos conteúdos já existentes na estrutura cognitiva, chamado de subsunçores, ou seja, são aprendizagens anteriores em que o indivíduo já possui ideias que servirão de suporte para uma aprendizagem significativa posterior, por isso esse processo é também conhecido como ancoragem do conhecimento. O terceiro ponto considerado é o desejo do indivíduo em aprender, sua disposição influencia fortemente no resultado final. (AUSUBEL, 2003)

Ausubel considera a junção dos dois tipos de aprendizagem significativa para a consecução do objetivo final, que é a retenção do conhecimento, obtido através da ligação entre os subsunçores pré-existentes, com as novas informações, existindo

uma perda esperada (assimilação obliteradora), porém conseguindo atingir o êxito final, a assimilação.

Existe também uma aprendizagem em que não existem subsunções cognitivas, a qual é considerada aprendizagem mecânica, pois esta relaciona-se com o cognitivo apenas de forma arbitrária e literal, não considerando os conhecimentos que já existem na estrutura do conhecimento, o qual considera ser importante para alguns processos de aprendizagem significativa. “Apenas se conseguem interiorizar tarefas de aprendizagem relativamente simples e estas apenas conseguem ficar retidas por curtos períodos de tempo, a não ser que sejam bem apreendidas.” (Ausubel, 2000). Mesmo estabelecendo a importância da aprendizagem mecânica, o autor deixa claro a “superioridade” da assimilação significativa em relação à memorização.

2.2 A aprendizagem por recepção (expositiva)

Como foi tratado anteriormente, Ausubel considerava dois tipos de aprendizagem que podem levar a uma absorção significativa do conhecimento. A aprendizagem por recepção é um dos métodos utilizados no processo educacional, porém, o mesmo, muitas vezes, não é realizado da forma mais correta para que haja uma verdadeira assimilação.

Refere-se ao tipo de ensino mais utilizado atualmente, em que o conteúdo que se pretende repassar aos alunos é compilado e segregado aos mesmos em sua forma final com os conhecimentos que se pretende ensinar. Existem dois princípios norteadores da aprendizagem por recepção: o princípio da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora nos materiais de instrução:

O primeiro princípio reconhece que a maioria da aprendizagem e toda a retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstracção, generalidade e inclusão. A reconciliação integradora tem a tarefa facilitada no ensino expositivo, se o professor e/ou os materiais de instrução anteciparem e contra-atacarem, explicitamente, as semelhanças e diferenças confusas entre novas ideias e ideias relevantes existentes e já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes (AUSUBEL, 2003, p.3).

As ideias mais gerais devem ser apresentadas primeiro de acordo com o princípio da diferenciação progressiva, para posteriormente serem abordados os

elementos detalhados e específicos de cada ideia geral, este princípio ajudará o aluno a aprender de forma significativa, pois o mesmo irá possuir uma base geral para compreensão das ideias mais específicas de uma maneira mais clara. O segundo princípio defende a organização das ideias, as mais antigas e as novas deverão ser esclarecidas quanto a suas diferenças e aproximações. Para introduzir a eletricidade, pode ser feita uma análise da quantidade de elementos no cotidiano dos alunos que utilizam-na como fonte de energia, representando, assim, sua importância, abundância e versatilidade, após isso, escolhe-se um destes elementos para explicar o que a eletricidade causa no seu funcionamento, bem como alguns efeitos e variações que esse elemento pode ter.

Ausubel (2003), de forma enfática, tece uma crítica à forma como este modelo de ensino é utilizado, juntamente com outros estudiosos (Joseph Novak, 1988; Libaneo, 1990; Moreira, 1998) consideram que tal método apenas provoca uma repetição de palavras soltas que não representam novas descobertas, relacionam-no com a fala do papagaio, que apenas transmite aquilo que escuta, um método ultrapassado de ensino. As construções verbais e proposições soltas são consideradas inadequadas para um bom processo de aprendizagem, a menos que o aluno já tenha tido outros contatos anteriores com o tema visto. Porém, Ausubel também defende que, mesmo uma aprendizagem por recepção que apenas apresente o conteúdo na sua forma final pode levar a uma aprendizagem significativa se forem apresentadas novas ideias e conceitos os quais se ancorem aos obtidos anteriormente, de forma mecânica, o que poderia resultar em uma aprendizagem significativa, desde que considere os três fatores básicos apresentados anteriormente (materiais potencialmente significativos, subsunçores e disposição do indivíduo para a aprendizagem) (AUSUBEL, 2003).

Todavia, a aprendizagem por recepção, na maioria das vezes, ocorre de forma arbitrária e apenas expositiva, com isso, Ausubel (2003) apresenta inadequações quanto ao uso da técnica de ensino por recepção:

1. Uso prematuro de técnicas verbais puras com alunos imaturos em termos cognitivos.
2. Apresentação arbitrária de factos não relacionados sem quaisquer princípios de organização ou de explicação.
3. Não integração de novas tarefas de aprendizagem com materiais anteriormente apresentados.
4. Utilização de procedimentos de avaliação que avaliam somente a capacidade de se reconhecerem factos discretos, ou de se reproduzirem ideias pelas mesmas palavras ou no contexto idêntico ao encontrado originalmente (AUSUBEL, 2003, p. 7).

Como visto acima, as quatro inadequações mostram que, muitas vezes, as metodologias não consideram a importância dos subsunçores, assim, provoca o ensino expositivo em sua forma “pura” como estabelecido anteriormente por Ausubel (2003). Essa didática arbitrária ocorre de forma desorganizada e sem bases fortalecendo o conhecimento já existente e sem ligações aos materiais já repassados. A quarta inadequação apresentada por Ausubel diz respeito à forma como a maioria das aprendizagens por recepção são avaliadas, através de questionários que solicitam apenas a transcrição do conteúdo explicado anteriormente, de forma idêntica, como a fala do papagaio.

Para se opor a essas ações, a aprendizagem por recepção pode ser utilizada através de aulas dinâmicas, leituras e abordagem experimentais. Uma alternativa ao problema retratado pelo autor consiste na utilização de aulas através de experimentos, que transmitirá aos alunos os conceitos de modo verbal, relacionando a aprendizagem significativa por assimilação atrelada a demonstrações realizadas pelo professor e, posteriormente, apreendidas pelos estudantes.

Ausubel (2003) afirma que “as generalizações significativas não se podem apresentar ou ‘dar’ ao aprendiz, mas apenas ser adquiridas como um produto da atividade de resolução de problemas” (AUSUBEL, 2003, p. 6 e 7). Nessa perspectiva, deve-se evitar o uso de visões muito amplas como forma de aprendizagem, sendo essas usadas apenas para dar respostas a atividades desenvolvidas pelo indivíduo, então conceitos mais superficiais serão mais rapidamente absorvidos e, posteriormente, teremos como aprofundar em cada um desses. Ratifica Ausubel (2003) “[...] todas as tentativas para se dominarem os conceitos e as proposições verbais são formas de verbalismo vazio, a não ser que o aprendiz possua uma experiência anterior recente com as realidades concretas [...]” (AUSUBEL, 2003, p. 6 e 7). Com um mundo cada vez mais tecnológico, é comum que crianças quebrem seus brinquedos e vejam o que tem dentro deles, levar um desses brinquedos para a sala pode colocar sua aula num estágio mais avançado, pois eles terão algo concreto já utilizado.

Essas ações didáticas, pedagógicas, assim como os meios e as condições para mobilizar o conhecimento apresentam-se como importantes para se obter a aprendizagem. Assim como as pesquisas desenvolvidas por Ausubel, no contexto do século XXI, as pesquisas no campo do Ensino de Física têm apontado para as

dificuldades de aprendizagem de Física no Ensino Médio, especificamente de Eletricidade, seja por questões relacionadas ao nível de concentração dos alunos, interesses pessoais, sociais, científicos, econômico, políticos ou ainda devido à motivação dos alunos em consonância com o desenvolvimento das tecnologias, tal como o avanço das redes sociais.

Todavia, a cultura digital, inerente ao contexto do século XXI, demanda abertura e flexibilidade para conviver com fluxos diversificados de informações onipresentes, haja visto a multiplicidade de letramentos (ROJO, 2010), diversidade, ambiguidade e incerteza do conhecimento, que se expande na inter-relação entre saber cotidiano e conhecimento científico.

Sendo assim, a aprendizagem por descoberta torna-se primordial para a AS, uma vez que esta vai de encontro à aprendizagem por recepção e que, diante de uma vasta quantidade de conceitos, cálculos e símbolos, ela se faz presente constantemente nas explicações, discussões e exposições. Através de repetição, busca-se que o aluno consiga reter conhecimentos significativos, ou seja, as exposições verbais contribuem para a formação dos subsunçores necessários para o processo cognitivo ser eficaz.

De forma sintética, o que Ausubel (2000, p. 49) nos leva a compreender é que “a aprendizagem por recepção é aquela em que o aluno absorve diversos conteúdos repassados nas escolas enquanto a aprendizagem por descoberta se faz presente nas resoluções de problemas do dia a dia”. Dessa forma, conclui-se o capítulo compreendendo que a aprendizagem, quando estabelecida sem uma base de descobertas e resoluções de problemas, não mobiliza o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA VISÃO CLÁSSICA À CONTEMPORÂNEA

A aprendizagem significativa é um processo de ligação entre informações na estrutura de cognição dos indivíduos, uma das quais funciona como subsunçora, deve servir de base para o entendimento da outra, ou juntam-se para a obtenção de uma nova significação ou novo conhecimento. Como a construção da ciência na nossa região é muito precária, a utilização de analogias, bem como a demonstração experimental e a contextualização do conteúdo são fundamentais para os processos de ensino e aprendizagem.

Moreira³ (2016) estuda a aprendizagem significativa através de obras dos autores, Ausubel (2003), Gowin⁴ (1981), Novak (1981), explicando cada teoria de forma crítica a fim de formular seus próprios preceitos. Para Moreira (2016), a estrutura cognitiva representa o saber já existente, no qual aquele que pretende ensinar deve averiguá-la para mediar os conhecimentos baseados nos saberes pré-existentes. Fundamentado neste princípio, Moreira (2016) apresenta como característica da aprendizagem significativa a “interação entre conhecimentos novos e prévios”. Para o referido autor, essa interação deve ocorrer de forma substantiva e não arbitrária para que ocorra o aprendizado efetivo, diferente do aprendizado

³ Marco Antônio Moreira, nascido em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, o Professor Marco Antonio Moreira tem dedicado sua vida à docência e à pesquisa em Ensino de Física. Licenciado em Física pela Faculdade de Filosofia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em 1965, concluiu o mestrado em Física, pela UFRGS em 1972 e tornou-se Ph.D. em Ensino de Ciências pela Cornell University, USA em 1977. Foi professor do Instituto de Física da UFRGS de 1967 até 2012, quando se aposentou como Professor Titular Emérito. Professor Moreira iniciou sua carreira docente aos 22 anos como professor de Ensino Médio de Física e Matemática no Colégio Estadual Pedro Schneider e Colégio São José, São Leopoldo, onde atuou até 1967. Simultaneamente foi professor de Física e Estatística, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Leopoldo (atual UNISINOS), RS. Foi Pesquisador 1A, CNPq, de 1989 a 2014, sendo que, atualmente, é Pesquisador Sênior. (Revista do Professor de Física. Brasília, vol. 2, n. 3. 2018).

⁴ Dixie Bob Gowin -Professor emérito da Universidade de Cornell (USA) -Atuou na área de Filosofia da Educação, Fundamentos da Educação e Estrutura do Conhecimento -1956 - Doutor pela Universidade de Yale -1957 – 1959 - Professor de Biologia do Kansas State Teacher College -1958 - Pós-doutor em Filosofia na Universidade de Yale -1958 a 1961- Professor assistente na Universidade de Chicago - 1959 – 1967 - Professor de Cursos de Formação de Professores em Biologia na Universidade Purdue, Indiana -1967 – 1955 - Professor da Educação em Biologia na Universidade de Cornell -1969-1970 - Coautor da 2ª edição do livro Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel -1998 - Professor Cientista Sênior visitante da Universidade West Florida – Institute for Human & Machine Cognition - Trabalha com a Marinha Norte Americana, NASA e CIA -1998 - Recebeu vários prêmios, incluindo um Doutorado Honorário da Universidade Comahue, Argentina -2002 – Doutor Honoris Causa pela Universidade Pública de Navarra, Espanha -2006 – Doutor Honoris Causa pela Universidade de Urbino, Itália -Colaborou com Novak e Ausubel na Teoria da Aprendizagem Significativa. (disponível em < <https://slideplayer.com.br/slide/11807985/>>)

mecânico, em que não se considera o conhecimento prévio, ao invés de, o que, para Moreira (2016), a interação estabelecida pelo modelo tradicional de ensino não direciona para o desenvolvimento da compreensão com significação.

Existem duas condições imprescindíveis para que a AS se efetue. Inicialmente, é necessário um material potencialmente significativo, com significação lógica e subsunções existentes, e a segunda, a disposição e vontade de adquirir novos conhecimentos, condição essa implícita ao aprendiz que, durante o processo de aprendizagem revelará essa referida condição.

Para Moreira (2008, p. 9), “quando o indivíduo não atribui significados aos conhecimentos, a aprendizagem é dita mecânica. Definições, por exemplo, são repetidas mecanicamente, sem compreensão, sem significado.” Compreende-se, a partir do exposto, que a aprendizagem se revela a partir de um processo de memorização e, quando em um curto intervalo de tempo não se estabeleça novos estímulos cognitivos que mobilizem a formação de novas ideias, novos conhecimentos, a aprendizagem não se fixa no cérebro, tendo em vista não ter se estabelecido a aprendizagem significativa.

Para que se possa compreender que o conhecimento foi internalizado e apreendido, tornando-se este significativo para o desenvolvimento e autonomia do aluno, Ausubel (2003) orienta a aplicação de testes de compreensão, afim de diferenciar os questionamentos daquilo que está presente no material original, para que o aprendiz não se prenda apenas àquela forma inicial e conceitos prontos e sim que ele procure novos métodos de compreensão e expansão do conhecimento.

Os testes de compreensão, segundo Ausubel (1978), são as formas de buscar evidências da aprendizagem significativa, ou seja, através de exercícios e testes. Face ao exposto, Ausubel (1978) ratifica que “a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido.” (AUSUBEL, p. 146-147). Neste sentido, o autor, destaca ainda que se estabeleçam novas situações, com questionamentos não familiares para modificar o conhecimento inicial.

Embora Ausubel (2003) proponha que a validação da aprendizagem significativa deva se estabelecer a partir da aplicação dos testes de compreensão, Moreira (2016) acredita que esses testes podem prejudicar a interação do aluno com o professor e, como consequência, o próprio conhecimento, segundo ele não existem

receitas prontas, ou testes prontos. É preciso que esses testes sejam realizados de forma diferente dos textos originais, já vistos, para realmente poder validar a compreensão pelos alunos.

Testes de compreensão devem, no mínimo, ser escritos de maneira diferente e apresentados em um contexto, de certa forma, diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional. Solução de problemas, sem dúvida, é um método válido e prático de se procurar evidência de aprendizagem significativa. Talvez seja, segundo Ausubel, a única maneira de avaliar, em certas situações, se os alunos, realmente, compreenderam significativamente as idéias que são capazes de verbalizar. Ele mesmo, porém, chama atenção para o fato de que, se o aprendiz não for capaz de resolver um problema, isso não significa, necessariamente, que tenha apenas memorizado os princípios e conceitos relevantes à solução do problema, pois esta envolve, também, o uso de outras habilidades, além da compreensão (MOREIRA, 2016, p.17).

Com isso, Moreira (2016) propõe que a fixação da aprendizagem seja verificada considerando a busca de evidências, tendo em vista a aprendizagem significativa não linear, mas sim progressiva para o autor. É preciso considerar a zona cinza, ou seja, toda a parte interna, externa e os extremos da aprendizagem, compreendendo que a mesma não se estabelece de forma totalmente significativa ou ainda totalmente mecânica à recursividade, ou seja, a necessidade de refazer as atividades, que a avaliação da aprendizagem não se estabeleça apenas como sendo somativa, mas ainda–recursiva e formativa, assim como, considera que as situações novas de aprendizagem devem ser propostas de forma progressiva.

É preciso também ter claro que aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta não constituem uma dicotomia. Assim como há um contínuo entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, há outro entre aprendizagem por recepção e aprendizagem por descobrimento. Quer dizer, o conhecimento não é, necessariamente, construído ou por recepção ou por descoberta. Novamente aí há uma “zona cinza” entre os extremos do contínuo. Determinados processos de ensino-aprendizagem situar-se-ão em distintas posições nesse contínuo dependendo, por exemplo, do nível de escolaridade em que se está trabalhando. (MOREIRA, 2006, p.14)

Neste sentido, para Moreira (2016), não existe um processo didático universal estabelecido para verificar/identificar a aquisição da AS, de acordo com o autor, devem existir diferentes estratégias de ensino para verificação deste processo, tais como, elaboração de mapas conceituais, diagramas V⁵, dentre outros, em

⁵ **Diagrama V** é um instrumento heurístico proposto, originalmente, por D.B. Gowin (1981; Gowin e Alvarez, 2005), para a análise do processo de produção de conhecimento (ou seja, análise das partes desse processo e a maneira como se relacionam) ou para “desempacotar” conhecimentos documentados em artigos de pesquisa, livros, ensaios, etc.. Por isso mesmo, é também chamado de Vê epistemológico, Vê do conhecimento, Vê heurístico ou, ainda, Vê de Gowin (MOREIRA, 2012 p. 55).

consonância com a disposição do aluno em aprender. De acordo com Moreira (2012) Mapas conceituais são diagramas que relacionam conceitos ou palavras que representam aqueles conceitos, diferem-se dos organogramas ou mapas de fluxo, por não possuírem uma sequência fixa, temporal e direcionada. “Mapas conceituais podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Mas este é apenas um modelo, mapas conceituais não precisam necessariamente ter este tipo de hierarquia. Por outro lado, sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não obrigatoriamente.” (MOREIRA, 2012 p. 42)

Para Moreira (2008, p. 10),

Na verdade, é uma ilusão pensar que levar em conta o conhecimento prévio, centrar o ensino no aluno, estimular o questionamento, propor atividades colaborativas e outras estratégias didáticas, necessariamente, levará à aprendizagem significativa, pois esta é **progressiva**, com rupturas e continuidades, e depende de o aluno se predispor a ela (MOREIRA, p.10 2008, grifo meu).

Muito embora, conforme analisado anteriormente, Ausubel (2003) oriente que o professor, primeiramente, escolha os conceitos iniciais, determine as ideias gerais, e, em seguida, identifique os subsunçores mais importantes para compor a sua metodologia e propiciar o alcance da aprendizagem, de forma significativa, a partir do que o aluno já sabe, utilizando-se de testes de diagnóstico inicial e contínuo, etc. Desta forma, o professor deve ensinar de acordo com esses preceitos os conteúdos programáticos para que se obtenha a aprendizagem significativa.

Na perspectiva de Moreira (2008), para que ocorra a AS, dois princípios básicos são considerados importantes, o princípio da “diferenciação progressiva” e a “reconciliação integrativa”. Embora tenham sido apresentados, no capítulo anterior, quando apresentados na perspectiva de Ausubel (2003), na visão de Moreira (2008), não pode existir, entre estes dois princípios, uma separação, ratifica o autor que:

1) Começar com as ideias, os conceitos, as proposições mais gerais e inclusivos não significa apresentá-los em suas representações mais

sofisticadas, matematizadas; ao contrário, deve-se começar com uma abordagem mais fenomenológica, mais conceitual e progressivamente, chegar a um enfoque mais formal; 2) Também não significa uma sequência dedutiva [...] Portanto, deve-se descer e subir, permanentemente, nas hierarquias conceituais. Ao se fazer isso, se está, ao mesmo tempo, promovendo a diferenciação progressiva (do geral para o particular) e a reconciliação integrativa (do particular para o geral) (MOREIRA, 2008, p. 37 e 38).

A visão de Moreira (2008) sobre a AS é complementar a de Ausubel, na medida em que ambos estabelecem que é preciso existir uma aprendizagem significativa crítica, que o indivíduo obtenha os significados com a capacidade de distingui-los e organizá-los cognitivamente para promover a aprendizagem significativa.

Embora Moreira (2008) considere que a Aprendizagem Significativa se estabelece de forma progressiva, o mesmo destaca que as escolas ainda têm promovido um ensino mecânico, no qual resulta em uma aprendizagem mecânica e que, na maioria das vezes, para eximir-se da culpa por um ensino totalmente mecânico, identificam como problemática para o estabelecimento da aprendizagem significativa as deficiências dos alunos, a falta de interesses dos mesmos, assim como, as modernizações no mundo contemporâneo.

De forma a ampliar sua compreensão teórica – epistemológica sobre Aprendizagem Significativa, Moreira (2008) destaca, ao mesmo tempo em que avalia a visão humanista de Joseph Novak ⁶(1984) como importante para compreensão desta categoria.

Novak considera que, engrandecimento humano deve ser o principal foco da aprendizagem significativa, ou seja, quando se consegue a aprendizagem significativa, nota-se também o crescimento do aprendiz, de forma que ele estará mais propício a desenvolver novas aprendizagens.

Temos de apreciar, celebrar e compreender quão maravilhosamente variados e inventivos são os seres humanos. Temos de abandonar o mito do desenvolvimento contínuo seguindo leis simples da aprendizagem. A possibilidade de crescimento e variação é muito maior do que a tendência central; os dados que parecem justificar as crenças convencionais sobre a aprendizagem são dados de agregação, não factos. A modificação do nosso

⁶ Novak é um experiente cientista de pesquisa. Completou seus estudos na Universidade de Minnesota, em 1958. Lecionou na Universidade do Estado do Kansas e Purdue e desenvolveu os mapas conceituais, como são agora conhecidos, sendo professor de Educação e Ciências Biológicas na Universidade de Cornell, onde realizou pesquisas em educação, aprendizagem, criação e representação de conhecimento. Autor de muitos livros e artigos, incluindo "Learning How to Learn", (Aprendendo como Aprender) 1977, traduzido para 8 idiomas e recentemente "Aprender, criar e usar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas facilitadoras em escolas e corporações", em tradução para 6 idiomas. (VARGAS,2010)

ponto de vista, acerca da individualidade e do modo como nos convertemos em indivíduos, terá consequências radicais e generalizadas (NOVAK, 1984, p.26).

Para conseguir esse objetivo, o professor precisa, antes de tudo, respeitar o aluno e suas formas de raciocínio, pois, a aprendizagem significativa deve partir das premissas que os seres humanos pensam, sentem e agem, devendo esses processos serem relacionados aos processos de ensino e aprendizagem.

Na perspectiva de Joseph Novak (1984), considerado o criador dos mapas conceituais, estratégia ou ferramenta impulsionadora da aprendizagem significativa, para que a aprendizagem aconteça de forma significativa, esta deve provocar no aprendiz uma sensação de positividade, de alegria e despertar novas curiosidades. Percebe-se, a partir de Novak (1984) que, a aprendizagem possui uma relação direta com os sentimentos, com as emoções, com o estado de bem-estar do aluno, uma vez que, para o autor, os sentimentos obtidos terão grande consequência para a continuidade e eficiência do aprendizado (NOVAK, 1984).

Neste contexto, a aprendizagem, na visão humanista, considera que é desnecessária a aprendizagem mecânica no processo de aprendizagem dos alunos na Escola, uma vez que esta não valoriza o esquecimento, não provoca o surgimento da dúvida e, neste sentido, passa a acreditar que o aluno deve decorar/memorizar fórmulas e conceitos sem que exista relações direta destas com o contexto do aluno ou ainda sem a necessidade de poder contribuir para o desenvolvimento intelectual do mesmo.

Para Novak (1984), citado por Moreira (2008),

quando a aprendizagem é significativa, o aprendiz cresce, tem uma sensação boa e se predispõe a novas aprendizagens na área. Mas o contrário disso é que, quando a aprendizagem é sempre mecânica, o sujeito acaba por desenvolver uma atitude de recusa à matéria de ensino e não se predispõe à aprendizagem de forma significativa (NOVAK, 1984, citado por MOREIRA, 2008, p.46).

Com isso, Novak (1984) apresenta a ideia de “lugares comuns da educação”, representados pela sociedade, escolas, currículo, comunidade e interações interpessoais, os quais são importantes no processo de AS, já que o aprendiz adquire o conhecimento por meio do professor, através da interação e do apoio de algum material, em um determinado local, sendo esta, a lógica educativa formada pelos cinco

elementos básicos (ensino, aprendizagem, currículo, matriz social e avaliação) (NOVAK,1984)

Uma outra visão discutida por Moreira (2008), ao tratar sobre a aprendizagem significativa, consiste no enfoque interacionista social, no qual utiliza-se de três elementos responsáveis pela AS, a saber, o aluno, o professor e os materiais educativos do currículo (GOWIN, 1981).

O enfoque interacionista social, defendido por Gowin (1981), relaciona o professor e o aluno através da busca por significados, os quais são função do professor repassar esses significados e os alunos buscam pelos mesmos. O autor considera que esses significados irão preceder a aprendizagem significativa, ou seja, fazer parte da base do conhecimento posterior, como afirma Moreira (2016), em uma análise crítica da visão de Gowin:

Nesse modelo, um episódio de ensino se consuma quando o aluno capta os significados que o professor queria que ele captasse e que são aqueles já aceitos por uma comunidade de usuários. É nesse sentido que há um compartilhamento de significados. Nesse olhar, o aprendiz está em condições de decidir se quer aprender significativamente quando capta os significados aceitos no âmbito da matéria de ensino, compartilhando significados com o professor a respeito dos materiais educativos do currículo. Quer dizer, Gowin introduz a ideia de captação de significados como algo anterior à aprendizagem significativa propriamente dita (MOREIRA, 2016, p. 34)

De forma sintética, o enfoque interacionista social constitui-se de uma relação recíproca de significados, em que o professor explana os conceitos e os repassa aos alunos através de materiais didáticos em articulação com o meio social, dessa forma, tem-se o que o enfoque interacionista social compreende como sendo um compartilhamento de significados.

Moreira também estuda a visão cognitiva no modelo contemporâneo com Johnson-Laird (1983), estudando sobre os modelos mentais que apoiam a aprendizagem significativa, como um primeiro passo para a orientação do sujeito, os quais ocorrem devido os conhecimentos prévios, o que se liga à visão clássica. Estuda, anteriormente, assim como Vergnaud (1990), que defende a progressividade e complexidade da aprendizagem significativa, o conhecimento é adquirido ao longo de muito tempo e de forma complexa.

Para Vergnaud, o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito que aprende, ocorre ao longo de um extenso período de tempo. Campo conceitual é, sobretudo, um conjunto de situações-problema, cujo domínio requer o domínio de vários conceitos de natureza distinta. Os conhecimentos dos alunos são moldados pelas situações que

encontram e progressivamente dominam. Mas essas situações são cada vez mais complexas. Um campo conceitual é um campo complexo. A única maneira de um sujeito dominá-lo é dominar, progressivamente, situações cada vez mais complexas (MOREIRA, 2016, p. 37).

Nota-se então que, a aprendizagem significativa é primordial no campo do conhecimento, seja na visão clássica de Ausubel (2003), humanista de Novak (1984), ou crítica de Moreira (2016), considera-se que o mais importante na esfera da educação é o conhecimento e ele, como afirma Moreira (2016), está em constante evolução, por isso, de nada adianta elaborar fórmulas perfeitas, planos ou receitas prontas, o que vale é a relação aluno-professor-conhecimento.

4 A RECICLAGEM ELETRÔNICA E A SUA IMPORTÂNCIA PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE E PARA A CONSCIENTIZAÇÃO DOS ALUNOS

Visando melhorar a interação dos alunos na aula, o professor tem que recorrer a tudo que ele puder usar como ferramenta. A interdisciplinaridade é algo muito importante nesse aspecto, ela é definida por Fazenda(2020, p.9) como um meio de se buscar o conhecimento de forma ousada, sendo o aspecto humano mais importante que o currículo do ensino, por isso, falar da importância da reciclagem, dos seus benefícios e também da quantidade de informação contida em cada material daquele que é considerado lixo, é essencial para este processo.

Diante das dificuldades existentes nos processos de ensino, que podem ser relacionadas ao aluno ou ao ensino como um todo, tais como, desigualdades sociais, problemas psicológicos ou limitações físicas; deficiências nas estruturas das Instituições de ensino, assim como desvalorização dos profissionais de ensino, especificamente as dificuldades vivenciadas pelas Escolas Públicas, torna-se importante o investimento em pesquisas na área do Ensino, especialmente em pesquisas e estudos que têm ou que se propõe a investigar caminhos, no tempo e no espaço, a auxiliar o professor, aluno e a escola no desenvolvimento de metodologias e estratégias de ensino inovadoras, tendo em vista a melhoria da qualidade do processo de ensinar e de aprender.

No bojo dessas questões, as aulas diversificadas apresentam-se como estratégia inovadora para os alunos.

Na expectativa de reverter os problemas que afligem a área de educação, acreditamos que a implementação de novas práticas educativas, dentre as quais se destaca o uso de estratégias de ensino diversificadas, possam auxiliar na superação dos obstáculos (PEDROSO, 2009, p. 3183).

Pedroso (2009) também salienta que as aulas diversificadas podem aproximar o aluno e o professor, podendo ser um meio de melhoria da aprendizagem. Nas Ciências Exatas, por exemplo, as disciplinas, por muitas vezes, apresentam-se como cansativas, devido ao grande número de fórmulas e conceitos abrangentes, em que os alunos precisam decorar todas aquelas fórmulas que, na sua maioria, não veem relação com alguma utilidade prática, como afirma Santos et.al (2015, p.218). Além disso, os conteúdos, muitas vezes, requerem um nível alto de atenção às explicações

dadas e ainda necessitam que o aluno estabeleça ligações do real com o imaginário para conseguir entender determinado conceito.

Em termos estruturais, as escolas que possuem laboratórios de ensino ou que viessem a possuir passam a ampliar seus espaços de ensino, deixando de ter apenas a sala de aula como espaço de construção do conhecimento e, desta forma, torna o processo diferente do que habitualmente vivencia-se no contexto das escolas, ou seja, o desenvolvimento do ensino, na maioria das vezes limitado à sala de aula, como afirmam ZANON e PALHARINI (1995, p.2): “[...] a escola silencia o mundo das experiências vividas ao ensinar a ler apenas as palavras da escola e não as palavras do mundo”.

Considerando as limitações e ou prioridades de investimento voltados para a escola, para a formação do professor, para o currículo e processos de construção sócio científico estabelecido na escola e ainda todo o sistema educacional, a utilização de produtos recicláveis no ensino, como a reciclagem eletrônica, emerge como estratégia e/ou alternativa didática para a inovação no ensino e, conseqüentemente, para a aprendizagem, como defendem Abreu e Machado(2014) em relação ao uso do lixo eletrônico nas aulas, no referido estudo utiliza-se em relação a conteúdos da disciplina de química.

Seu caráter interdisciplinar, seus benefícios para a aprendizagem, sua dimensão ambiental, tais como conhecer os elementos presentes no lixo eletrônico, quais são prejudiciais ao meio ambiente, aprender como descartá-los ou reaproveitá-los, dentre outras questões inerentes à aprendizagem, torna-o uma estratégia inovadora para ensinar física. A exemplo do exposto, compreende-se que os equipamentos eletrônicos, como celulares, computadores, televisões, refrigeradores, dentre outros, possuem substâncias em sua composição altamente nocivas aos seres humanos e ao meio ambiente, neste sentido, o seu descarte incorreto pode causar inúmeros danos irreversíveis à saúde da população e ao planeta.

O SEBRAE conceitua os equipamentos eletroeletrônicos,

Resíduos Eletroeletrônicos - REE São equipamentos eletroeletrônicos (telefones celulares, computadores, televisores etc.), partes e peças que chegaram ao final de sua vida útil ou seu uso foi descontinuado. Estão incluídos os acumuladores de energia (baterias e pilhas) e também produtos magnetizados. São conhecidos mundialmente como e-waste, ou e-lixo. (SEBRAE, 2016, p.1)

De acordo com a publicação do SEBRAE (2016), o Brasil é o maior produtor de lixo eletrônico da América Latina, produziu “1,4 milhão de toneladas em 2014” e só

reciclou 2% do total. Dessa quantidade, entre 60 e 80% era destinado em lixões e aterros a céu aberto.

Considerando as implicações do contexto anterior, no ano 2010, o Brasil publicou a lei nº 12.305/2010,⁷ conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos, que trata sobre a extinção dos lixões a céu aberto, da organização do sistema de coleta e reaproveitamento, reciclagem e reutilização dos resíduos eletrônicos, com a total utilização apenas de aterros sanitários.

Para que isso ocorra, é permitido que as diversas esferas do poder público se articulem para buscar soluções à gestão dos resíduos sólidos, assim como também podem se articular com as empresas privadas e até oferecer preferência de contratação em licitações, caso haja comprovação do comprometimento sustentável da empresa.

A Lei estabelece os perigos, as determinações de responsabilidades aos geradores de resíduos, assim como ao poder público.

Art. 4º A Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Dentre os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos, destaca-se “III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública”; “IV - o desenvolvimento sustentável” (ART. 6º); Quanto aos objetivos tem-se destaque para: “IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos” (ART. 7º) (BRASIL, 2010)

Nota-se, com isso, a importância de todos os setores da sociedade organizarem-se com o objetivo de realizar ações voltadas ao desenvolvimento sustentável. A referida lei também obriga, em seu artigo 33, que fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos implantem e executem a logística reversa em seu sistema de produção, ou seja, deve aplicar políticas de retorno dos produtos após a

⁷ Diário Oficial da União - Seção 1 - 3/8/2010, Página 3 (Publicação Original)
Proposição Originária: PL 203/1991

sua utilização, para que se possa reaproveitá-lo e, assim, diminuir os impactos causados ao meio ambiente.

Embora a discussão sobre a efetivação das boas práticas ambientais tenha ocorrido há dez anos, torna-se necessário a continuidade desta, principalmente em relação ao descarte dos lixos e resíduos, uma vez que, ao longo dos anos a população mundial vem crescendo consideravelmente, com isso, o consumo tem sofrido uma grande ascendência, principalmente no que tange à utilização de produtos tecnológicos que passaram a dominar o comércio mundial. Desse modo, torna-se necessário ampliar as políticas de destinação dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE).

Os equipamentos eletroeletrônicos mais modernos contêm até 60 tipos diferentes de elementos. Grande parte desses materiais é altamente tóxica e não biodegradável. Se esses resíduos forem descartados de forma inadequada podem causar sérios danos ao meio ambiente. Em contato com o solo, esses produtos contaminam o lençol freático; se queimados, poluem o ar. Além disso, podem causar doenças graves, principalmente em catadores de lixo que entram em contato direto com os equipamentos (SEBRAE, 2016, p.2)

Destaca-se que, para a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE (2017), organização que regulamenta o setor eletroeletrônico, os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) são produtos que fazem parte do comércio brasileiro que, para ser caracterizado como (EEE), deve ser produzido a partir de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos, os quais se dividem em onze (11) diferentes áreas setoriais, a saber: Automação Industrial; Componentes Elétricos e Eletrônicos; Dispositivos Móveis de Comunicação; Equipamentos de Segurança Eletrônica; Equipamentos Industriais; Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica; Informática; Material Elétrico de Instalação; Serviço de Manufatura em Eletrônica; Telecomunicações; Utilidades Domésticas Eletroeletrônicas (ABINEE, 2017).

Com o alto número de produtos eletrônicos sendo utilizados pela sociedade, o seu descarte passa a ser um aspecto muito delicado, pois ainda existem poucas informações e conhecimento sobre os perigos que o mal uso e descarte incorreto desses equipamentos podem provocar para o meio ambiente e para a população.

As entidades governamentais vêm desenvolvendo estratégias de divulgação dos malefícios causados pelo descarte incorreto dos materiais eletrônicos, assim,

como procurando diminuir os riscos à população causados por alguns materiais que podem ser substituídos por outros menos danosos, como no caso do mercúrio.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA por meio do RDC 145/2017 passou a proibir, a partir de 1º de janeiro de 2019, o uso e comercialização de termômetros a base de mercúrio, amplamente utilizados no dia a dia, pois, uma vez exposto ao mercúrio, por algumas horas, o indivíduo pode apresentar quadros de Bronquite⁸, problemas na tireoide, comprometimento do Sistema Nervoso Central, bem como causar danos na vida das pessoas, tais como redução da capacidade motora, limitação da resistência física e respiratória, e até mesmo a morte.

No quadro 1, apresentamos as consequências do descarte incorreto de alguns elementos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente.

Quadro 1 – Resultados do descarte incorreto de alguns elementos presentes em equipamentos eletrônicos

ELEMENTO	CONSEQUÊNCIAS DO DESCARTE INCORRETO DE LIXO ELETRÔNICO
Mercúrio	“Se descartado incorretamente, pode poluir os rios e ser absorvido por plantas e animais. Se ingerido em grandes quantidades pelo ser humano, pode prejudicar o fígado e o cérebro.”
Chumbo	“Está presente em diversos aparelhos eletrônicos e pode contaminar o meio ambiente.” Pode causar danos ao Sistema Nervoso Central, podendo ser fatal.
Cádmio	“Muitas baterias contêm este metal pesado que, se absorvido em maiores quantidades, pode afetar a estrutura óssea, rins, fígados e pulmões.”
Arsênio	“Utilizado na fabricação de processadores de computadores, é um elemento cancerígeno com danos principalmente para pele e pulmão.” Com a crescente evolução e expansão das tecnologias, a preocupação com o descarte das mesmas é importante, pois, como trata de um produto comum em notebooks e computadores, pode causar câncer.
Prata	“Utilizada em computadores, celulares e <i>tablets</i> , pode ser prejudicial e causar danos à medula óssea.”

Fonte: Quadro adaptado pelo autor a partir dos dados apresentados pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2016, p. 2) sobre Lixo eletrônico.

No Brasil, a existência de locais de coleta do lixo eletrônico apresenta-se de forma incipiente, muito embora a maioria encontra-se nos grandes centros urbanos. A empresa Otser Gestão de Resíduos Eletrônicos, localizada no Rio Grande do Sul, possui processos definidos para reutilização de materiais presentes em produtos

⁸ É uma inflamação da mucosa da traqueia e dos brônquios grossos e médios, canal que transporta o ar inalado até os alvéolos pulmonares.

eletrônicos, tais como alguns metais, plásticos, ferros e alumínio, porém, em algumas localidades, essa prática ainda não existe, principalmente quando trata-se de locais do interior do Brasil, nos quais pode-se perceber materiais eletrônicos descartados em terrenos baldios, ou nos lixões, podendo estes causar diversos danos ao ambiente e à saúde da população.

Devido à má distribuição de renda, a falta de políticas públicas voltadas ao meio ambiente e, principalmente, a falta de conhecimento da população que não consegue fazer o descarte de maneira consciente.

Sendo assim, a escola tem papel fundamental na mudança de pensamento e de ação da sociedade, nesse contexto, a explanação sobre os problemas causados por esse lixo, bem como novos meios de utilizá-los, podem ser um caminho norteador para que, a longo prazo, tenhamos uma sociedade mais consciente e mais conceituada sobre o consumo de material eletrônico e a real necessidade desse, melhorando seu uso e também seu descarte. O aluno que vivenciar, na sala de aula, ainda em formação de opinião a importância da reciclagem, terá maturidade e responsabilidade para no futuro descartar, consumir e reutilizar esses materiais. A escola ensina o aluno a fazer, mas também o ensina a ser, acreditar que aquilo que é passado na sala vai muito além do conteúdo disciplinar, e que a aula prática pode se tornar uma prática de vida.

5 ASPECTOS CONCEITUAIS DO ESTUDO DA ELETRICIDADE IMPORTANTES NA COMPREENÇÃO DA RECICLAGEM ELETRÔNICA

A eletricidade sempre foi vista como algo muito encantador, na Grécia antiga, filósofos já conseguiam carregar corpos como o âmbar em processos de eletrização por atrito, desse fato deriva o nome eletricidade, pois âmbar em grego é ELÉKTRON.

Sabe-se, atualmente, que todo corpo é formado por átomos, e esses são constituídos por prótons, nêutrons e elétrons, como os elétrons se encontram mais distantes do núcleo e fazem interação de forças fracas, são essas as cargas que podem se movimentar.

O movimento de cargas elétricas, em um material condutor, é chamado de corrente. Compreender os efeitos produzidos na passagem da corrente elétrica por um condutor é algo fundamental no processo de ensino-aprendizagem de eletrodinâmica para alunos do terceiro ano do Ensino Médio. A corrente elétrica produz diferentes efeitos elétricos (aquecimento, produção de luz, contração muscular, sonoridade...) que são estudados e, por sua vez, dependem tanto da intensidade da corrente, como também da natureza do material que a conduz.

Neste capítulo, estudaremos, principalmente, o Efeito Joule ou efeito térmico, que consiste na transformação da energia elétrica em energia térmica, que tem como meio de conversão um resistor. Aquecimento esse que é provocado por conta do impacto da colisão dos elétrons livres com os átomos do condutor. O efeito joule é o princípio de funcionamento de uma grande gama dos aparelhos elétricos que têm como objetivo aquecer, tais como: ferro de passar roupa, chuveiro elétrico, secador de cabelo, churrasqueira elétrica, torneiras elétricas, sanduicheira, etc...

Outros equipamentos utilizam o resistor como fonte produtora de luz, o efeito luminoso: lâmpadas com filamento metálico incandescente, dentre outros.

Vamos conhecer um pouco sobre o efeito de aquecimento (efeito de efeito joule). Para isso, precisaremos conhecer as leis de ohm e a associação dos dispositivos que transformam em calor a energia térmica, o resistor.

5.1 Leis de OHM

Considerando o grande avanço no desenvolvimento da física, nos últimos séculos e o do surgimento das novas teorias, as Leis de Ohm continuam sendo as

principais e mais utilizadas leis da eletricidade e eletrônica, neste sentido, estudá-la torna-se um ato de fundamental importância para a compreensão dos circuitos eletroeletrônicos. (JUNIOR; FERRARO; SOARES,2008)

Abordar as Leis de Ohm, de forma simples, contextualizada e de forma interdisciplinar é poder associar os conceitos de corrente elétrica, tensão e resistência aplicados a aulas práticas, considerando o que os alunos sabem para, assim, compreender melhor os circuitos elétricos, tornam a aprendizagem da eletricidade dinâmica e significativa, ao mesmo tempo em que, o aluno, que é o protagonista do processo, passa a perceber-se capaz de determinar numericamente os valores das grandezas envolvidas no circuito facilitando a aprendizagem sobre o assunto abordado.

Desta forma, compreende-se que, para melhor aquisição do conteúdo eletricidade, torna-se necessário identificar os conhecimentos prévios dos alunos para assim definir a melhor estratégia didática para mediar os principais conceitos, tais como: resistência, tensão e corrente elétrica, bem como os seus respectivos instrumentos de medição.

Em relação aos principais conceitos de eletricidade, tem-se que a **resistência elétrica** está associada a uma oposição (ou dificuldade) ao fluxo de cargas por um meio condutor em um determinado circuito. Neste sentido, essa oposição é convencionalmente chamada de resistência elétrica. (JUNIOR; FERRARO; SOARES,2008)

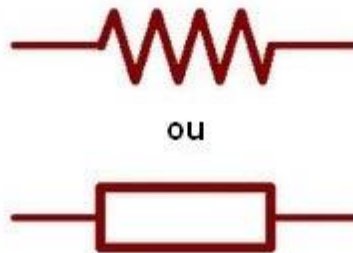
Em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854), responsável pela elaboração das duas leis da eletricidade (denominadas Leis de OHM) que determinam a resistência elétrica dos condutores, a unidade de medida utilizada para resistência elétrica passa a ser denominada ohms (Ω).

Desta forma, ratifica-se que a resistência elétrica, conceito importante para o estudo de eletricidade, se configura como sendo o conjunto de colisões entre os elétrons livres e outros elétrons nos átomos do meio condutor. Esse conjunto de colisões aumenta o grau de agitação molecular e atômico da estrutura desse material e, portanto, eleva a temperatura, processo este denominado de aquecimento devido

ao choque entre os elétrons que passam no meio condutor ou ainda conhecido como Efeito Joule, em homenagem a James Prescott Joule.⁹

Como integrante deste processo, torna-se necessário a existência de um dispositivo eletroeletrônico, cuja função consiste em impor resistência elétrica ao circuito, dispositivo este denominado de **resistor**, o qual geralmente é representado pelo símbolo descrito na figura 3.

Figura 3 – Representação/Símbolo de um Resistor



Fonte: Brasil Escola, 2018.

Conhecida como **diferencial de potencial** e abreviada por **(ddp)**, a **Tensão elétrica** corresponde à diferença de potencial existente entre dois pontos distintos em um circuito. A tensão elétrica pode ser ainda explicada como sendo o valor de energia gerada para movimentar as cargas elétricas pelo circuito, ou a força que impulsiona as cargas através do meio condutor. (JUNIOR; FERRARO; SOARES,2008)

De forma contextual, pode-se dizer que, em relação ao movimento da água dentro de uma mangueira flexível e de baixa dureza, recomendada para uso doméstico ou profissional, na jardinagem, agricultura, irrigação, etc., a tensão elétrica corresponderia à diferença do potencial gravitacional que empurra a água para locais mais baixos. (JUNIOR; FERRARO; SOARES,2008)

Desta forma, a unidade de medida utilizada para a tensão elétrica corresponde a Volts (V), em homenagem ao Químico e Físico italiano Alessandro

⁹ James Prescott Joule (1818 - 1889) foi um físico britânico que nasceu a 24 de dezembro de 1818 em Salford, tendo falecido a 11 de outubro de 1889 em Trafford. Joule estudou a natureza do calor, e descobriu relações com o trabalho mecânico. Isso o direcionou para a teoria da conservação da energia (a Primeira Lei da Termodinâmica). A nomenclatura joule, para unidades de trabalho no SI só veio após sua morte, em homenagem. Joule trabalhou com Lorde Kelvin, para desenvolver a escala absoluta de temperatura, também encontrou relações entre o fluxo de corrente através de uma resistência elétrica e o calor dissipado, agora chamada Lei de Joule. (EXPLICATORIUM)

Giuseppe Antonio Anastásio Volta (1745-1827), que fundamentou e desenvolveu a pilha voltaica (primeira fonte de corrente contínua controlada), a qual, posteriormente, foi substituída pela bateria elétrica. (JUNIOR; FERRARO; SOARES,2008)

A tensão elétrica, como já citada, caracteriza a diferença de potencial entre dois pontos do circuito.

Quando uma carga de prova q_0 é colocada em um campo elétrico $\vec{E}$ criado por alguma distribuição de fontes de cargas, a força elétrica que atua na carga de prova é $q_0 \vec{E}$. Lembrando que a força $\vec{F} = q_0 \vec{E}$ é conservativa (que realiza um trabalho independentemente do caminho escolhido entre dois pontos distintos.), porque a força de interação entre as cargas é descrita pela Lei de Coulomb, que também é conservativa.

Quando a carga de prova é deslocada no campo em velocidade constante por qualquer agente externo, o trabalho que será realizado pelo campo sobre a carga elétrica é igual ao valor negativo do trabalho realizado pelo agente externo causador do deslocamento. A situação acima descrita é muito semelhante ao ato de elevar um corpo com massa qualquer em um campo gravitacional. Fazendo essa analogia, o trabalho feito por um agente externo é mgh e o trabalho feito pela força gravitacional é $-mgh$.

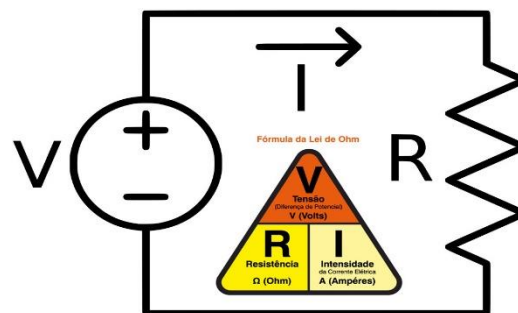
Agora, ao analisar os campos magnéticos e elétricos, é muito comum utilizar a notação $d\vec{S}$ para representar um vetor de deslocamento (ou deslocamento infinitesimal), orientado tangencialmente a um percurso através do espaço. Esse percurso pode ser retilíneo ou curvo, e uma integral encontrada ao longo desse percurso é chamada *integral de percurso* ou *integral de linha* (os termos são sinônimos).

Sendo assim, para um deslocamento infinitesimal $d\vec{S}$ de uma carga elétrica puntiforme q_0 imersa em um campo elétrico, haverá um trabalho que será realizado pelo sistema carga-campo pelo campo elétrico sobre carga é $w_{int} = F_e \cdot d\vec{S} = q_0 \vec{E} \cdot d\vec{S}$. Conforme essa quantidade de trabalho é realizada pelo campo, a energia potencial do sistema carga-campo é alterada por uma quantidade $\Delta U = -w_{int} = -q_0 \vec{E} \cdot d\vec{S}$. Para um deslocamento de espaço finito dessa carga a partir do ponto A ao ponto B, a variação na energia potencial do sistema $\Delta U = U_A - U_B$ é

$$\Delta U = -q_0 \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

Para o cálculo da tensão elétrica, utiliza-se, também, a fórmula $U = R \times I$, onde U significa a tensão elétrica, I significa intensidade de corrente elétrica e R resistência. Dessa forma, a associação $V = I \times R$ define a **Primeira Lei de Ohm**, sendo que esta caracteriza o resultado da relação entre as grandezas tensão (V), corrente (I) intensidade de corrente elétrica e resistência (R), em um circuito elétrico, conforme pode ser visto na figura 3.

Figura 4 – Representação da 1ª Lei de Ohm.



Fonte: Grupo Escolar, 2018.

A figura 3 representa um circuito simples de resistência, onde apresenta-se, dentro dela, o triângulo representativo da Primeira de Lei de Ohm, utilizado para facilitar a representação didática da equação. Conforme pode ser visto na figura 3, a resistência de um circuito corresponde, então, à razão da tensão na qual o resistor está submetido e a corrente que o atravessa.

Ainda sobre a figura 3, pode-se perceber que um conceito fundamental para o estudo de eletricidade consiste na definição de **corrente elétrica**, a qual corresponde ao movimento ordenado (ou não) de cargas elétricas (íons ou elétrons) dentro de um meio condutor. Quando houver um fluxo líquido de cargas elétricas, considera-se que há então uma **corrente elétrica**.

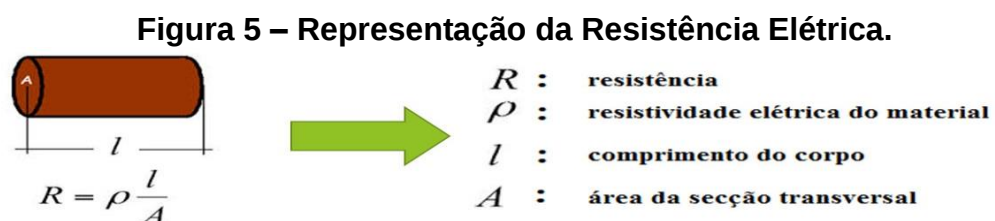
Para definir matematicamente a corrente, imagine um conjunto de partículas carregadas movendo-se perpendicularmente à superfície da área A . (Essa área é a área de seção transversal de um fio.) A corrente será definida como a razão de carga elétrica que passa através dessa superfície em determinado intervalo de tempo. Se ΔQ é a quantidade de carga elétrica que passa através dessa superfície em um

intervalo de tempo Δt , a corrente média $I_{\text{méd}}$ será igual à proporção de carga no intervalo de tempo:

De maneira mais didática, pode-se utilizar a mesma analogia da definição anterior, ou seja, o movimento da água, a corrente seria o fluxo de água dentro da mangueira. Desta forma, o ampère (A), corresponde à unidade de medida utilizada para a corrente elétrica em homenagem ao cientista e físico André Marie Ampère¹⁰.

5.2 Segunda Lei de OHM

A 2ª lei de Ohm é muito conhecida na análise de materiais resistivos, pois é responsável para determinar a resistência dos materiais baseados no próprio material em que é constituído, no tamanho do material e da espessura do mesmo. Representada abaixo por meio de uma figura e também da equação matemática, auxilia o cálculo do valor da resistência elétrica de um corpo. Nesta figura, (ρ) representa a resistividade elétrica do material, ou seja, característica intrínseca a cada material; (l) representa o comprimento do corpo, tendo em vista que, quanto maior o condutor, maior será o número de colisões e (A) representa a área do corte da secção transversal, muito embora, de forma contextualizada, esta área tem sido denominada por eletrônicos e eletricitistas de bitola. Desta forma, quanto mais largo o condutor, mais facilmente as cargas conseguem atravessá-lo.



Fonte: Educação Uol, 2018.

¹⁰ André-Marie Ampère (1775 —1836) foi um físico, filósofo, cientista e matemático francês que fez importantes contribuições para o estudo do eletromagnetismo. Nasceu em Poleymieux, próximo a Lyon, na França em 1775.

Partindo das experiências feitas pelo dinamarquês Hans Christian Oersted, sobre o efeito magnético da corrente elétrica, soube estruturar e criar a teoria que possibilitou a construção de um grande número de aparelhos eletromagnéticos. Além disso, descobriu as leis que regem as atrações e repulsões das correntes elétricas entre si. Idealizou o galvanômetro, inventou o primeiro telégrafo elétrico e, em colaboração com Arago, o eletroímã.

Em sua homenagem, foi dado o nome de ampère (símbolo: A) à unidade de medida da intensidade de corrente elétrica. (SÓ FÍSICA, 2020)

Conforme descrito anteriormente, o resistor é dispositivo que apresenta resistência, pois, ele é o elemento do circuito elétrico que tem como função controlar a intensidade de corrente (por possuir resistência), assim como também pode transformar energia elétrica em energia térmica, no processo de Efeito Joule.

Neste contexto, sendo necessário o estabelecimento de circuitos elétricos, torna-se necessário a utilização de variados tipos de resistências e, como dessa forma nem sempre existe à disposição os valores de resistências, torna-se necessário o estabelecimento de uma associação dos dispositivos para atingir os valores desejados para o circuito, assim, as associações poderão ser classificadas em série, paralela e mista.

5.2.1 Associação em série

O processo de associação em série é utilizado para a definição de valores de resistência acima dos valores de resistores em disponibilidade, ou seja, para que se tenha uma resistência superior a de qualquer resistência de resistores disponível em determinado momento de utilização do circuito, torna-se necessário o estabelecimento de uma associação em série. Ou seja, suponhamos que, em determinado circuito, precisemos de uma resistência de 150 ohms, mas dispomos de vários resistores iguais e de resistência 30 ohms, neste caso, a associação em série nos permitirá atingir o valor de resistência que precisamos.

O processo citado consiste em interligar os resistores de forma sequencial com o terminal de saída do primeiro resistor no terminal de entrada do segundo e repetir esse processo quantas vezes for necessária, conforme pode ser visto na figura 6.

Figura 6 - Associação de resistores em Série.



Fonte: Só Física, 2019.

Desse modo, tem-se como valor da resistência total da associação a soma dos valores de todas as resistências da associação, conforme descrito pela 2ª lei de Ohm. Destaca-se que, aumentando-se o comprimento do material resistivo aumenta a resistência, ou seja: $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$. Face ao exposto, compreende-se que esta associação poderá ser utilizada como se fosse um resistor de resistência = R_t , e, ainda, como os resistores não são polares (divididos em pólos), os terminais de um ou de todos os resistores poderão ser invertidos, tendo em vista que a inversão não interferirá no circuito.

Em relação à corrente, seu valor não sofrerá alteração devido à existência de apenas um percurso em toda a corrente que passará por ela, sendo assim, permanecerá a mesma em todos os resistores. Em termos quantificáveis, pode-se representar a mesma pela fórmula: $I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 \dots$

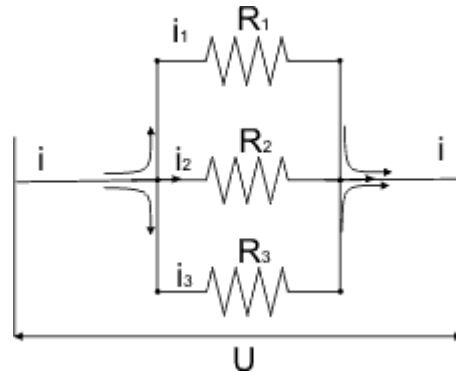
Em relação à tensão, esta será dividida na associação em série, pois, a cada resistência, provoca-se uma queda de tensão, sabe-se que essa queda é proporcional ao valor da resistência conforme analisado na 1ª Lei de Ohm. Sendo assim, o valor da tensão total será a soma dos valores de tensão em cada resistência do circuito, conforme descrito a seguir: $U_t = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 \dots$ (JUNIOR; FERRARO; SOARES, 2008)

Conhecer as grandezas envolvidas no processo nos mostra a importância de cada uma dessas grandezas e facilita a resolução das questões, a associação em série é comumente encontrada em eletrodomésticos com controle de intensidade como batedeiras, ventiladores e liquidificadores. Seu uso hoje é comum e fundamental para vários aparelhos elétricos além dos já citados.

5.2.2 Associação em paralelo

A associação em paralelo consiste em interligar todos os terminais de entrada dos resistores em um único ponto, o mesmo será feito com os terminais de saída dos resistores envolvidos, como mostra a figura 07.

Figura 7 - Associação de resistores em Paralelo.



Fonte: Só Física, 2019.

Sendo assim, como os terminais de entrada e saídas são os mesmos, a diferença de potencial a qual eles estão submetidos é a mesma, ou seja, ambos possuem a mesma tensão, que pode ser representada por: $U_t = U_1 = U_2 = U_3$.

A corrente elétrica será dividida por todos os ramos, de tal modo que a soma de todas elas será o valor da corrente total que pode ser representada por: $I_t = I_1 + I_2 + I_3 \dots$. A corrente elétrica em cada ramal é inversamente proporcional ao valor da resistência, dessa forma, ela poderá ser determinada utilizando-se a primeira lei de Ohm.

Para o cálculo do valor da resistência equivalente utilizar-se-á a primeira lei de Ohm. A exemplo do exposto, podemos citar que, em um determinado ponto do circuito, a corrente elétrica corresponderá a equação: $I = V / R$, logo, a corrente total corresponde à soma de todas as demais correntes. Aplicando a equação em todas as correntes, tem-se: $V / R_t = (V_1 / R_1) + (V_2 / R_2) + (V_3 / R_3) \dots$

Conforme explicitado anteriormente, todas as tensões são iguais, dessa forma, podemos simplificá-la nos termos da equação e assim termos o valor da resistência total correspondente a: $1 / R_t = (1 / R_1) + (1 / R_2) + (1 / R_3) \dots$. Dessa forma, ter-se-á o contrário da associação em série, ou seja, a utilização de resistores de altas resistências. Com esse tipo de associação, encontrar-se-á uma resistência de valor inferior a qualquer uma das resistências associadas. (JUNIOR;FERRARO;SOARES,2008).

Quando da existência de apenas um par de resistores em paralelo, poder-se-á utilizar a equação $R_t = (R_1 \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$, denominada de produto pela soma. A equação consiste na multiplicação dos valores das duas resistências que será dividida pelo valor da soma das mesmas, obtendo-se o valor da resistência total.

Percebe-se, com isso que, se todos os resistores da associação em paralelo possuírem o mesmo valor de resistência, o valor da resistência equivalente corresponderá ao valor da resistência dos resistores dividido pelo número de resistores, ou seja, $R_t = R/N$, sendo (R) o valor da resistência e (N) o valor referente ao número de resistores associados.

Tendo em vista a importância da compreensão do conceito de circuito elétrico como sendo um percurso fechado por onde circula a corrente elétrica e ainda quando o movimento das cargas elétricas se estabelece sempre no mesmo sentido como sendo um circuito elétrico de corrente contínua, destaca-se que a proposta de intervenção, delineada e aplicada a partir desta pesquisa, desenvolveu-se a partir dos circuitos dessa natureza, neste sentido, as próximas seções, abordará a definição de Capacitor, Multímetro e Associação de Capacitores e as grandezas envolvidas (SERWAY, R. A; JEWETT JR, 2004).

6 PERCURSO METODOLÓGICO

A ciência possui uma confiabilidade em tudo o que está relacionada. Sempre que o termo “científico” está ligado à justificativa, sugere-se que esta é altamente confiável, pois a ciência utiliza-se de métodos comprobatórios através da pesquisa para formulação de conceitos, criação de produtos, etc.

É através do método científico que os cientistas executam suas ações a fim de obter a comprovação dos fatos. Prodanov e Freitas (2013, p.14) definem a metodologia como a forma comprobatória da construção do conhecimento, ou seja, “a metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade”.

Para Marconi e Lakatos (2017), o método científico estabelece os meios para se atingir os objetivos do estudo, os quais auxiliam o percurso durante a investigação científica.

6.1 Tipo de pesquisa

O método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho de dissertação e, tendo em vista os objetivos estabelecidos, fundamenta-se na pesquisa-ação. Para Thiollent, a pesquisa-ação consiste na utilização de estratégias para a resolução de problemas coletivos através de ações realizadas, de forma conjunta, entre os envolvidos. Segundo o autor, a pesquisa age em muitos aspectos positivos, principalmente em relação à melhoria de aprendizagens, no caso de alunos ou de práticas no trabalho, dentre outras situações do cotidiano que precisem de melhores resultados (THIOLLENT, 2011).

Sempre na busca de solucionar problemas e melhorar os aspectos sociais, a pesquisa-ação visa estabelecer ligações entre a prática e a teoria a fim de aprimorar o objeto de estudo (Thiollent, 2011). Nesse sentido, a pesquisa-ação se desenvolve de forma dinâmica, sempre revisadas e realocadas, conforme apresenta-se no quadro 2, abaixo:

QUADRO 02 – Delineamento da Pesquisa-Ação

PESQUISA-AÇÃO	
PLANEJAMENTO	Fase importante para a pesquisa, tendo em vista que, neste momento, serão definidos os objetos de pesquisa, as ações a serem executadas para resolver o problema encontrado e as dificuldades que irão enfrentar.
LEVANTAMENTO DE DADOS	Fase na qual deve-se buscar as informações sobre o objeto estudado, através de questionários, entrevistas, índices.
EXECUÇÃO DE AÇÕES	Etapa em que se executa as técnicas de melhoria pretendidas para resolução do problema original.
ANÁLISE CRÍTICA	Avalia-se e monitora os resultados obtidos com a ação.

Fonte: Quadro elaborado pelo autor a partir da obra de Thiollent (2011).

Dessa forma, a pesquisa ação ocorreu na Escola de Ensino Profissional Doutor José Iran Costa, por meio da aplicação de dois questionários com 38 alunos do 3º ano do Ensino Médio. Durante a realização da pesquisa, foi realizada uma análise inicial sobre a turma e rendimentos dos alunos na disciplina de física; aplicação do questionário inicial para diagnosticar o nível de conhecimento dos alunos em relação ao conteúdo de eletricidade; desenvolvimento da pesquisa, através da reciclagem eletrônica na disciplina de eletricidade, aos 38 alunos de uma turma de 3º ano do Ensino Médio, aplicação do questionário final; análise dos resultados obtidos e avaliação para diagnosticar o nível de conhecimento dos alunos do 3º ano do Ensino Médio após o desenvolvimento da pesquisa.

A pesquisa, de acordo com Rauen (2018), compreende-se como o conjunto de ações bem estruturadas para obtenção de fatos ou fenômenos novos. Essas ações devem ser “sistemáticas epistemologicamente e metodologicamente”, (p. 30) ou seja, que abranja conteúdos e práticas.

Existem dois tipos de pesquisa que se diferem pela forma e objetivos, a qualitativa e a quantitativa,

Pesquisa qualitativa I. Modalidade de pesquisa na qual os dados são coletados através de interações sociais (p. ex.: estudos etnográficos e pesquisas participantes) e analisados subjetivamente pelo pesquisador;
Pesquisa quantitativa I. Modalidade de pesquisa na qual variáveis predeterminadas são mensuradas e expressas numericamente. Os resultados também são analisados com o uso preponderante de métodos quantitativos (ex.: estatística); II. Modalidade de pesquisa que investiga fatos... (APPOLINÁRIO, 2011, p. 155)

Considerando o objetivo desta pesquisa, que consiste em desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Ensino da disciplina de eletricidade, com ênfase em circuitos de resistência e o delineamento da pesquisa-ação, descrita acima, nesta pesquisa prevalece uma análise qualitativa dos dados, obtidos através de questionários, observações e interações sociais. Rauen divide a

pesquisa qualitativa em dois grupos, as de descrição e de intervenção, que se diferenciam em relação à intervenção na realidade, enquanto a pesquisa qualitativa por descrição apenas relata os fatos como eles acontecem, a de intervenção se contrapõe em diretamente procurar promover uma mudança na realidade, esta última é que se refere à presente pesquisa. “As pesquisas qualitativas de intervenção englobam estudos que não se delimitam a dados bibliográficos, confiam na notação qualitativa dos dados, mas, diferentemente das pesquisas de descrição, intervêm na realidade” (RAUEN, 2018, p.57).

Assim, esta pesquisa, ao realizar estudos sobre a aprendizagem significativa em relação aos conteúdos de eletricidade, proporciona uma intervenção sobre metodologias que podem ser usadas com objetivo de melhorar tanto o ensino como a aprendizagem.

6.2 Campo Social: Tempo e Espaço

A pesquisa foi realizada no município de Várzea Alegre – Ceará, município distante 432 km da capital – Fortaleza, cuja população estimada em 2019, de acordo com o IBGE é 40.721 pessoas, segundo o último censo feito em 2010, a sua densidade demográfica era de 45,99 hab/km², na educação possui taxa de escolarização em 97%(de 6 a 14 anos), no IDEB, anos iniciais do Ensino Fundamental (2017), tem o índice de 5,6 (dois décimos a menos em relação ao índice nacional – 5,8), nos anos finais também, em 2017, um pouco menor, em 4,4 (três décimos a menos em relação ao índice nacional – 4,7), já no Ensino Médio, os números são significativamente melhores quando comparados ao índice nacional que marcou 3,8 pontos, enquanto que o município alcançou 5,6 pontos.

Na economia, o PIB per capita, em 2017, era de R\$ 8.593,32, comparando com os demais municípios do Brasil, ocupa a posição 4.478º de 5.570 totais, o que mostra uma economia não muito expressiva, com dominância da agricultura familiar como fonte de renda, o índice de desenvolvimento humano – IDHM era de 0,629 em 2010, segundo o último censo. (IBGE, 2019)

Como local para realização da pesquisa, optou-se pela Escola de Ensino Profissional Doutor José Iran Costa, pela facilidade de acesso à referida Escola, pois já exerço a função de professor na mesma, porém escolhi uma turma na qual eu não leciono para não haver algum tipo de interferência na pesquisa. A referida Escola

iniciou suas atividades em 2011 na modalidade ensino médio integrado¹¹, ofertando 04 turmas, com abertura de 177 vagas distribuídas nos cursos de Administração de empresas, Eletrotécnica, Mecânica Industrial e Secretaria Escolar, em 2012 foram ofertadas 180 vagas e em 2013 outras 180, totalizando a matrícula prevista de 540 alunos na modalidade ensino médio integrado. É localizada na Rua Sérgio Pontes, no bairro Betânia, município de Várzea Alegre Ceará.

A Escola foi construída dentro do Projeto-padrão do MEC para as Escolas profissionais, possui uma boa estrutura de laboratórios, sendo química, física, biologia e matemática e tecnologia (mecânica e eletrotécnica). Além de, 12 salas de aula, 01 sala de professores, 01 coordenação de apoio pedagógico, 01 coordenação de estágio, 01 direção, 01 sala de grêmio, 01 sala de multiuso, 02 salas especiais, 01 coordenação de educação de Educação Física, 01 sala de espera e uma sala de secretaria escolar, 01 depósito de materiais de multimídias, depósito de material pedagógico e 01 de material de limpeza, alimentação escolar, almoxarifado/depósito geral. Espaços de uso coletivo: auditório (01), anfiteatro (01), biblioteca (01), pátio coberto (01), pátio descoberto (02), quadra coberta (01); - outros espaços: guarita (01), cozinha (01), cantina (01), refeitório (01); - banheiros: conjunto banheiros salas especiais (01), conjunto de banheiro masculino de aluno (02), conjunto de banheiros feminino de aluna (02), banheiro de funcionários (01), banheiro de professores (02); banheiro especial (01); vestiários: masculino (01) e feminino (01).

A composição da equipe gestora, de acordo com as diretrizes da SEDUC, conta com: diretor (01), coordenadores escolares (03) e secretária (01). A formação da equipe de professores (28), sendo: Base Comum (19), disciplinas técnicas (08) e Centro de Multimeios/Biblioteca (01). A escola conta, ainda, com auxiliares administrativos (02), auxiliares de serviços gerais (04), porteiro (01) e jardineiro (01) e vigilantes (04), todos terceirizados.

Área pedagógica: o cotidiano pedagógico da escola é marcado pela existência de aulas dinâmicas e permeadas de debates, pesquisas, aulas de campo, palestras e seminários. O tempo integral facilita o bom desempenho das atividades de nivelamento.

¹¹ O Ensino médio integrado refere-se a uma modalidade disponível que oferta o Ensino médio juntamente com um curso técnico, em que os alunos estudam em dois turnos, com isso ao concluírem três anos de estudo, os alunos possuirão o diploma do Ensino médio, assim como um certificado de conclusão do curso técnico escolhido.

6.3 Sistematização das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS

Para a organização e sistematização do processo didático, estabelecido para a pesquisa, optou-se por organizar essa, por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS.

Como visto anteriormente no referencial teórico, a aprendizagem por recepção utilizada por Ausubel como estratégia para resolver as inadequações do ensino pode ser utilizada através de aulas dinâmicas, leituras e abordagem experimentais. As aulas com os experimentos poderão inicialmente transmitir os conceitos de modo verbal, relacionando a aprendizagem significativa por assimilação atrelada a demonstrações realizadas pelo professor e, posteriormente, apreendidas pelos estudantes e treinadas em seus experimentos.

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS apresentam-se como uma condição para a efetivação da aprendizagem significativa, ou seja, esta consiste num método lógico para dispor os conteúdos de forma não arbitrária, no qual contém estratégias para o desenvolvimento cognitivo.

Moreira (2011) orienta que, ao elaborar uma sequência de ensino, uma das principais ações é formular questões e situações-problema que se distanciem dos conceitos e busquem mobilizar os processos cognitivos dos alunos, de forma gradual, ou seja, das situações mais simples até as mais complexas.

Ao procurar evidência de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a 'simulação da aprendizagem significativa' é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Testes de compreensão, por exemplo, devem, no mínimo, serem fraseados de maneira diferente e apresentados em um contexto, de alguma forma diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional (MOREIRA, 1999, p. 156).

Sendo assim, torna-se necessário que os métodos de ensino, o material didático e todo o processo seja significativo, através dos quais a aprendizagem se fortalece. As práticas educacionais, portanto, precisam ser pensadas como formas, por meio das quais, o sujeito possa ser estimulado a participar ativa e

significativamente de todos os processos de construção do conhecimento (TEIXEIRA e MARCON, 2009 p. 45).

A UEPS teve como objetivo direcionar didaticamente a organização e preparo das atividades realizadas, em sala de aula, durante o projeto de intervenção, dessa forma, foi elaborada uma UEPS para ser aplicada em sete (7) etapas de desenvolvimento, distribuídas em 10 aulas, conforme apresentado no Quadro 03. A UEPS aborda o Planejamento e Organização de Materiais, Avaliação Diagnóstica, Conhecimento Teórico sobre Reciclagem Eletrônica, Elaboração de Mapas conceituais, Discussão sobre a importância da Reciclagem Eletrônica, Execução de Experimentos com os materiais eletrônicos e aplicação do Questionário final.

Quadro 1: Etapas de desenvolvimento da UEPS

ETAPAS		NÚMERO DE AULAS	TEMPO DE AULA OTSL
1ª	PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DE MATERIAIS	01 aula	50 min
2ª	AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	01 aula	50 min
3ª	CONHECIMENTO TEÓRICO	02 aulas	01h 40 min
4ª	ELABORAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS E RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS	02 aulas	01h 40 min
5ª	DISCUSSÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM ELETRÔNICA	01 aula	50 min
6ª	DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DIDÁTICAS E EXPERIMENTAIS COM OS MATERIAIS ELETRÔNICOS	02 aulas	01h 40 min
7ª	QUESTIONÁRIO FINAL	01 aula	50 min
	TOTAL	10 aulas	5 horas

Fonte: Elaborado pelo Autor.

De forma descritiva, a Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, assim foi sistematizada:

Na 1ª Etapa, que tratou sobre o Planejamento e Organização de Materiais: foi desenvolvido, junto com os alunos, um planejamento de aulas, orientações sobre a colaboração dos alunos nas atividades e alocação de grupos, bem como a abordagem inicial sobre o conteúdo. Esta etapa apresentou-se como sendo nevrálgica por

demonstrar a importância do trabalho em grupo, bem como a organização inicial do trabalho a ser desenvolvido com os alunos. No âmbito da Teoria da Aprendizagem Significativa, pode-se dizer que este momento trata da formação dos primeiros subsunçores inerentes ao processo de ensino e de aprendizagem. Para isso, planejou-se uma (01) aula com duração de 50 minutos.

Na 2ª Etapa, denominada de Avaliação Diagnóstica, ocorreu a aplicação de um questionário inicial sobre os temas de eletricidade, tendo em vista avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre esses conteúdos e sua importância para a promoção da aprendizagem. Para isso, planejou-se uma (01) aula com duração de 50 minutos.

A 3ª Etapa, denominada de Conhecimento Teórico, trabalhou-se com a mediação do conteúdo, através de aulas expositivas e interativas, com a inserção de situações-problema de forma ao desenvolvimento crítico e criativo por meio de situações desafiadoras aos alunos, que poderão acontecer na execução das atividades posteriores. Para isso, planejou-se duas (02) aulas com duração de 01h e 40 minutos.

A 4ª Etapa tratou sobre a Elaboração de Mapas conceituais. O professor, em colaboração com os alunos, discutiam os principais conceitos de eletricidade e abordagens, de forma a facilitar a compreensão e aprendizagem por parte dos alunos. Após a aula inicial e com finalidade de aprofundamento do conhecimento, construía-se os mapas conceituais. (Apêndices “E” e “F”). Para isso, planejou-se uma (01) aula com duração de 50 minutos.

A 5ª Etapa, denominada Discussão sobre a Importância da Reciclagem Eletrônica, caracterizou-se como uma etapa interdisciplinar, onde definiu-se, a partir da ação integrada entre professor e alunos, que o professor de física levaria para a aula o máximo de informações contextualizadas sobre a importância da reciclagem do lixo eletrônico, suas contribuições para o meio ambiente e sociedade em geral. De forma similar, foi orientado aos alunos, pelo professor, que trouxessem materiais eletrônicos de suas residências, os quais não seriam mais utilizados em casa para o desenvolvimento das atividades experimentais que seriam realizadas na Escola. Para isso, planejou-se uma (01) aula com duração de 50 minutos.

A 6ª Etapa consistiu no desenvolvimento de Atividades Didáticas e Experimentais com os Materiais Eletrônicos. Esta etapa apresentou-se como de suma

importância por contribuir para o fortalecimento dos conhecimentos adquiridos nas aulas, promoção e assimilação por descoberta através dos experimentos realizados pelos alunos com auxílio do professor facilitando, assim, o processo cognitivo. Para isso, planejou-se duas (02) aulas com duração de 01h e 40 minutos.

A 7ª Etapa consistiu na aplicação do Questionário Final, que teve como objetivo realizar uma avaliação e compará-la com a diagnóstica, feita no início da pesquisa. Para isso, planejou-se uma (01) aula com duração de 50 minutos.

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 (MOREIRA, 2011, p.3).

O sétimo passo descrito por Moreira (2011), em sua publicação que orienta a criação de uma UEPS, afirma que o processo de avaliação deve ser tanto somativo quanto formativo, além da avaliação diagnóstica, os quais juntos formarão as evidências de aprendizagem significativa.

Uma avaliação formativa é:

[...] uma avaliação mais humanizada, mais situada nos contextos vividos por professores e alunos, mais centrada na regulação e na melhoria das aprendizagens participada, mais transparente e integrada nos processos de ensino e de aprendizagem. Ou seja, uma avaliação que é eminentemente formativa nas suas formas e nos seus conteúdos (FERNANDES, 2005, p.3-4)

A avaliação formativa é importante para direcionar as ações a serem executadas pelo professor, já que o mesmo pode notar, durante o percurso da UEPS, que os objetivos não estão sendo alcançados e precisam ser melhorados, tal qual a avaliação somativa, a qual abrange os aspectos gerais da aprendizagem, informando os resultados obtidos ao final do processo instrucional.

6.4 Participantes da pesquisa

Participaram da pesquisa os alunos do 3º ano C do Ensino Médio, da Escola de Ensino Profissional Doutor José Iran Costa, localizada no município de Várzea

Alegre – Ceará. Os alunos possuem idade média de 17 anos, sendo 26 do sexo feminino e 12 do sexo masculino. Alguns residem na zona urbana e outros na zona rural do município de Várzea Alegre. Por se tratar de uma escola pública, em uma cidade interiorana, a maior parte dos alunos pertencem à classe média baixa.

6.5 Instrumento e procedimentos para coleta e análise dos dados

O instrumento utilizado para a coleta dos dados consistiu no questionário. O qual é definido como um instrumento composto por várias perguntas pré-determinadas, segundo critérios estabelecidos pelo organizador, o qual não interferirá no momento de resolução do questionário, cujo principal objetivo é coletar dados para servirem de amostra para pesquisas, avaliações, índices ou estudos (MARCONI; LAKATOS, 1999, p.100).

Para Gil (1999, p.128), o questionário consiste na utilização de um número significativo de questões apresentadas por escrito aos participantes da pesquisa, tendo por objetivo identificar o nível de conhecimento dos participantes da pesquisa, opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.

As questões dividem-se em abertas e fechadas, dependendo da necessidade de avaliação das habilidades já existentes ou obtidas pelos estudantes, assim, o seu uso pode esclarecer a percepção dos alunos sobre a importância da reciclagem eletrônica e o seu uso em sala de aula, durante a realização de aulas experimentais.

Dessa forma, a pesquisa foi desenvolvida em 4 fases, A primeira fase constituiu-se de um estudo bibliográfico sobre os aspectos cognitivos e de construção do conhecimento, com ênfase na aprendizagem significativa, através dos estudos propostos por autores como David Ausubel (2000), Moreira, Gowin, Novak, Piaget dentre outros, bem como um estudo sobre a importância da reciclagem eletrônica na sociedade atual e como isso pode ser aliado à educação em busca de melhorias globais. A segunda fase constituiu-se da organização e planejamento das atividades a serem realizadas nas próximas etapas, como a coleta de informações sobre os participantes da pesquisa, (aspectos sociais e éticos), para assim chegarmos na terceira etapa que foi, efetivamente, a aplicação da UEPS, distribuída nas 10 etapas, explicadas no quadro 3. A última fase da presente pesquisa foi a análise dos resultados obtidos e organização dos mesmos em gráficos, demonstrando as

respostas dos alunos, erros, acertos e aspectos que puderam ser observados com a finalização do estudo.

Inicialmente foi aplicado o questionário diagnóstico para identificar a percepção dos alunos sobre a importância da reciclagem eletrônica, como identificar o nível de aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo eletricidade. Logo após realizamos a coleta do material eletrônico com a colaboração dos alunos. Após isso, houve a realização de atividades experimentais, em sala de aula, a partir dos materiais recolhidos com a colaboração dos alunos, finalizando com a aplicação do segundo questionário para identificar o nível de aprendizagem dos alunos, após o desenvolvimento da pesquisa, com as aulas mais dinâmicas, houve melhorias na aprendizagem dos alunos do 3º ano de Ensino Médio.

Durante a aplicação do segundo questionário foi perguntado sobre a aprendizagem dos alunos e o nível de conhecimento, tendo em vista que as questões elaboradas continham no questionário conteúdos de eletricidade

6.6 Produto Educacional

O produto educacional é uma cartilha educativa que descreverá sobre a utilização de materiais eletrônicos como ferramenta do ensino de eletricidade. É voltada para alunos e professores do Ensino Médio, estruturada a partir desta pesquisa. A cartilha é uma ferramenta educacional muito atrativa, pois contém conceitos, explicações, teorias agregadas a ilustrações que promovem um melhor entendimento sobre o assunto abordado.

A necessidade de adaptação da linguagem, no processo de aproximação do conteúdo científico a diferentes públicos. Portanto, a utilização de cartilhas como material de divulgação torna a temática atrativa e promove a integração do conhecimento científico, divulgando novos conhecimentos à comunidade em geral, sendo de suma importância para o desenvolvimento científico e social (MALCHER, 2013, p. 62).

O termo cartilha advém de “cartinha”, utilizada para definir os textos que eram impressos com objetivo de ensinar a ler, escrever e também ensinamentos religiosos no final da Idade Média e início da Idade Moderna (BOTO, 2004, p.494). Anteriormente à chegada da família real, no Brasil, não existiam livros e manuscritos educativos, os quais foram sendo introduzidos, aos poucos, no contexto escolar, como afirma BARBOSA (1994, p. 58).

Antigamente, os livros para alfabetização praticamente não existiam! A proibição de Portugal de que não se publicassem livros e jornais até 1808, dificultou o acesso e retardou o início da imprensa no Brasil. Lindolfo Pereira (1927) nos fala do quanto era penoso o trabalho de ensinar e aprender. As primeiras Cartas ou Cartas de Nomes e as Cartas de Fora, destinadas à aprendizagem da leitura, eram trabalho do professor. A ele cabia fazer as Cartas de Fora e o mestre recorria aos comerciantes ou, até mesmo, aos cartórios, onde eram comprados autos antigos, que causavam pavor à meninada que sofria para decifrar as abreviaturas dos escrivães

As cartilhas foram muito importantes no processo de alfabetização dos brasileiros. “A cartilha, vista como primeiro livro didático no processo de escolarização, foi tomada ao longo dos séculos como imprescindível para ensinar a ler e escrever, no processo de alfabetização.”

Esse método de ensino ainda é muito utilizado nos dias atuais, tanto como meio informativo quanto de divulgação, utilizado por empresas, instituições governamentais, no ambiente escolar, dentre outros. Assim, elaborou-se uma cartilha com conceitos e orientações importantes para a aprendizagem dos conteúdos relacionados à disciplina de eletricidade. Para isso, foram utilizados os seguintes passos:

1ª etapa: Referências: Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica para selecionar os autores e as teorias que melhor se adequam ao objetivo.

2ª etapa: Conceitos: Determinar quais conceitos principais que devem estar presentes na cartilha e, através do referencial encontrado na primeira etapa, formular as ideias para inserir na cartilha.

3ª etapa: Experimentos: Selecionar os experimentos que foram realizados em sala, juntamente com fotos e montar o passo a passo de cada um.

4ª etapa: Criação de ilustrações a partir dos conceitos escolhidos, com pesquisas em livros e na internet e utilização de ferramentas de design.

5ª finalização: Revisão dos conceitos, experimentos e ilustrações encontrados e organização dos mesmos para finalizar a cartilha.

Por meio da cartilha educativa, pretende-se contribuir para o aumento de aulas experimentais e, conseqüentemente, o aumento do interesse dos alunos pelas aulas de eletricidade.

6.7 Análise e apresentação dos resultados

Os dados obtidos foram analisados com a finalidade de identificar a aprendizagem dos alunos, a partir da teoria da aprendizagem significativa desenvolvida na disciplina de Física, por meio do projeto de intervenção, no conteúdo eletricidade, considerando a reciclagem eletrônica como tema central da investigação.

Dessa forma, os dados serão apresentados a partir de blocos temáticos, sendo que no primeiro, denominado Sequência de Ensino e a Reciclagem Eletrônica, apresentar-se-ão os dados referentes ao desdobramento das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, desenvolvida com os alunos do 3º ano do Ensino Médio; no segundo bloco, denominado Ensino de Reciclagem Eletrônica: saberes, concepções, conhecimentos e inovações, apresentar-se-ão os dados coletados dos questionários.

6.8 Aspectos éticos

O desenvolvimento desta pesquisa considerou os aspectos éticos definidos pela Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, na qual instituiu os aspectos da ética da pesquisa, com Seres Humanos, principalmente quanto à proteção do participante referente aos danos físicos ou mentais. De acordo com o item XIII, da Resolução nº 510/2016 da CONEP, o participante da pesquisa corresponde ao “indivíduo ou grupo, que não sendo membro da equipe de pesquisa, dela participa de forma esclarecida e voluntária [...]”.

Dessa forma, a presente pesquisa corrobora com os princípios básicos elencados na resolução da CONEP, como base deste trabalho científico, deve-se reconhecer a liberdade de todos os participantes, a garantia dos direitos humanos e a possível recusa de alguma informação; prezar pelo respeito aos “valores culturais, sociais, morais e religiosos, bem como os hábitos e costumes dos participantes das pesquisas”, tornando-se Inaceitável qualquer tipo de preconceito e a garantia e a participação de indivíduos e de grupos discriminados; o respeito e a garantia do pesquisador em não utilizar as informações obtidas para prejudicar o participante, devendo-o garantir assistência a qualquer dano ocorrido.

7 ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS DADOS DA INVESTIGAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UMA UEPS PARA O ESTUDO DA ELETRICIDADE POR MEIO DA RECICLAGEM ELETRÔNICA

A aplicação da UEPS é uma fase fundamental da pesquisa em questão, é o desenvolvimento de toda a teoria estudada, devendo ser muito bem planejada e organizada. Sendo assim, a primeira aula serviu para orientar sobre a colaboração dos alunos nas atividades e alocação de grupos que os mesmos realizaram as atividades posteriormente. Também foram introduzidos alguns conceitos de eletricidade estudados mais profundamente nas demais aulas.

Durante a segunda aula, realizou-se a aplicação de um questionário diagnóstico, em modelo semiestruturado (Apêndice A) para compreender o que os alunos conheciam sobre a eletricidade.

Pode-se perceber, a partir da análise dos resultados, que os alunos possuíam um conhecimento prévio sobre eletricidade, dessa forma, esse diagnóstico inicial colaborou na definição dos subsunçores, tais como conceitos de cargas elétricas, corrente e circuitos, com isso foi explicado as funções dos resistores, onde podem ser encontrados no cotidiano dos alunos e sua importância tecnológica

Na terceira e quarta aula, foi repassado o conteúdo teórico, através de explicações sobre os conceitos e suas utilizações, foram apresentadas as definições e demonstrações matemáticas sobre associação de resistores, códigos de cores.

Moreira (2011) orienta sobre as etapas da criação de uma UEPS, essas aulas representam a etapa 4 definida pelo autor como:

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 (MOREIRA, p.4, 2011)

Na quinta e sexta aula, realizamos a elaboração de dois mapas conceituais através da contribuição de todos os alunos e, logo após, foi solicitado que os mesmos resolvessem alguns exercícios sobre os temas vistos.

Foi muito importante o desenvolvimento desta etapa, pois ajudou também no processo de avaliação, notou-se que os estudantes se empenharam em organizar os conceitos e o resultado foi o compartilhamento com a turma de suas concepções e entendimentos que levam a formular suas ideias sobre o tema de eletricidade.

Esta etapa contribuiu para se dar prosseguimento aos estudos e melhorar a dinâmica das aulas com os materiais eletrônicos.

Na sétima aula, foi dado ênfase à reciclagem eletrônica, aos problemas causados pelo lixo eletrônico, em virtude dos descartes indevidos, a quantidade de dispositivos encontrados descartados sem uma destinação correta e os possíveis reparos de forma articulada ao conteúdo resistores. No final da aula foi solicitado que os alunos recolhessem alguns materiais eletrônicos, que estejam sem utilidade em suas residências e trouxessem para as demais aulas. Esta etapa é relacionada ao processo de diferenciação progressiva numa perspectiva integradora, através de exposição dos conteúdos mais relevantes já vistos.

Na oitava e nona aula, desenvolvemos algumas atividades práticas, com a utilização de um protoboard (placa de circuito), ferro de solda, multímetro e os equipamentos retirados do lixo eletrônico trazidos pelos alunos. Juntamente com os alunos foi identificado os valores de resistência, de modo a contextualizar os valores da resistência equivalente, tensão e corrente. Essa etapa representou uma forma de avaliação formativa, através da observação das atividades executadas pelos alunos.

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 5 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 e registros do professor) como na avaliação somativa; (MOREIRA, 2011 p.4)

Na décima aula foi aplicado o questionário final como forma de avaliação parcial dos resultados obtidos, já que a avaliação da aprendizagem foi feita em todas as etapas da UEPS, sendo valorizado cada aspecto discutido e absorvido pelos estudantes. O questionário foi realizado de forma semiestruturada, compôs-se de 10 questões, contendo dois itens de múltipla escolha e oito questões abertas

De modo geral, os alunos demonstraram interesse com a UEPS proposta. Pode-se perceber que, para a realização da aula com a utilização de materiais eletrônicos,

os alunos trouxeram além dos materiais eletrônicos de suas residências. “A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais” (MOREIRA, 2011 p.5).

Durante a realização das práticas, percebeu-se o envolvimento dos alunos, manifestado por meio do nível de concentração da turma, atenção e participação em relação ao que havia sido proposto. A exemplo do exposto, um aluno manifestou-se afirmando que “A eletricidade é muito legal.”; outro aluno afirmou: “Eu pensava que não tinha nada nessa placa.” E um terceiro aluno disse: “Vou tirar uma foto para eu mostrar a minha mãe.” As frases acima demonstram que os experimentos realizados provocaram admiração e instigaram a curiosidade dos alunos, sendo esse aspecto muito relevante para a aprendizagem significativa, principalmente no enfoque humanista da cognição descrito por Novak (1984), no qual o crescimento humano é o principal objetivo, assim como, também se enquadra em um dos fundamentos da AS de Ausubel (2003) no que diz respeito à vontade do sujeito em aprender.

Dessa forma, em relação à UEPS, pode-se perceber um maior aproveitamento do tempo pela turma, maior interesse por parte dos alunos em relação à identificação dos vários valores de resistência, estabelecimento de associações em série, em paralelo e misto, envolvimento dos alunos quanto à utilização dos materiais eletrônicos, promoção da interdisciplinaridade, consciência social e contextualização. Nota-se que foi observada a determinação contida nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de ciências naturais.

Assim, é muito importante que as atividades não se limitem a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, fora do contexto experimental. É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes (BRASIL, 1997 p.122).

Esse entendimento também é muito defendido na BNCC, no intuito de incentivo ao estudante ampliar suas compreensões a respeito dos conteúdos, para que eles o ajudem nas dimensões tanto de conhecimento intelectual como de mundo, visando a sua formação de forma completa, como definida abaixo:

Reconhece, assim, que a Educação Básica deve visar à formação e ao desenvolvimento humano global, o que implica compreender a complexidade e a não linearidade desse desenvolvimento, rompendo com visões reducionistas que privilegiam ou a dimensão intelectual (cognitiva) ou a dimensão afetiva.(BNCC, 2017 p.14)

Sobre os desafios relacionados a UEPS, pode-se destacar que alguns alunos esperavam que os colegas fizessem primeiro para que, em seguida, pudessem realizar as atividades solicitadas. Isso pode ter ocorrido devido às barreiras existentes à aprendizagem de Física, muitos alunos afirmam ter dificuldade em Física e, por isso, criam uma barreira que dificulta sua aprendizagem e causa insegurança.

Infelizmente, o ensino de Física, de um modo geral, leva a uma integração negativa de pensamentos, sentimentos e ações, na qual os alunos não gostam da Física e, quando possível, evitam-na, uma vez que apenas desejam passar nas provas, repetindo nelas, mecanicamente, “o que foi dado em aula”. (MOREIA, 2018)

Moreira realizou uma reflexão sobre essa barreira criada por muitos estudantes que não se identificam com a Física e, por esse motivo, apenas decoram os conteúdos e tem sua aprendizagem dificultada.

7.1 Ensino de reciclagem eletrônica: saberes, concepções, conhecimentos e inovações

7.1.1 Diagnóstico inicial

As próximas seções irão apresentar os resultados dos questionários que foram propostos aos alunos, iniciando-se com questionário diagnóstico e, logo após, aborda as questões e repostas do questionário final, fazendo uma análise de todas as questões respondidas pelos alunos e seu impacto na avaliação do ensino e da aprendizagem.

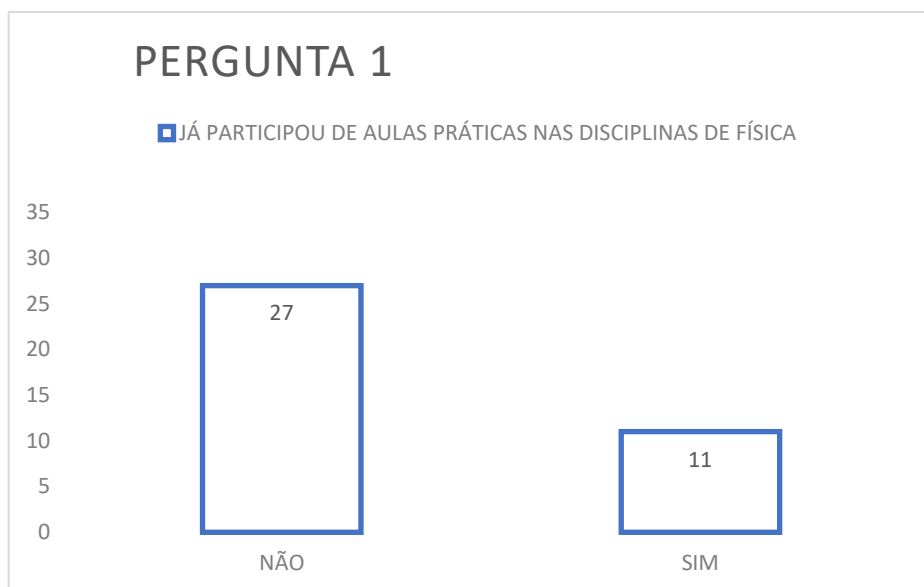
O questionário diagnóstico (Apêndice A) foi composto por sete (07) questões, sendo que as três (3) primeiras tratavam sobre perguntas relacionadas ao nível de conhecimentos que os alunos possuíam sobre os conteúdos de eletricidade no componente de Física, a participação em aulas práticas, o nível de dificuldade para aprender física. A quarta questão solicitou que os alunos respondessem qual a concepção deles sobre a utilização da reciclagem eletrônica como ferramenta para o ensino de Física, nas escolas. As outras três (3) perguntas tratavam sobre temas de eletricidade, cujo objetivos destas eram direcionar para o nível de conhecimento sobre os temas e comparar com as respostas apresentadas pelos alunos no questionário 2, que foi aplicado no final da sequência de ensino.

Sobre o questionário 1, tem-se que, em relação à primeira pergunta, a qual tratou sobre a participação dos alunos nas aulas práticas, na disciplina de Física, de um total de trinta e oito (38) alunos, conforme pode ser visto no gráfico 01, vinte e sete responderam não ter participado de aulas práticas na disciplina de Física e onze (11) alunos responderam ter participado. O que demonstra o número limitado de aulas experimentais no ensino de Física, são 27 alunos do 3º ano do Ensino Médio que afirmaram nunca ter participado de aulas experimentais, na disciplina de Física. Esse quadro pode ser ocasionado pela baixa quantidade de aulas da disciplina, no Ensino Médio, composto por apenas duas (2) aulas semanais, o que dificulta as aulas diversificadas, assim como a falta de estrutura das escolas públicas brasileiras que, em sua maioria, ainda não possuem laboratórios de ciências.

O que mais preocupa é que a nova Base Nacional Comum Curricular- BNCC, para o Ensino Médio, homologada em 14 de dezembro de 2018, não contempla direcionamentos para aulas experimentais ou diversificadas, mas sim continua apenas a abordar os conteúdos tradicionais.

E, no final das contas, continuamos com o “mais do mesmo”. Prevalecem listas de conteúdos tradicionais, que contemplam toda a Física Clássica e, apesar do discurso, o foco não é na construção social e histórica do conhecimento, na diversidade e na interdisciplinaridade. Na atual conjuntura, continuam prejudicados os alunos da maioria das escolas públicas brasileiras, que estudam, no máximo, duas horas/aulas semanais de Física (CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA, 2016, p.331).

Com isso, vê-se a necessidade de haver um maior incentivo a aulas com experimentos, para tanto, as Secretarias de Educação Estaduais deveriam organizar formações complementares, sejam elas presenciais ou online, assim como disponibilizar mais recursos voltados para esse segmento de práticas nas aulas.

Gráfico 01 - Participação dos alunos nas aulas práticas na disciplina de Física

FONTE: Próprio autor.

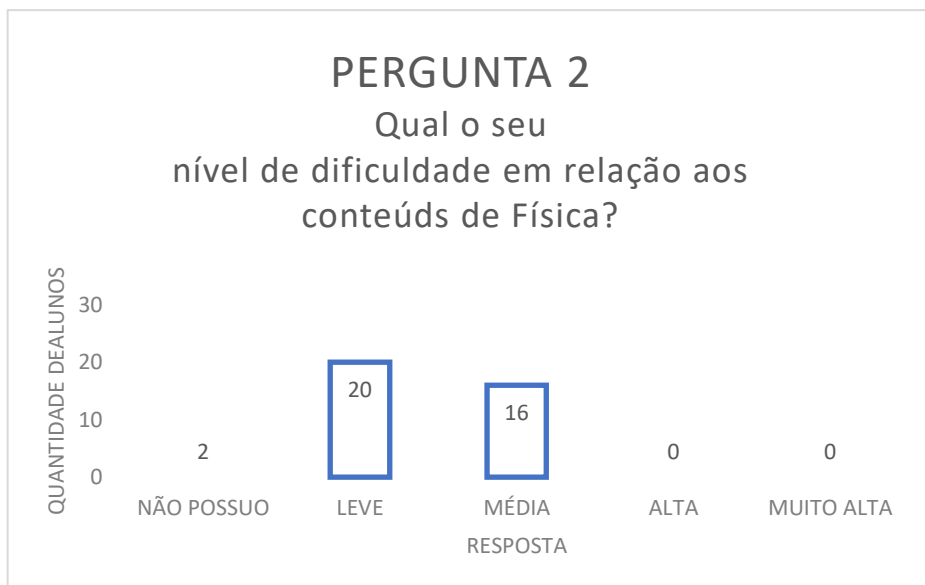
Na segunda pergunta, a qual tratou sobre o nível de dificuldade dos alunos em compreender os conteúdos de Física, vinte (20) alunos, conforme pode ser visto no gráfico 02, informaram possuir dificuldades do tipo leve e dezesseis (16) alunos dificuldade média. Destaca-se que, apenas dois alunos apontaram não possuir dificuldade na disciplina de Física, porém, nenhum apontou ter dificuldade alta e dificuldade muito alta, conforme estabelecido nas alternativas. Isso significa que os alunos reconhecem possuir dificuldades na disciplina de Física, porém consideram-na uma dificuldade não muito alta, isso mostra, porém, que mais da metade de uma turma possui um certo tipo de dificuldade na disciplina de Física e reconhecem que possuem. Representa também que, esse reconhecimento pode desfavorecer a aprendizagem significativa, pois, muitas vezes, criam-se barreiras cognitivas pelo fato de haver uma sensação de insegurança em aprender aquele conteúdo.

Essa dificuldade que eles consideram ter, pode ocorrer devido a poucas aulas de Física que possuem no decorrer do Ensino Fundamental o que, ao chegar-se no Ensino Médio, provoca um certo receio. E ainda também a própria dificuldade em disciplinas básicas, como Português e Matemática, faz com que as inseguranças aumentem.

Contudo, este é apenas um dos problemas encontrados na busca de informações pertinentes à pesquisa, pois, até a forma em que a Física é posta no currículo escolar tem um efeito negativo no percurso acadêmico do aluno.

Proporcionada com uma pequena introdução, no nono ano do Ensino Fundamental, ao lado da Química, já se pode perceber o início do problema. (SILVA; ALENCAR, 2016, p2).

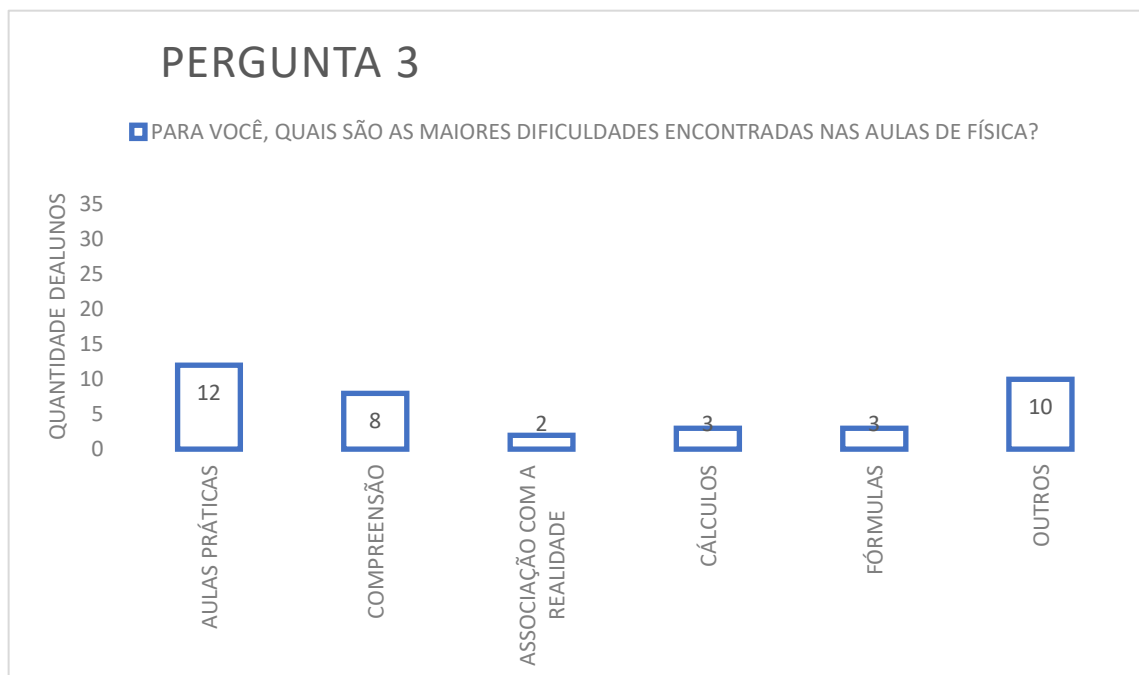
Gráfico 02 - Nível de dificuldade dos alunos sobre os conteúdos de Física



FONTE: Próprio autor.

Em relação à terceira pergunta, que tratou sobre as dificuldades nas aulas de Física, de forma sintética, assim como pode ser visto, no gráfico 03, os alunos destacaram dificuldades com:

“A compreensão da parte teórica dos conteúdos” ;(ALUNO 1)
“à existência de aulas teóricas e poucas aulas práticas” ;(ALUNO 2)
“dificuldade na interpretação na hora de resolver os exercícios” ;(ALUNO 3)
“lembrar das fórmulas e qual usar em determinada questão” ;(ALUNO 4)
“dificuldade de compreender sem exemplos práticos e experimentos e muitas fórmulas.” (ALUNO 5)
“aulas pouco interativas e entediantes” (ALUNO, 6).

Gráfico 03 – Dificuldades dos alunos nas aulas de Física

FONTE: Próprio autor.

Do exposto, pode-se perceber que, a maioria dos alunos se refere à compreensão dos conteúdos, de forma teórica sem articulação com o contexto, assim como destacam as dificuldades em aprender as fórmulas ou ainda aplicá-las no cotidiano. Isso deve-se, dentre outras razões, muito à falta de capacitação para professores de Física em aulas experimentais (ALVES; STACHAKA, 2005). Assim, os professores, muitas vezes, não possuem o prazer em realizar atividades diversificadas junto aos alunos, o que causa desinteresse aos mesmos. Piaget (1969) também defende que, para os alunos obterem uma formação digna e capaz de realizar grandes feitos, é preciso que a educação tenha por objetivo a descoberta e não apenas resume-se em uma simples transmissão de verdades acabadas.

Em relação à quarta pergunta, que tratou sobre a utilização da reciclagem eletrônica na escola, os alunos destacaram ser:

“Muito bom, pois, além de contribuir com o meio ambiente, ajuda mais na aprendizagem” (ALUNO 1);

“Útil para formação de aulas utilizando esses materiais de forma prática” (ALUNO 2);

“Ajuda tanto na melhoria da aprendizagem dos alunos como ajuda o meio ambiente” (ALUNO 3);

“Uma ótima metodologia de ensino para as aulas práticas, ajudando no aprendizado dos alunos” (ALUNO 4);

“Acho bastante importante e necessário, visto que além de ajudar o meio ambiente, ainda teremos a prática de Física atrelada à teoria” (ALUNO 5);

“Ótimo, pois ao mesmo tempo em que se está reciclando está passando conhecimento” (ALUNO 6);

“É eficaz, visto que o lixo eletrônico é mais um desafio ambiental para a atualidade” (ALUNO 7);

“Vejo isso como uma nova forma de ensinamentos para os alunos” (ALUNO 8);

A reciclagem eletrônica, além de servir como um atrativo para as aulas de Física, como discutido anteriormente, ajuda também na conscientização dos cidadãos para com o meio ambiente, sendo um aspecto interdisciplinar que deve ser trabalhado em todas as etapas da Educação Básica.

O lixo é um elemento presente na vida de qualquer pessoa, sendo um ótimo tema a ser trabalhado com os alunos, de forma interdisciplinar, objetivando a conscientização e a mudança de atitudes dentro e fora da sala de aula. Assim, a educação ambiental, na escola, assume um papel preponderante para a formação do sujeito e sua inserção social, propiciando-lhe um agir com consciência e atitude perante os problemas do meio ambiente (SILVA, 2007, p. 11).

Essa prática interdisciplinar auxilia no desenvolvimento das discussões sobre a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, conhecida por CTS, que possui estudos voltados para essas áreas, em busca de melhorias em relação à formação cidadã, desenvolvimento sustentável e melhor adequação da ciência e tecnologia com o meio ambiente. (RODRÍGUEZ; DEL PINO, 2017)

Destaca-se desse enfoque que, além da importância de trabalhar a reciclagem eletrônica, nas escolas, também é necessário que o corpo pedagógico das escolas estejam sempre em constante busca por aperfeiçoamento sobre as novas tecnologias e seus impactos na sociedade, já que os jovens da atualidade cresceram já nesse ambiente tecnológico e possuem melhores habilidades e aptidões em relação às pessoas que só tiveram contato com a tecnologia após a fase adulta.

Em relação à quinta pergunta, que tratou sobre os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de eletricidade, 7 alunos, conforme pode ser percebido no gráfico 4, responderam corretamente o conceito de eletricidade.

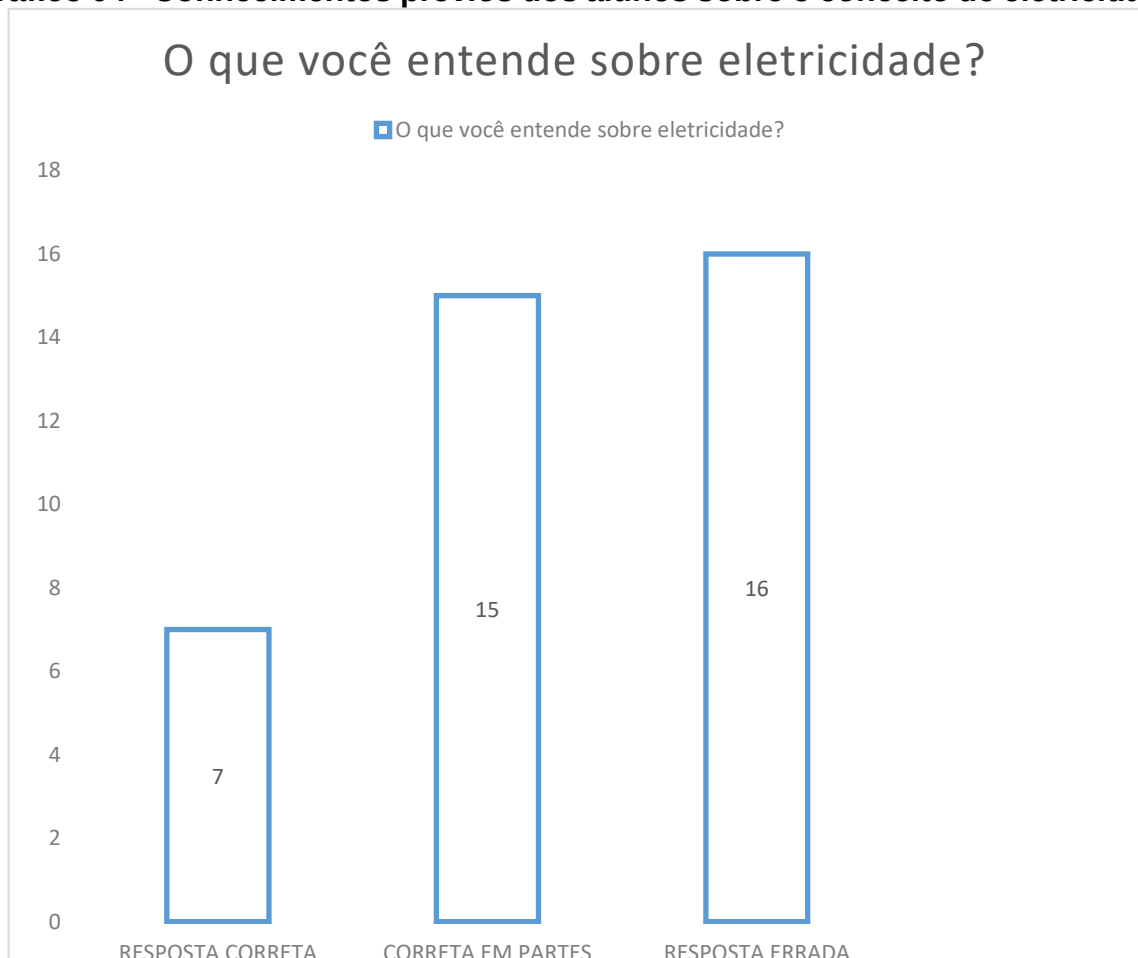
Para essa questão, considerou-se eletricidade como sendo “uma forma de energia que faz parte da constituição da matéria. Existe, portanto, em todos os corpos.

O estudo da eletricidade é organizado em dois campos: a eletrostática e a eletrodinâmica.” (ZERBINI,2002 p. 15)

Todavia, o quantitativo de 7 (sete) alunos é considerado muito baixo em virtude da competência requerida em relação ao domínio do conhecimento. Segundo Ausubel (2003), para uma aprendizagem significativa o professor precisa conhecer os conhecimentos que os alunos já possuem sobre o tema, para que possa melhorar tais conhecimentos e ampliar o processo de aprendizagem. Dessa forma, percebe-se, a partir deste quantitativo, que os alunos não conseguem mobilizar os conhecimentos construídos para sistematizar o conceito solicitado na questão. Então, notou-se que era importante iniciar o processo de diferenciação progressiva para que haja uma melhor reconciliação integradora com os conhecimentos prévios.

Pode-se observar, conquanto, que um total de 15 alunos, entende de forma parcialmente correta o conceito de eletricidade, o que demonstra que os mesmos possuem um conhecimento prévio sobre o tema, porém não conseguiram relacionar os conceitos corretamente.

Gráfico 04 - Conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de eletricidade



FONTE: Próprio autor.

Sobre as definições apresentadas pelos alunos, porém distanciadas do conceito o qual tomamos como referências, destacam-se:

“É quando os elétrons percorre”; “Passagem de elétrons em uma corrente” (ALUNO 1)

“É uma ação associada à corrente elétrica” (ALUNO 2)

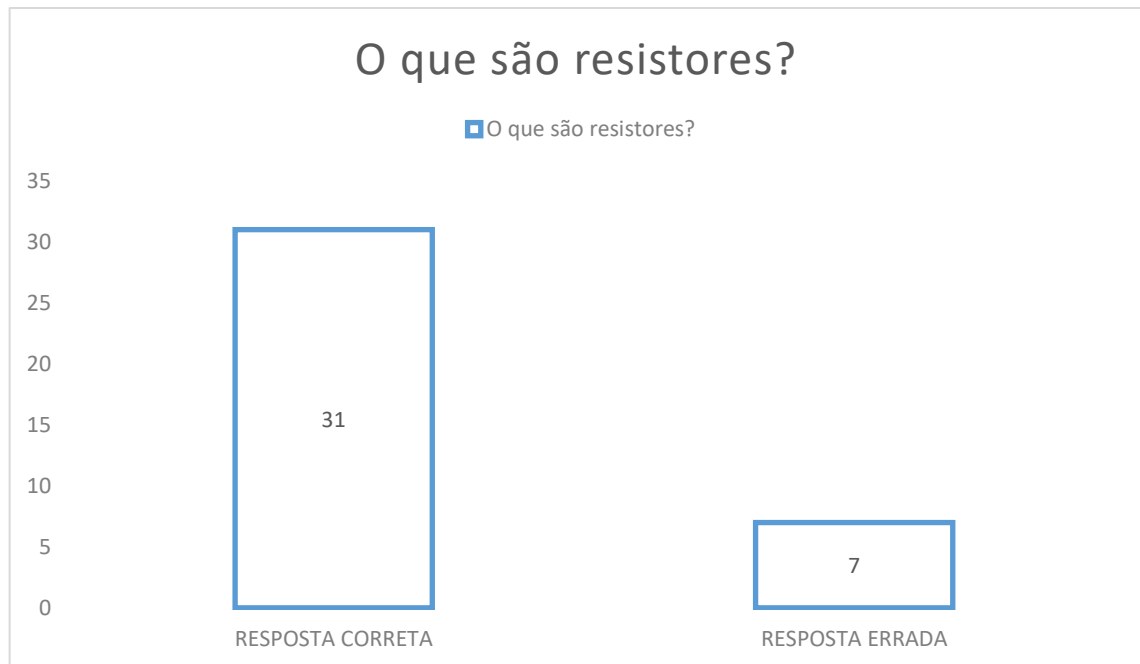
Algumas respostas corretas ou parcialmente corretas foram:

“É o campo da física que estuda fenômenos elétricos”; (ALUNO 1)

“Eletricidade é uma ação ocasionada pela corrente elétrica que, por consequência, faz determinado equipamento funcionar.”. (ALUNO 2)

“É o campo da física que estuda os fenômenos elétricos.” (ALUNO 3)

Sobre o conceito de resistores, solicitado na sexta questão, trinta e dois (32) alunos, conforme pode ser visto no gráfico 05, acertaram a resposta e apenas seis (6) alunos não conseguiram responder de acordo com o conceito utilizado como base. Para essa questão, considerou-se como sendo o conceito de Resistor: “[...] um elemento simples do circuito que fornece uma resistência especificada em um circuito elétrico.” (SERWAY; JEWETT, 2006, p. 772). Porém os alunos responderam da forma mais prática que é ensinada, como sendo um dispositivo elétrico capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, ou calor. (FREITAS E ZANCAN).

Gráfico 05 - Conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de eletricidade

FONTE: Próprio autor.

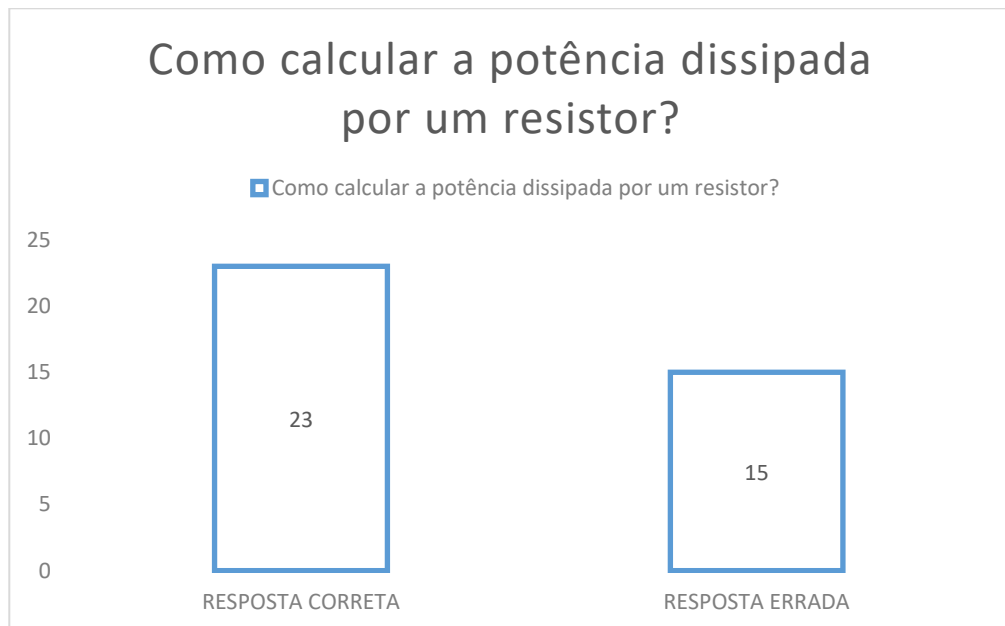
Mesmo considerando como corretas, notou-se também que as respostas dos alunos foram muito diretas e resumidas, não aprofundaram o conceito de resistores, apenas utilizaram o conceito que tinham apreendido em aulas anteriores.

Dentre as definições apresentadas pelos alunos, destaca-se:

“Dispositivo elétrico, converte energia elétrica em energia térmica.”
(Aluno 1)

Na sétima questão do questionário 1, o último item do questionário diagnóstico, os alunos responderam sobre como calcular a potência dissipada por um resistor, 23 dos participantes conseguiram identificar como calcular a potência dissipada, conforme pode ser visto no gráfico 06.

Gráfico 06 – Nível de Conhecimentos prévios dos alunos sobre como calcular a potência dissipada por um resistor



FONTE: Próprio autor.

“Potência = intensidade da corrente x tensão ($P = I \cdot \Delta V$)

$P = R \times I^2$ (ALUNO 1)

Como visto acima, 15 alunos não souberam responder como calcular a potência dissipada por um resistor, o que necessita que os alunos soubessem a fórmula correspondente, de acordo com Serway e Jewett, 2006, p. 782 seria, $P = I \cdot V$ ou $P = I^2 \cdot R$, onde o I é a corrente no circuito, ΔV representa a diferença de potencial entre os terminais e R é a resistência.

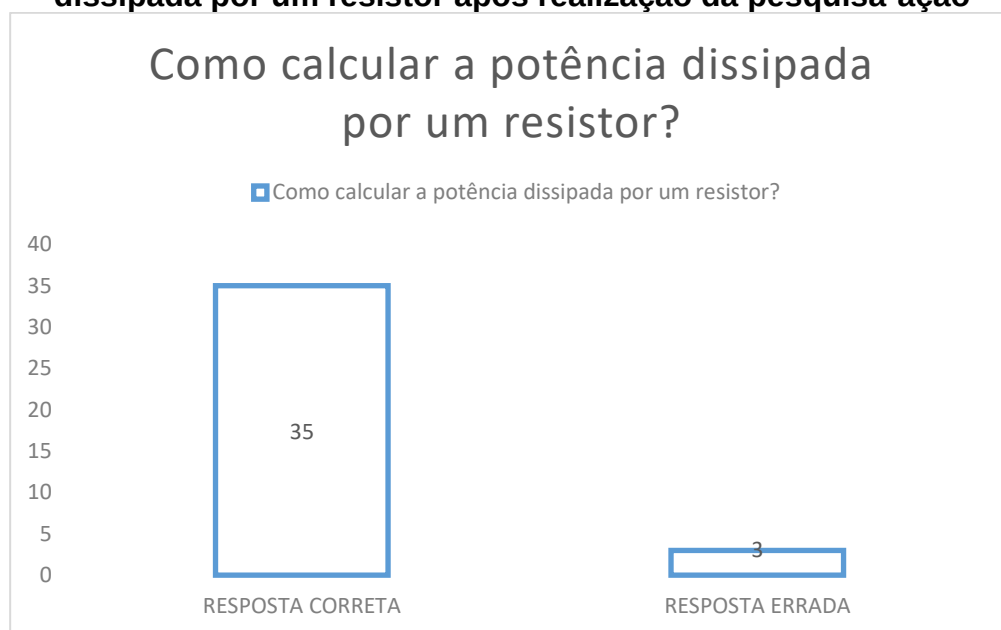
Essa dificuldade dos alunos pode ser explicada pela necessidade de melhorias em relação à epistemologia das fórmulas, que apresenta muitas discussões em relação a sua correta forma de ser ensinada para os alunos, o PCN de Física já criticava o ensino baseado em decorar conceitos e fórmulas, distanciando-se da vivência dos alunos e práticas cotidianas, que deveriam ser mais utilizadas em processos de melhor entendimento das fórmulas e não apenas memorizá-las mecanicamente. (BRASIL, 1997)

7.1.2 Diagnóstico Final

Após a aplicação das etapas referentes a UEPS, apresentada na primeira seção deste capítulo, aplicou-se o questionário final com o objetivo de analisar o processo de ensino e de aprendizagem construído durante a realização da pesquisa-ação.

O questionário 2, em sua pergunta inicial, conforme pode ser visto no gráfico 07, tratou de compreender a aprendizagem dos alunos sobre como calcular a potência dissipada por um resistor, tendo-se como objetivo comparar com os resultados apresentados no questionário 1.

Gráfico 07 – Conhecimentos dos alunos sobre como calcular a potência dissipada por um resistor após realização da pesquisa-ação

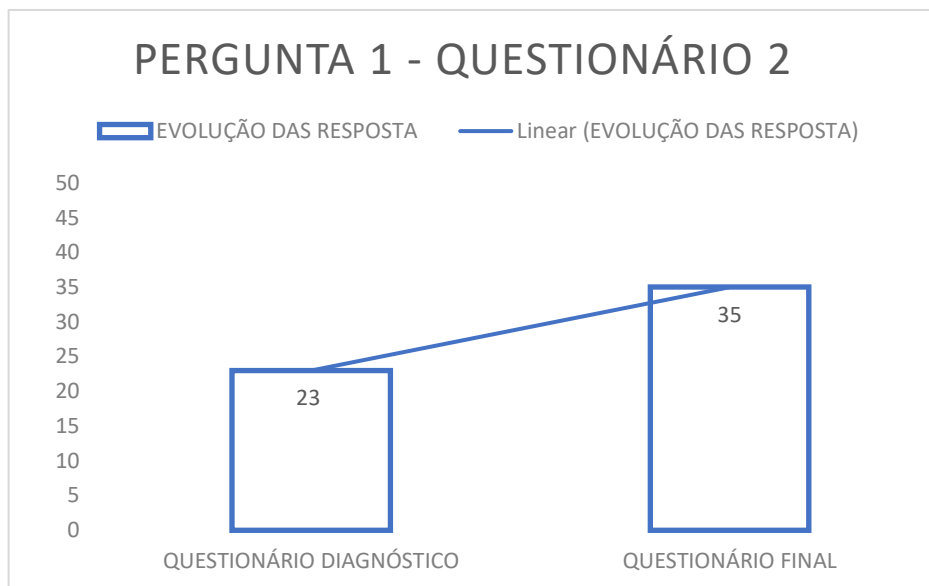


FONTE: Próprio autor.

Observa-se que, 35 alunos conseguiram responder à questão, um total o qual pode ser considerado muito bom, levando-se em conta a demonstração que, quase a totalidade da turma conseguiu apresentar a resposta de forma correta.

Pode-se visualizar melhor esse resultado ao compararmos ao resultado obtido no questionário diagnóstico, no qual 23 alunos acertaram ao quesito, enquanto que, no questionário final, foram 35. Isso demonstra que 12 alunos, os quais antes não haviam conseguido responder corretamente, nesse outro momento fizeram-no.

Gráfico 08 – Comparativo das respostas prévias e finais dos alunos sobre como calcular a potência dissipada por um resistor



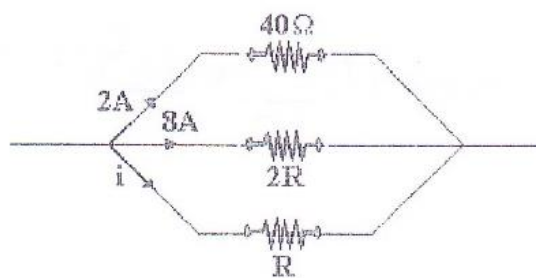
FONTE: Próprio autor.

Percebem-se, a partir dos gráficos comparativos, uma grande evolução, embora três (3) alunos não terem conseguido responder, conforme o conceito previamente estabelecido, como calcular a potência dissipada por um resistor.

É importante ressaltar que a aprendizagem significativa possui sua avaliação, realizada de forma constante e progressiva, (AUSUBEL, 2003) através de análises formativas, porém, também é importante a realização de avaliações somativas, que procurem avaliar os alunos, individualmente e de forma mais específica, relacionando os conceitos estudados e os conhecimentos apreendidos pelos alunos.

A segunda pergunta, do questionário 2, tratou sobre o cálculo dos valores de i e R , conforme pode ser visto na figura 8. Face ao estabelecimento da questão na qual possuía como enunciado “Na associação de resistores da figura a seguir, os valores de i e R são, respectivamente”, elaborada pela Faculdade Mackenzie, no ano de 1997,

Figura 8 – Associação de Resistores



Fonte: Faculdade Mackenzie, 1997.

Tem-se que, apenas um aluno não respondeu à questão, seis alunos marcaram apenas a alternativa, sem apresentar o cálculo, ou seja, sete alunos não souberam responder ao questionamento. Assim, temos que 28 alunos responderam corretamente à questão.

Essa questão serviu como uma análise para a aquisição do conhecimento em relação aos cálculos que deveriam ser feitos, portanto, notou-se uma boa quantidade de acertos e que, os alunos conseguiram realizar um raciocínio simples e direto.

A terceira questão, do questionário 2, tratou sobre associação de resistores em série, considerando, para isso, a definição de que ocorre “Quando dois ou mais resistores são conectados de extremidade a extremidade, diz-se que estão em série.” (SERWAY; JEWETT, 2006, p.786)

Conforme os resultados analisados, apenas 6 alunos não souberam responder como poderia ser feita a associação de resistores em série. Pode-se perceber que os alguns alunos responderam de forma mais completa, outros de forma mais resumida, porém, 32 alunos demonstraram que compreenderam o conceito estudado, mesmo que as respostas não sejam respondidas exatamente de acordo com o livro. Das quais podemos destacar:

“Quando os resistores estiverem ligados um depois do outro, de modo que sejam percorridos pela mesma corrente elétrica. Nessa associação a intensidade de corrente que passa por um dos resistores é a mesma para todos.” (ALUNO 1)

“Vai aparecer uma maior resistência, a corrente elétrica vai ser a mesma nos resistores, e sua tensão e resistor equivalente é calculado pela soma dos valores” (ALUNO 2)

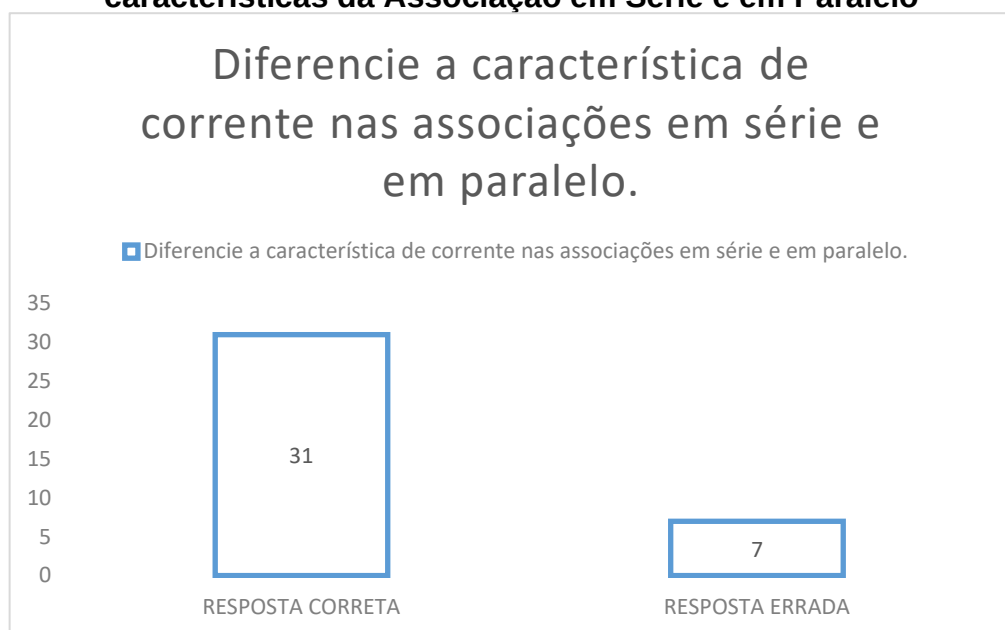
“Ligando o positivo de um resistor no negativo de outro.” (ALUNO 3)

A pergunta 4 tratou sobre a diferença existente entre as características de corrente nas associações em série e em paralelo. Conforme pode ser visto no gráfico

09, 31 alunos responderam corretamente à pergunta e apenas 7 alunos não conseguiram se aproximar da referência estabelecida para a questão.

Sobre as diferenças existentes em relação às associações, em série e em paralelo, considerou-se “O inverso da resistência equivalente de dois ou mais resistores conectados em paralelo é a soma algébrica dos inversos das resistências individuais e a resistência equivalente é sempre menor do que a menor resistência em grupo.” (SERWAY; JEWETT, 2006, p.789)

Gráfico 09 – Conhecimento dos alunos sobre a diferença das características da Associação em Série e em Paralelo



FONTE: Próprio autor.

A quinta pergunta tratou de identificar a compreensão dos alunos sobre quantos valores de resistência final pode-se obter com dois resistores de resistências distintas. Em relação aos dados analisados, pode-se perceber que o quantitativo de erros, assim como na questão 4, foi baixo, apenas 9 alunos não souberam responder, dessa forma, percebeu-se que houve um ótimo aproveitamento dessa questão.

Esse tipo de pergunta, no formato dissertativo, é muito importante para avaliar a capacidade de organização das ideias e ensinamentos obtidos, de forma sintética, através de respostas baseadas no conhecimento de cada aprendiz e da argumentação que os mesmos apresentam.

A questão 6 tratou sobre a função do código de cores para resistores. Sobre a função do código de cores para resistores, considerou-se como válida a assertiva de que a mesma “Os resistores normalmente têm códigos de cor para indicar seus valores em ohms” (SERWAY; JEWETT, 2006, p. 774)

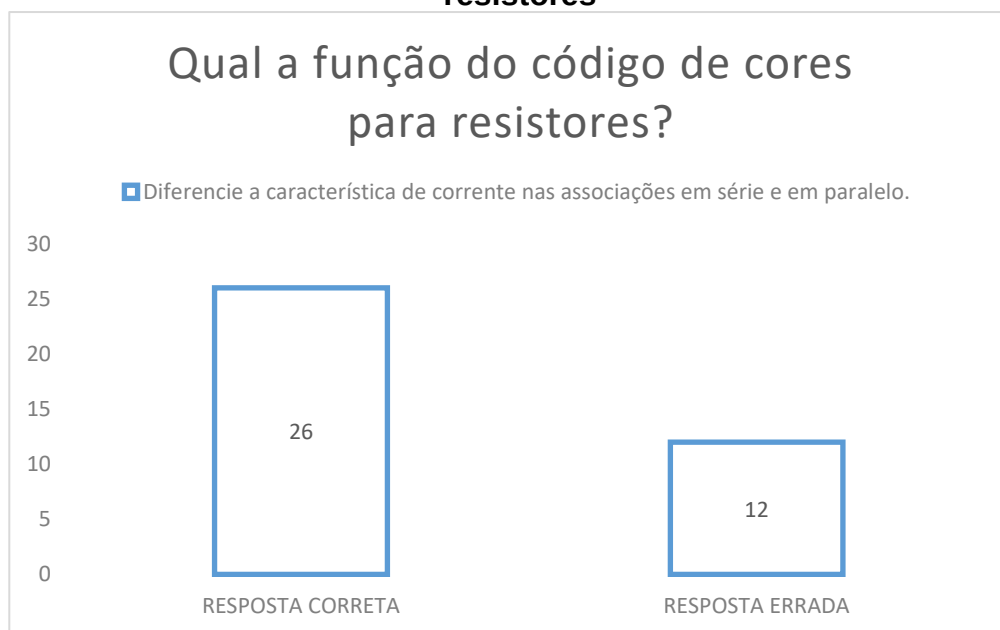
Conforme pode ser visto, no gráfico 10, um total de 26 alunos responderam corretamente, enquanto 12 não conseguiram estabelecer o conhecimento requerido na questão. Em relação aos acertos e tendo em vista a referência estabelecida para correção da questão, citada anteriormente, os alunos definiram como sendo a função do código de cores para resistores,

“Identificar a resistência de cada resistor. É muito importante, pois nos ajuda a saber antes de utilizar.” (ALUNO 1)

“Cada cor equivale a uma quantidade de OHMS para calcular a resistência.” (ALUNO 2)

“Calcular a resistência.” (ALUNO 3)

Gráfico 10 – Conhecimento dos alunos sobre a função do código de cores para resistores



FONTE: Próprio autor.

A questão 7, similar à questão 6, do questionário inicial, tratou sobre as funções dos resistores em circuitos elétricos. Para isso, tomou-se como base que, em circuitos elétricos, as funções dos resistores consistem em “[...] um elemento simples do circuito

que fornece uma resistência especificada em um circuito elétrico.” (SERWAY; JEWETT, 2006, p. 772).

Sobre as funções dos resistores, destaca-se a definição apresentada pelo do aluno que:

“A função do resistor é de delimitar os valores da corrente elétrica de acordo com a necessidade específica do sistema.” (ALUNO 1)

Percebe-se que a maioria (15 alunos) respondeu de forma parcialmente correta, embora tenham conseguido relacionar com a prática desenvolvida durante a pesquisa-ação. Apenas 4 alunos erraram totalmente a questão ou deixaram-na em branco, e 19 alunos responderam corretamente ao quesito, conseguindo estabelecer os conceitos requeridos.

Considerou-se as respostas parcialmente corretas, tendo em vista que os alunos informaram apenas uma das funções dos resistores, deixando, com isso, de relacionar as duas principais funções que são controlar a corrente elétrica e aquecê-la por meio de conversão da energia elétrica em térmica.

Logo, pode-se considerar que, mesmo as respostas parcialmente corretas, podem demonstrar que a aprendizagem foi significativa e construtiva, já que, muitas vezes, os processos de avaliação não correspondem a uma exatidão de valores e medidas da aprendizagem, mas sim como norteadoras do processo de aquisição do conhecimento, e essas respostas dos alunos, mesmo que incompletas, demonstram que os mesmos conseguiram absorver algum significado, como afirma o autor a seguir:

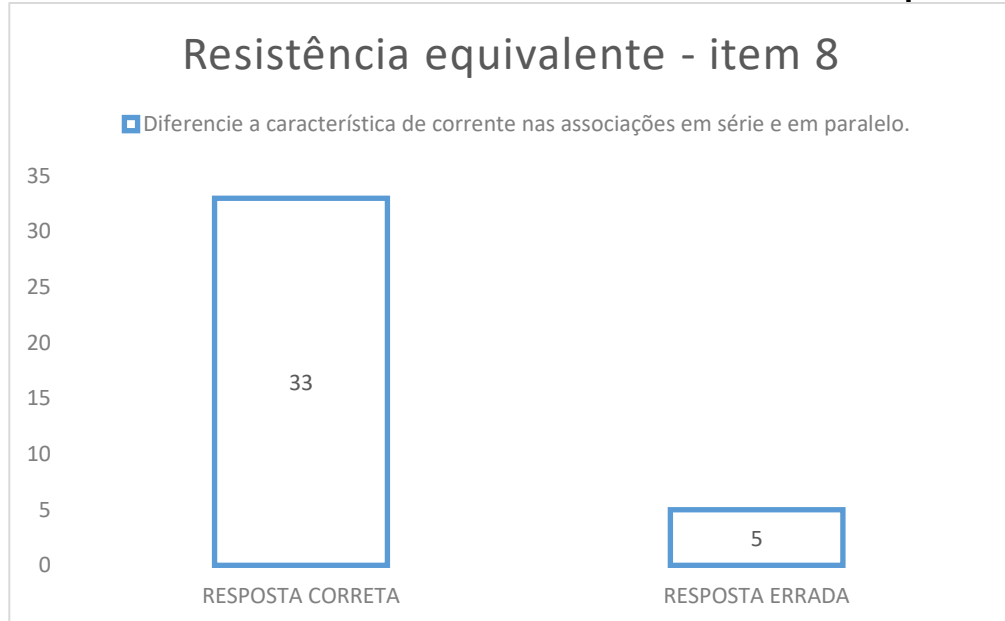
Acreditamos que a aprendizagem humana somente se processa na medida em que o educando é capaz de construir significados e atribuir sentido ao conteúdo da aprendizagem; aceitamos, dessa maneira, que todo aluno é sempre o agente central na forma como constrói conhecimentos. Em outras palavras, pensamos avaliação da aprendizagem através de uma perspectiva construtivista (ANTUNES, 2008, p. 15).

A questão 8 tratou sobre o esquema do circuito elétrico ao tempo em que solicitava que os alunos calculassem a resistência equivalente do conjunto de resistores em ohms. Os dados analisados apontaram um resultado significativo em relação ao número de acertos, conforme pode ser visto no gráfico 11, considerando que apenas 5 alunos não conseguiram responder corretamente à pergunta, enquanto que 33 alunos estabeleceram corretamente a definição proposta pelo Guia de aplicação de experimento Painel Elétrico CC (2016 p. 6), Circuito em série – “Corrente

elétrica que percorre todos os resistores tem mesmo valor, ou seja, a corrente é constante. $i = i_1 = i_2 = i_3$ ”

Circuito em paralelo – “Quando aplicado uma diferença de potencial V entre os terminais de um circuito associado em paralelo, todos os resistores são submetidos à mesma ddp. $V = V_1 = V_2 = V_3$ ”

Gráfico 11 – Conhecimento dos alunos sobre Resistência Equivalente



FONTE: Próprio autor.

A questão 9 apresentou uma situação-problema para os alunos resolverem. O referido problema consistia em saber se podemos substituir um resistor por outros resistores de resistências diferentes e como isso deveria ser feito. De acordo com Moreira (2011), “[...] 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 (Vergnaud; Gowin);”

Os dados analisados apontaram que apenas 16 alunos responderam corretamente que o problema da questão deveria ser resolvido através da associação de resistores. Tratava-se de uma questão com um nível um pouco mais elevado de raciocínio, e que provocou a dúvida em muitos alunos, pois acabaram confundindo-se com outros exemplos do conteúdo.

A última questão tinha como objetivo fazer uma avaliação da pesquisa desenvolvida com os alunos do 3º ano do Ensino Médio. Nesse sentido, perguntou-se sobre os benefícios de estudar utilizando a reciclagem eletrônica como estratégia didática nas aulas de eletricidade e, caso os alunos apontassem algum tipo de benefícios, que eles pudessem identificá-los.

Em relação às respostas apresentadas, os alunos, em unanimidade, responderam que,

“Sim, entender o funcionamento do dispositivo reciclado, dinamizar as aulas e potencializar o estudo” (ALUNO 1);

“Sim, pois mostra uma maneira de se aprender a preservar o meio ambiente” (ALUNO 2);

“Sim, possibilitou uma aula dinâmica, melhorando a compreensão dos alunos” (ALUNO 3);

“Sim, facilita a aprendizagem após ver o funcionamento de forma prática” (ALUNO 4);

“Sim, facilita a absorção do conhecimento, interagimos mais e a aula foi mais dinâmica e prática” (ALUNO 5);

“Sim, absorvi o conteúdo com mais facilidade” (ALUNO 6);

“Sim, pois a aula fica mais dinâmica e com fácil compreensão do conteúdo” (ALUNO 7);

“Sim, se torna mais fácil aprender quando pode-se observar na prática” (ALUNO 8);

“Sim, a partir do trabalho com o lixo eletrônico, além de retirar parte do lixo da rua, ainda contribui no nosso aprendizado, além de aulas dinâmicas contribuindo assim para a compreensão do conteúdo” (ALUNO 9);

“Sim, facilidade na compreensão englobando cálculos e prática, saindo do desenho habitual” (ALUNO 10);

“Entender o porquê e para que estudamos alguns conteúdos, entender como funciona na prática e na vida real” (ALUNO 11);

“Sim, pois a aula se torna mais didática para compreensão do aluno, onde ele poderá associar o conteúdo (teórico) com a realidade” (ALUNO 12);

“Sim, saber como funciona na prática os resistores, ter noção de quantos resistores há numa placa de LED” (ALUNO 13);

“Sim, pois aumenta o conhecimento e é mais fácil de aprender” (ALUNO 14);

“Sim, pois agora teremos uma pequena noção de como funciona um resistor” (ALUNO 15);

Essa questão serve como uma forma de feedback da metodologia utilizada e da UEPS que foi trabalhada com os alunos. Esse retorno é muito importante, pois

apresenta os aspectos positivos e negativos apontados pelos participantes envolvidos no processo.

Paiva (2003) afirma que feedback é a “reação à presença ou ausência de alguma ação com o objetivo de avaliar ou pedir avaliação sobre o desempenho no processo de ensino-aprendizagem e de refletir sobre a interação de forma a estimulá-la, controlá-la ou avaliá-la”.

Esse retorno dos alunos mostrou que os objetivos principais da aprendizagem significativa foram atingidos, já que os alunos demonstraram satisfação em aprender, apresentando disposição e vontade para a realização dos trabalhos e atividades propostos e durante a avaliação tanto formativa como somativa pode-se observar evidências de aprendizagem significativa, obtenção de entendimento acerca dos conteúdos, com capacidade de resolução de situações-problema e aplicação dos estudos na prática, tais como descritos por Moreira (2011).

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao finalizar as aulas panejadas através da aplicação de todas as etapas da UEPS, pode-se observar um bom desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes, essa avaliação ocorreu através da observação feita nos processos ocorridos durante as aulas, assim como, dos questionários resolvidos. Inicialmente considerou-se importante a elaboração dos mapas conceituais, através da interação em grupo pelos estudantes. Como afirma Moreira (1998 p.10),

[...] aparentemente simples e às vezes confundidos com esquemas ou diagramas organizacionais, mapas conceituais são instrumentos que podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender. [...] entram em choque com técnicas voltadas para aprendizagem mecânica. Utilizá-los em toda sua potencialidade implica atribuir novos significados aos conceitos de ensino, aprendizagem e avaliação

Através do uso dos mapas, os alunos conseguem relacionar melhor as palavras mais importantes para os conceitos estudados, assim como consegue fazer uma relação de sentidos para auxiliar na aprendizagem e fixação dos subsunçores.

Como resultado dos questionários, pode-se também observar, respostas mais claras sobre os conteúdos, assim como observou-se com positividade o uso da reciclagem eletrônica para o ensino de eletricidade.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a teoria de Ausubel (2000) apreende-se que, quanto mais se sabe, mais se pode aprender, nesse sentido, para que a educação se desenvolva dentro de uma perspectiva ampla e de qualidade, tornar-se-á necessário o estabelecimento de políticas de ensino amplo que possibilitem as mais variadas ferramentas metodológicas para possibilitar uma ampla aprendizagem significativa nas escolas.

Pode-se perceber, ao longo da pesquisa, que um dos maiores problemas atuais enfrentados pela escola consiste na falta de interesse dos alunos com os estudos, seja por questões relacionadas à dificuldade com as disciplinas exatas, infraestrutura para a utilização das novas tecnologias, tendo em vista que, devido à (in)disponibilidade, muitas vezes, tornam os alunos mais dispersos, investimento laboratórios de ensino, dentre outros questões inerente à qualidade do ensino.

O objetivo principal desta pesquisa foi a promoção da aprendizagem significativa, nos conteúdos de eletricidade, assim como também se buscou a construção de uma UEPS e de uma cartilha educacional voltadas para contribuir com metodologias de ensino de eletricidade com o objetivo de elaborar aulas mais dinâmicas e com o auxílio de materiais alternativos, como o lixo eletrônico. Também como objetivo específico, procurou-se promover uma interdisciplinaridade através do uso da reciclagem eletrônica e introdução de discussões sobre a importância de ações voltadas ao meio ambiente na educação brasileira.

Considerando os referidos objetivos, pode-se perceber que, após o desenvolvimento da UEPS junto aos alunos, obteve-se um resultado favorável quanto à aprendizagem, pois percebeu-se um maior interesse dos mesmos com a disciplina e uma maior facilidade de assimilação do conhecimento, uma vez que, comparando as notas dos alunos com as notas em bimestres anteriores, percebeu-se melhorias significativas. Destaca-se, ainda, a atenção especial dos alunos quanto à importância de um olhar mais sustentável para o meio ambiente. Essa atenção foi percebida a partir das atividades desenvolvidas com a reciclagem eletrônica.

Diante das dificuldades apresentadas na introdução desta pesquisa, tais como, infraestrutura das escolas públicas no Brasil, barreiras existentes na aprendizagem de conteúdo das ciências da natureza, necessidade de novas metodologias didáticas para o ensino de Física, dentre outras, pode-se observar que, através uma didática baseada em aulas práticas e com inovações em atividades propostas, pode-se obter melhorias para os problemas encontrados.

A metodologia utilizada para consecução dos objetivos foi baseada na pesquisa-ação. Para tanto, buscou-se esquematizar uma UEPS conforme um planejamento inicial de aulas que promovessem um ensino mais dinâmico e, através disso, promovesse uma satisfação dos alunos em estudar a disciplina de eletricidade. Além disso, foram realizados estudos bibliográficos sobre os temas discutidos nessa pesquisa a fim de melhorar as ações e atividades propostas aos alunos.

Considerando a realidade pesquisada, pode-se perceber as dificuldades científica, econômica, estruturais, sociais, culturais, políticas e tecnológicas vivenciadas nos processos de ensino e de aprendizagem, seja por parte dos alunos ou ainda dos professores.

Embora essas dificuldades tenham se tornado cada vez maiores, dentro do atual contexto em que o país vive, é consenso para todos que os professores possuam, por meio de uma política de formação, formações continuada/permanentes que os capacitem quanto ao desenvolvimento de novas metodologias de ensino, que os instiguem a criarem novos métodos de ensino que favoreçam o desenvolvimento dos alunos e, conseqüentemente, potencializem as práticas docentes.

Dessa forma, e inseridos dentro de uma política de formação ampla, que as ações desenvolvidas para atender as necessidades humanas e sociais atuais possam ser incentivadas e, assim, atividade como produção de vídeos educativos, aulas práticas, dinamizadas, lúdicas, interativas, colaborativas e integrativas, interdisciplinares e contextualizadas possam colaborar para o fortalecimento da educação ao tempo em que, dentro deste contexto, esta será capaz de transformar vidas e formar cidadãos críticos, participativos, sensíveis, criativos e autônomos.

Face ao exposto, compreende-se que as aulas práticas de eletricidade, com a utilização da reciclagem eletrônica, apresentaram-se de forma significativa para a aprendizagem dos alunos e que, através dos processos de avaliação do desempenho, foi possível verificar a existência de evidências de aprendizagem significativa “captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema” (MOREIRA, 2016 p. 5).

Assim como também foi possível alcançar os objetivos específicos pretendidos, que foram a produção de uma cartilha educativa voltada para auxiliar os professores da disciplina de eletricidade, através de sugestões de atividades que podem ser realizadas, através da utilização da reciclagem eletrônica, junto com aulas práticas, com o propósito de tornar as aulas mais atraentes e com mais facilidade de absorção dos conteúdos pelos alunos. Além disso, este trabalho procurou estabelecer relações entre o ensino de eletricidade e a importância da conscientização para a reciclagem eletrônica. Nos dias atuais, é necessário buscar a eficiência do conhecimento humano, através de práticas que valorizem a compreensão do mundo e das suas implicações na sociedade, não basta ensinar para formar alunos capazes de responder perguntas de maneira direta e através de cópias e imitações, deve-se procurar aprendizagens contínuas, que promovam valorização do ser como uma pessoa humana e social, capaz de evoluir a cada novo ensinamento.

A cartilha compõe o produto desta pesquisa, sendo uma ferramenta didática para aulas de eletricidade, auxiliando em todo o processo de ensino, assim como de aprendizagem da eletricidade, conclui-se, com esta pesquisa, que o professor deve buscar métodos que melhorem o processo de cognição no sentido de facilitar a aprendizagem significativa, a reciclagem eletrônica, inserida na disciplina de eletricidade, mostrou-se uma forma eficaz para que sejam conseguidos os objetivos pretendidos.

REFERÊNCIAS

- ABINEE. **Relatório anual 2017**. Disponível em <<http://www.abinee.org.br/programas/imagens/rel2017.pdf>> acesso em 12 de setembro de 2019.
- ABREU Daniela Cavalcante de; MACHADO Patrícia Fernandes L. **Resíduo eletrônico e o ensino de química: uma proposta de educação para a cidadania**. v.9, 2014.
- ALVES, V.C; STACHAK, M. **A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em Física: Eletricidade**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física – Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) – Presidente Prudente/SP, 2005.
- ANTUNES, Celso. **A avaliação da aprendizagem escolar**: fascículo 11–Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2008.
- APPOLINÁRIO, Fabio. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- AUSUBEL, D. P. NOVAK, J. D.; HANESIAN H. **Psicologia educacional**. Psicologia educacional. Rio de Janeiro. Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, Ministério da Educação, CONSED, UNDIME, 2017.
- BRASIL. **Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016**. Conselho Nacional de Saúde. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/reso510.pdf>> acesso em 08 de maio de 2018.
- BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> acesso em 21 de fevereiro de 2020
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 1997. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>> acesso em 26 fev 2020
- BOTO, Carlota Malta Cardozo dos Reis. Ler, escrever, contar e se comportar: a escola primária como rito do século XIX português (1820-1910). 1997. 650f. Tese do doutorado Universidade de São Paulo, 1997.
- CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA. v.33, n 2, p. 327-332, agosto de 2016. Disponível em<<file:///C:/Users/raimu/Downloads/46404-155025-1-PB.pdf>> acesso em 27 fev. 2020

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. 8. ed. - São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC: UNESCO, 2003.

DISTIER, Rafaela Regina. **Contribuições de David Ausubel para a intervenção psicopedagógica**. Revista Psicopedagogia - versão impressa ISSN 0103-8486 Rev. psicopedagogia. vol.32 no.98 São Paulo, 2015.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **INTERDISCIPLINARIDADE: Didática e Prática de Ensino**. São Paulo, v.1, n.6, - abr. 2015. Disponível em <<https://www.pucsp.br/gepi/downloads/revistas/revista-6-gepi-abril15.pdf>> acesso em 05 de julho de 2020

FERNANDES, Domingos. **Para uma ênfase na avaliação formativa alternativa. Editorial**. *Educação e Matemática*, 81, 2005. Disponível em <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/5639>>. Acesso em 21 de fevereiro de 2020

FREITAS, José Abílio de. ZANCAN, Marcos Daniel. **Elettricidade**. 3 ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GONCALVES, C. L; PIMENTA, S. G. **Revendo o ensino de 2º grau: propondo a formação de professores**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1992.

GOWIN, D.B. **Educating**. Ithaca, N.Y., Cornell University Press. 1981.

GUIA DE APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO REMOTO PAINEL ELÉTRICO CC. Experimentação remota Móvel para educação básica e superior, Associação de resistores/ Obra coletiva. Araranguá SC, 2016. Disponível em <<https://relle.ufsc.br/docs/57911f8d8ff4a.pdf>> acesso em 06 mar. 2020.

JUNIOR, Francisco Ramalho; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física 3**. Elettricidade, Introdução à Física Moderna e Análise Dimensional. 9ª edição, ed. Moderna, São Paulo, 2008.

KASUYOSHI, R. K. **Estratégias experimentais de ensino visando contribuir com o ensino de física de modo significativo**: atividades de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo. Dissertação de Mestrado. Presidente Prudente – SP 2015

LITWIN, E. **Tecnologia Educacional: Política, Histórias e Propostas**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MALCHER, M. A.; COSTA, L. M.; LOPES, S. C. **Comunicação da Ciência: diversas concepções de uma mesma complexidade**. *Animus. Revista Interamericana de Comunicação Midiática*, v. 12, n. 23, p. 59 - 84, 2013.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MORAN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias**. 2000. Disponível em: < <http://www.eca.usp.br/prof/moran/inov.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária. 1999.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Instituto de Física – UFRGS. Disponível em< <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> > acesso em 19 de fevereiro de 2020

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: Condições para a ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo, 2008

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente significativas**. Instituto de Física – UFRGS, 2011.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa**: Subsídios teóricos para professor pesquisador em Ensino de Ciências. 2ª edição revisada. Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estud. av. vol.32 no.94 São Paulo set./dez. 2018. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300073&lng=pt&tlng=pt> acesso em 26 fev. 2020

NOVAK, JOSEPH D. **Aprender a aprender**. Paralelo editora LDA. Lisboa, 1984.

OSTERMANN F.CAVALCANTI H. C. J. **Teorias de Aprendizagem**: Texto introdutório. 2010

PEDROSO, Carla Vargas; **Jogos Didáticos No Ensino De Biologia**: Uma Proposta Metodológica Baseada Em Módulo Didático, 2009. Disponível em<https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2009/2944_1408.pdf> acesso em 13 de fevereiro de 2020

PISA. **Relatório Brasil no PISA 2018**. Disponível Em < http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf> acesso em 14 de janeiro de 2020>

Portal Ecod. **Projeto da USP cria alternativas para lixo**. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/novembro/projeto-da-usp-cria-alternativas-para-o-lixo.>> Acesso em 26 de abril de 2018.

RAUEN, Fábio José. **Roteiros de investigação científica**. (recurso eletrônico) Disponível em < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=0QydDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=pesquisa+qualitativa+2018&ots=dhRjvOvrgP&sig=k8TAQTPwp9SuiG2iU8iZhZkV7Is#v=onepage&q&f=false> > acesso em 25 de janeiro de 2020 2 ed. Tubarão. 2018

SERWAY. Raymond A.; JEWETT, JR. Jhohn W. **Princípios de Física**. Vol. 3 Eletromagnetismo, São Paulo, 2006

SOARES NETO, Joaquim José; JESUS, Girlene Ribeiro de; KARINO, Camila Akemi; ANDRADE, Dalton Francisco de. Uma escala para medir a infraestrutura escolar. Estudos em Avaliação Educacional, São Paulo, v. 24, n. 54, p. 78-99, 2013a. Disponível em: <<https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/129/129> Acesso em: 29 de junho de 2020.

SÓ FÍSICA. **André-Marie Ampère. Virtuoso** Tecnologia da Informação, 2008-2020. Disponível em< em <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/ampere.php> > Acesso em 05 mar. 2020 às 21:46.
RELATÓRIO DE LIXO ELETRÔNICO <https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Pages/Global-E-waste-Monitor-2017.aspx>

REVISTA EDUCAÇÃO. **Escassez de laboratórios de ciências nas escolas brasileiras limita interesse dos alunos pela física**. Disponível em<<http://www.revistaeducacao.com.br/escassez-de-laboratorios-de-ciencias-nas-escolas-brasileiras-limita-interesse-dos-alunos-pela-fisica/>> acesso em 03 de maio de 2018.

REVISTA DO PROFESSOR DE FÍSICA. **Marco Antônio Moreira – O Professor, O Investigador, O Ser Humano**. Iramaia Jorge Cabral De Paulo. Instituto de Física – UFMT. Brasília, vol. 2, n. 3. 2018. Disponível em< <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/19958/21420> > acesso em 19 de fevereiro de 2020.

RIBAS, Cíntia Cargnin Cavaleiro; FONSECA, Regina Célia Veiga da. **Manual de metodologia OPET**. Curitiba, 2008.

RODRÍGUEZ, Adrei Steveen Moreno; DEL PINO, José Cláudio. **Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS):** Perspectivas teóricas sobre Educação Científica e desenvolvimento na América Latina. Revista de Educação Ciência e Tecnologia, Canoas, v.6, n.2, 2017. Disponível em< <file:///C:/Users/raimu/Downloads/2490-Texto%20do%20artigo-9032-1-10-20171220.pdf> > acesso em 01 mar. 2020

SANTOS, Cleidilene de Jesus Souza; BRASILEIRO, Sidinéia Guimarães dos Santos; MACIEL, Cilene Maria Lima Antunes; SOUZA, Ricardo Douglas de. **Ensino de Ciências: Novas abordagens metodológicas para o ensino fundamental**. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria ED. ESPECIAL IFMT - Licenciatura em Ciências da Natureza - v.14, 2015, p.217-227.

SEBRAE. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos**. Relatório de inteligência, maio de 2016. Disponível em <
http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2016_5_GEST%C3%83O-DE-RES%C3%84DUOS-ELETRO-ELETRONICOS.pdf> acesso em 18 de fevereiro de 2020

SILVA, Rodrigo Sousa da; ALENCAR, Fábio Pessoa. **O ensino da Física: Perspectivas e ações no centro de ensino Dr. Paulo Ramos, em São João dos Patos -MA**. 2016. Disponível em <
https://www.editorarealize.com.br/revistas/joinbr/trabalhos/TRABALHO_EV081_MD4_SA77_ID2241_12092017111058.pdf> acesso de 28 fev. 2020

SILVA, D. T. S. **Educação Ambiental: Coleta Seletiva e Reciclagem de Resíduos Sólidos na Escola**. Cachoeirinha-RS: FASB, 2007

TEIXEIRA, A. C, MARCON, K (org.). **Inclusão digital: experiências, desafios e perspectivas**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2009.

TEIXEIRA, L. H. O. **A abordagem tradicional de ensino e suas repercussões sob a percepção de um aluno**. Revista Educação em Foco – Edição nº 10 – Ano: 2018

UDESC. **Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei n. 12.305/2010**. Disponível em<<http://nti.ceavi.udesc.br/e-lixo/index.php?makepage=pnr>> acesso em 07 de março de 2019.

VARGAS, Jimmy. **Biografia del autor**. 17 de abril de 2010. Disponível em <
http://jnovakupn.blogspot.com/2010/04/biografia-del-autor_17.html> acesso em 20 agosto 2019

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. **A Química no Ensino Fundamental**. Química Nova na Escola, v. 2 (Nov.), p. 15-18, 1995.

ZERBINI, Euryclides de Jesus. **Eleticidade**. Volume 1 SENAI Campinas – SP, 2002.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas**. Florianópolis, 89 p., 2004. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

01) Você já estudou através de aulas práticas?

() Sim () Não

02) Qual o seu nível de dificuldade em relação a compreender os conteúdos de Física?

- a) () Não possuo dificuldade
- b) () Dificuldade leve
- c) () Dificuldade média
- d) () Dificuldade alta
- e) () Dificuldade muito alta

03) Para você, quais são as maiores dificuldades encontradas nas aulas de Física?

04) Qual a sua opinião sobre a utilização da reciclagem eletrônica como ferramenta de ensino nas escolas?

05) O que você entende sobre eletricidade?

06) O que são resistores?

07) Como calcular a potência dissipada por um resistor?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL

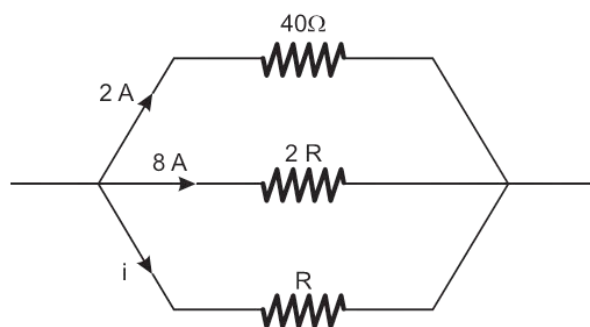


MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

QUESTIONÁRIO FINAL

1. Como calcular a potência dissipada por um resistor?

2. (Mack – 1997) Na associação de resistores da figura a seguir, os valores de i e R são, respectivamente:



- a) $8A$ e 5Ω b) $16A$ e 5Ω c) $4A$ e $2,5\Omega$
d) $2A$ e $2,5\Omega$ e) $1A$ e 10Ω

3. Como pode ser feita uma associação de resistores em série?

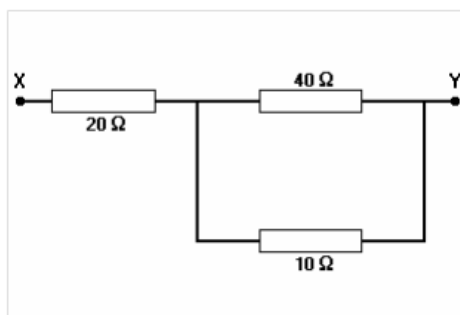
4. Diferencie as características da associação em série e em paralelo.

5. Com dois resistores de resistências distintas podemos obter quantos valores de resistência final?

6. Qual a função do código de cores para resistores?

7. Em circuitos elétricos quais as funções dos resistores?

8. (UEL – 1996) Considere o esquema a seguir:



A resistência equivalente do conjunto de resistores entre os pontos X e Y é, em ohms, igual a:

- a) 8
- b) 13
- c) 28
- d) 45
- e) 70

9. Podemos substituir um resistor por outros resistores de resistência diferentes? Como?

10) Na sua opinião houve algum benefício de estudar através da utilização da reciclagem eletrônica nas aulas de eletricidade? Se sim, Quais?

APÊNDICE C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
PRÓ-REITORA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA - MNPEF

ILMO (A). SR.

Carlos André Marques

DIRETOR DA ESCOLA: EEEP Doutor José Iran Costa

Prezado (a) Sr.

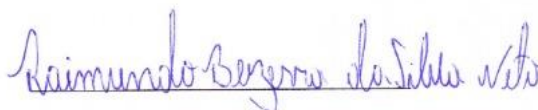
Como aluno do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, MNPEF, solicito autorização para desenvolver, nesta escola, o Projeto de Pesquisa intitulado **Reciclagem Eletrônica Como Ferramenta Didática Para O Ensino E Aprendizagem De Eletricidade com ênfase em associação de resistores e Lei de Ohm**, que tem como objetivo auxiliar os professores de Física no ensino de eletricidade por meio de aulas práticas a partir de materiais provenientes do lixo eletrônico que busquem a promoção da aprendizagem significativa.

O projeto será realizado com alunos, por meio de entrevista/questionário/observação.

O período para desenvolvimento do mesmo deverá ocorrer nos meses de outubro a dezembro de 2019.

No aguardo de seu parecer, subscrevo-me

Atenciosamente



Raimundo Bezerra da Silva Neto (Aluno pesquisador)



Carlos André Marques (Diretor da Escola)

Carlos André Bezerra Marques
Diretor - Mat. Nº 978959-10
DOE Nº 51, de 14/03/2019

APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**Dados de identificação**

Título do Projeto: **Reciclagem Eletrônica como Ferramenta Didática para o Ensino e Aprendizagem de Eletricidade**

Pesquisador Responsável: **Raimundo Bezerra da Silva Neto**

Nome do participante:

Data de nascimento:

Responsável legal (quando for o caso):

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, do projeto de pesquisa **Reciclagem Eletrônica como Ferramenta Didática para o Ensino e Aprendizagem de Eletricidade**, de responsabilidade do pesquisador **Raimundo Bezerra da Silva Neto**.

Leia cuidadosamente o que segue e me pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso aceite fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que consta em duas vias. Uma via pertence a você e a outra ao pesquisador responsável. Em caso de recusa você não sofrerá nenhuma penalidade.

Declaro ter sido esclarecido sobre os seguintes pontos:

1. O trabalho tem por objetivo desenvolver aulas experimentais por meio do uso de materiais eletrônicos provenientes do lixo residencial peças equipamentos queimados, tais como, secadores, ventiladores, dentre outros) provenientes do lixo eletrônico, que serviram para dar uma atratividade e maior interação com os alunos.
2. A minha participação nesta pesquisa consistirá em participar das aulas da disciplina de eletricidade, além de responder aos questionários elaborados pelo autor(questionário diagnóstico e questionário final); dividiu-se a execução desta pesquisa em 7 etapas distribuídas em 10 aulas: PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DE MATERIAIS; AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA; CONHECIMENTO TEÓRICO; ELABORAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS E RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS; DISCUSSÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM ELETRÔNICA; DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DIDÁTICAS E EXPERIMENTAIS COM OS MATERIAIS ELETRÔNICOS;QUESTIONÁRIO FINAL
3. Durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos em relação a : Exposição dos participantes; Invasão de privacidade, para minimizar o risco, os registros serão feitos sem identificação e as fotos dos trabalhos serão tiradas sem conter o rosto dos participantes.

4. Ao participar desse trabalho estarei contribuindo com uma pesquisa que busca melhorias para os processos de ensino e de aprendizagem da disciplina de eletricidade. A pesquisa também promove uma interdisciplinaridade através do incentivo para o descarte correto do lixo eletrônico e o que pode ser feito para se ter um melhor olhar com a responsabilidade social e o respeito ao meio ambiente.
5. A minha participação neste projeto deverá ter a duração de 10 encontros com um total de 5 horas.
6. Não terei nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderei deixar de participar ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e não sofrerei qualquer prejuízo.
7. Fui informado e estou ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação, no entanto, caso eu tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, serei ressarcido.
8. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de minha participação no estudo, poderei ser compensado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde
9. Meu nome será mantido em sigilo, assegurando assim a minha privacidade, e se eu desejar terei livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.
10. Fui informado que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa, e que os resultados poderão ser publicados.
11. Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com Raimundo Bezerra da Silva Neto, pesquisador responsável pela pesquisa, telefone: (88)99231-407, e-mail: raimundo.b.neto@hotmail.com , e/ou com o Comitê de Ética em Pesquisa - CEP, da Universidade Regional do Cariri, localizado à Rua Coronel Antonio Luiz, 1161, 1º andar, Bairro Pimenta, CEP 63.105-000, telefone (88)3102.1212 ramal 2424, Crato CE.
12. Se o(a) Sr.(a) estiver de acordo em participar deverá preencher e assinar o Termo de Consentimento Pós-esclarecido que se segue, e receberá uma cópia deste Termo.

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr.(a)_____, portador(a) da cédula de identidade_____, declara que, após leitura minuciosa do TCLE, teve oportunidade de fazer perguntas, esclarecer dúvidas que foram devidamente explicadas pelos pesquisadores, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido e, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO em participar voluntariamente desta pesquisa.

E, por estar de acordo, assina o presente termo.

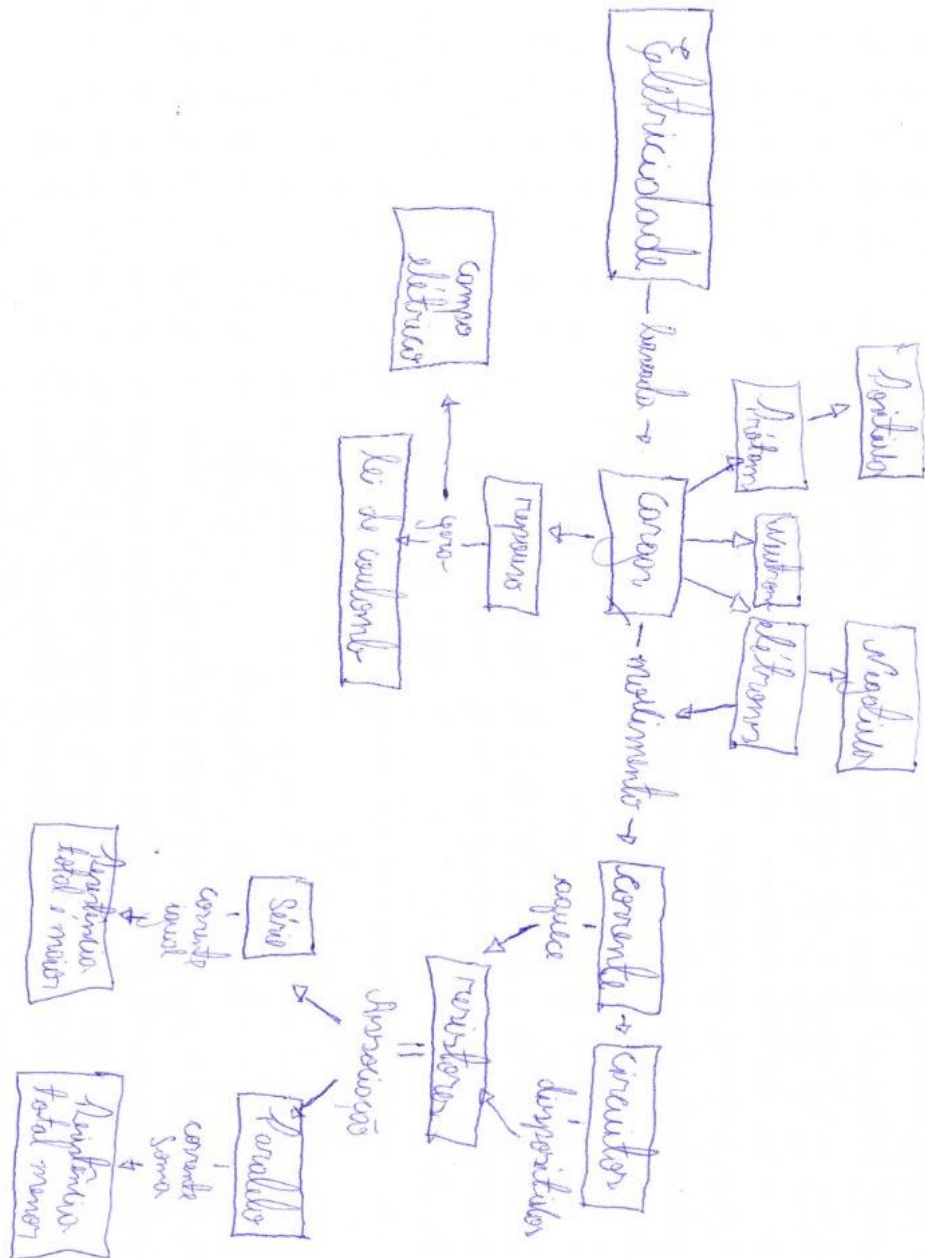
Várzea Alegre, 15 de outubro de 2019

Assinatura do participante

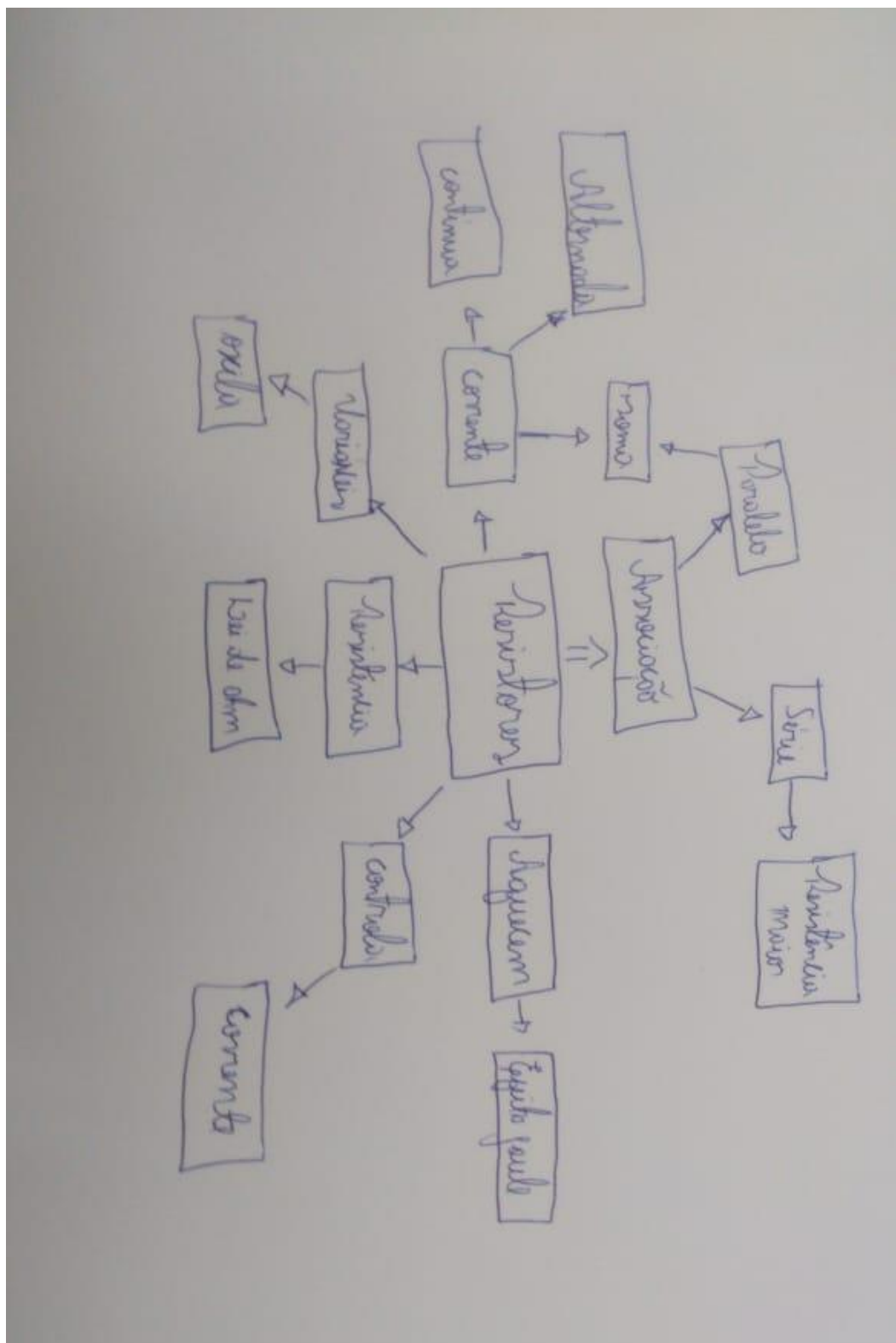
ou Representante legal

APÊNDICE E – MAPA CONCEITUAL 1

Mapa $\Rightarrow$ Associação de Relatores



APÊNDICE F – MAPA CONCEITUAL 2



APÊNDICE G - PRODUTO EDUCACIONAL



CARTILHA DIDÁTICA



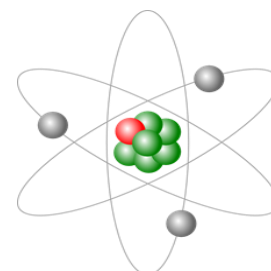
PROFESSOR: RAIMUNDO BEZERRA DA SILVA NETO

**RECICLAGEM ELETRÔNICA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA
O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE COM ÊNFASE EM
CIRCUITOS DE RESISTÊNCIA.**

Caro professor esta cartilha tem por objetivo facilitar algumas aulas práticas da disciplina de eletricidade, proporcionando o planejamento de aulas de maneira simples, porém interessantes, utilizando lixo eletrônico como matéria prima para aulas práticas dos mais diversos conteúdos. Esse lixo será transformado em ciência pelos alunos do terceiro ano, será abordado por hora o conteúdo: associação de resistores visto no terceiro ano do ensino médio.

Além disso, o projeto incentiva os alunos a pesquisar, estudar e praticar mais sobre a eletricidade, além disso, proporciona uma interdisciplinaridade com biologia ao falar dos descartes, dos tipos de materiais e dos danos causados por esse lixo.

Como esta cartilha é parte integrante de um trabalho efetuado em Leis de Ohm e associação de resistores pelo professor Raimundo Neto na rede pública de ensino (Escola Estadual de Educação Profissional Doutor José Iran Costa, turma Terceiro ano “C”), teremos aqui sugestões de aulas direcionadas a este assunto.

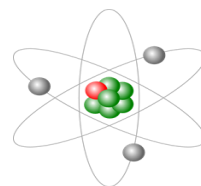




Por que trabalhar usando material eletrônico como ferramenta laboratorial?

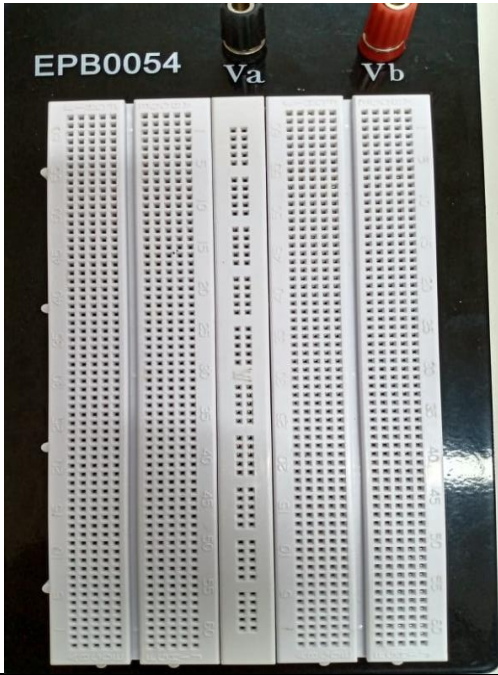
No mundo atual, todos os alunos devem conhecer e ter condições de fazer e pôr em prática aquilo que é explicado pelo professor na sala. Por isso, aulas práticas ajudam a interação interpessoal, colaboram com o protagonismo juvenil, fortalecem a motivação sobre o assunto o que pode influenciar positivamente o aprendizado dos alunos. O problema é que a maioria das escolas não possuem laboratório ou até mesmo material pra esse tipo de aula.

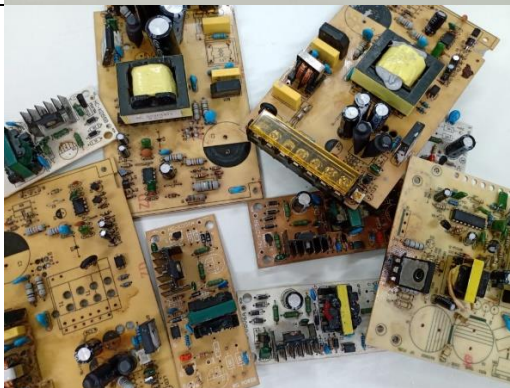
O terceiro ano do ensino médio é praticamente todo voltado a eletricidade, e o consumo de eletroeletrônicos é cada vez maior (o que leva ao grande consumo e também desperdício de equipamentos peças e muito mais). Foi pensando nisso que essa cartilha surgiu com o intuito de ajudar o professor a praticar um pouco sobre esse tipo de conteúdo. Mas como fazer isso?



Para promover esses experimentos na disciplina de física no terceiro ano do ensino médio, teremos que ter além de qualquer placa de circuito eletrônica alguns outros poucos materiais, os quais são simples e baratos, são eles: o protoboard, o multímetro, ferro de solda, e fixo eletrônico. Como segue a tabela abaixo.



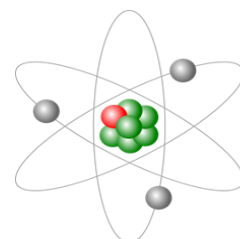
MATERIAL	FIGURAS	DEFINIÇÃO
O protoboard		O protoboard consiste em uma placa que funciona como matriz de contatos, e isso é o que permite a construção dos mais variados circuitos, experimentos elétricos, e testes de componentes sem a necessidade de solda, permitindo assim, com rapidez e segurança a utilização e até substituição dos componentes
Multímetro		O multímetro é um aparelho de medida elétrica, capaz de realizar a medição elétrica de três tipos diferentes: Voltímetro, Ohmímetro e Amperímetro.

Ferro de solda		O ferro de solda é instrumento elétrico que aquece e derrete a solda de estanho, com a mudança de fase poderá retirar ou até mesmo soldar um componente eletrônico na placa de circuito
Lixo Eletrônico		São resíduos elétricos geralmente descartados, tais como eletrodomésticos queimados, lâmpadas fluorescentes velhas

Fonte: Próprio autor.



Como vou
usar esses
dispositivos
?



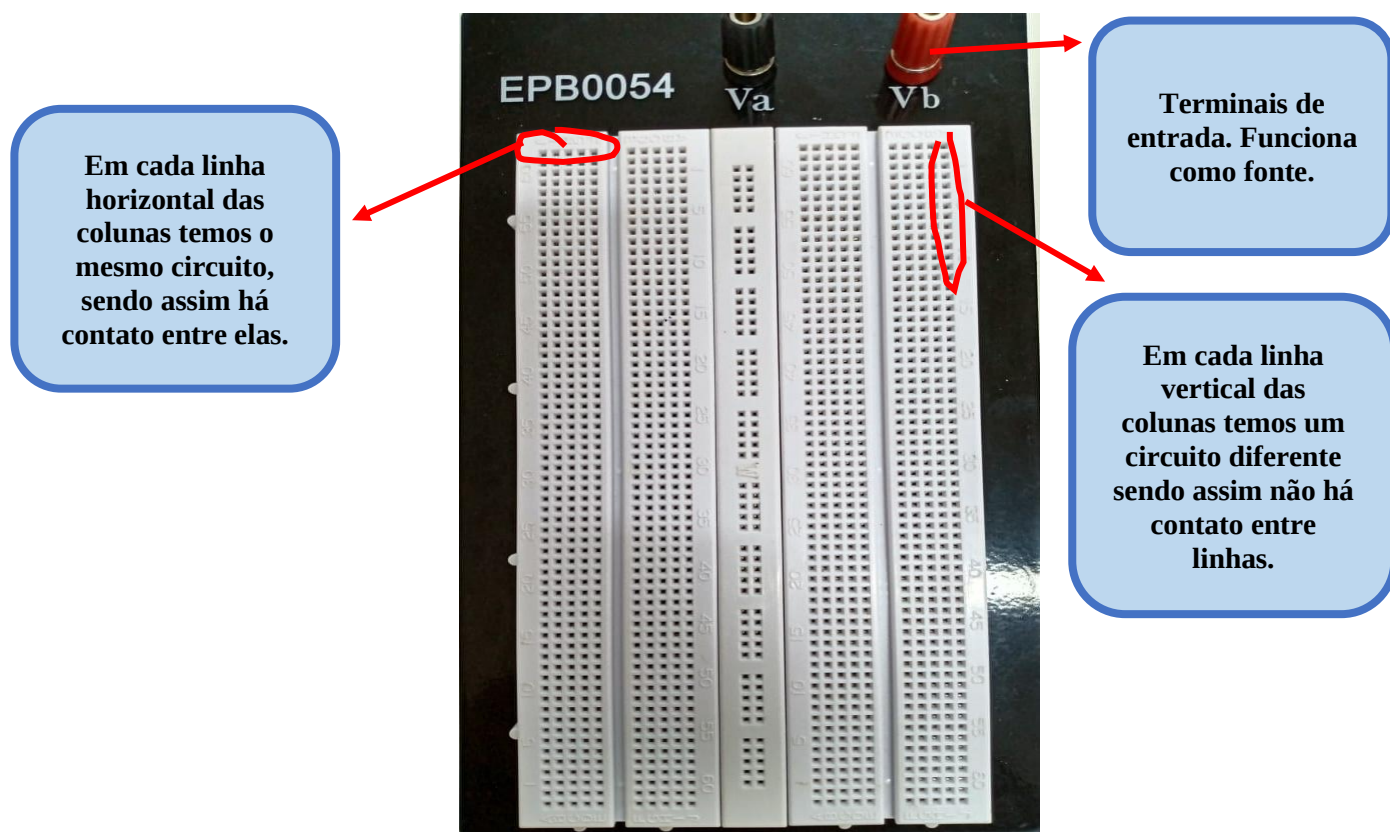
Com esses materiais podemos fazer as mais variadas práticas tanto de física, como eletrônica, e até testar alguns componentes.

Vamos as instruções para o manuseio dos dispositivos

Apesar muito práticos os instrumentos, devemos conhecer o básico do funcionamento de cada um, para isso vejamos um resumo dos procedimentos de manuseio indicados pelo professor:

Protoboard

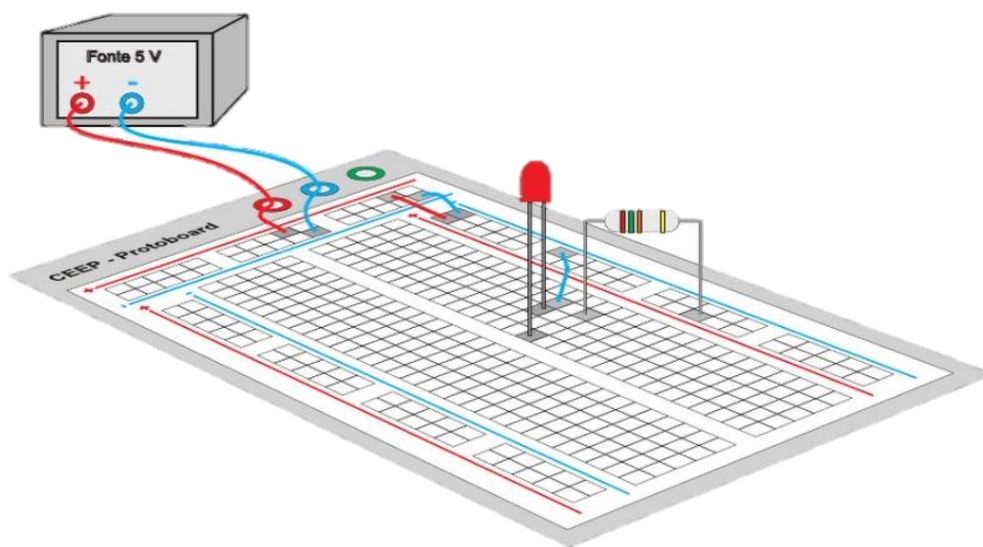
O princípio de funcionamento deste dispositivo é uma placa que facilita conexão de componentes eletrônicos, os setores de conexão são divididos em colunas e linhas, na imagem abaixo as setas indicam as propriedades de uso de um protoboard.



Para finalizar como inserimos componentes

Para montar um circuito utilizando o protoboard podemos fazer de diversas maneiras, pois tanto a organização como a orientação de cada componentes depende exclusivamente de quem está montando.

Exemplo de uso: na imagem abaixo temos uma representação em desenho de um circuito montado no protoboard para se ter uma melhor visualização e compreensão de como montar um circuito no protoboard, aqui temos uma fonte que é opcional o seu uso, e muitas vezes utilizada quando se quer colocar algum componente em funcionamento, essa fonte pode ser uma bateria ou pilhas.



Multímetro funcionamento:

Existem dois tipos de multímetros, os analógicos e os digitais.

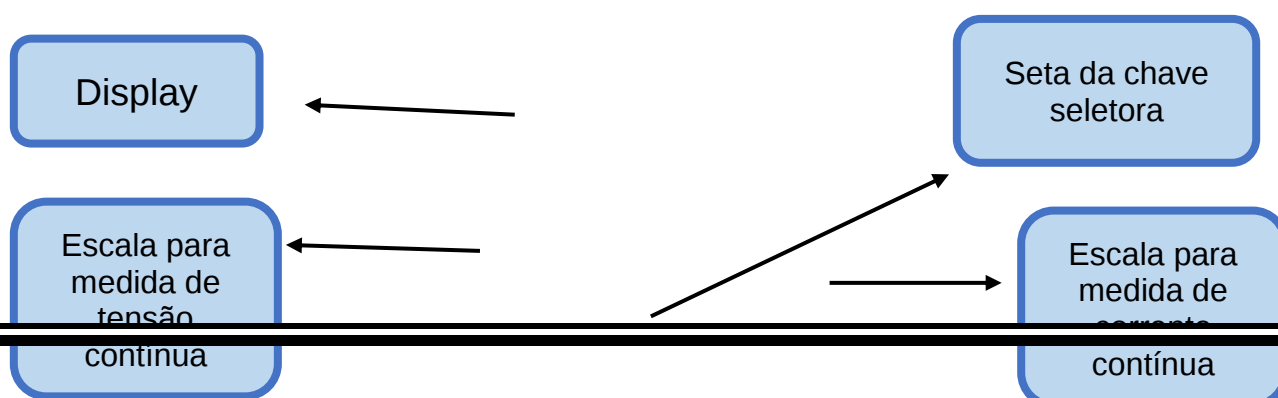
Multímetros analógicos – Baseados nos Galvanômetros, cuja verificação da leitura acontece por meio de força eletromagnética em seu ponteiro.

Multímetros Digitais – Composto por um componente eletrônico versátil, chamado de amplificador operacional.

Tem como base, uma alta resistência de entrada capaz de mudar o ganho de tensão, corrente ou resistências elétrica.

Como utilizar:

o multímetro digital tem todas as suas funções bem determinadas, e explanadas no próprio aparelho, a figura abaixo ilustra bem a composição e a função do aparelho.

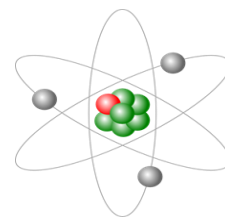




Botão giratório
(chave seletora)

Entrada da
ponteira de
medição
preta(terra)

O botão central tem uma seta e é chamado de chave seletora, sendo assim basta apontar a seta para qualquer uma das funções desejadas, e colocar as ponteiros nos terminais dos dispositivos ou do circuito para o instrumento fazer a medida e em seguida apresentar o valor no display.



Ferro de solda: Este é o principal equipamento envolvido na retirada (e inserção) dos componentes nas placas eletrônicas. O ferro de solda funciona por efeito joule. Sendo assim, deixe o ferro de solda aquecer até a temperatura necessária para fundir a solda, coloca-se a ponta do ferro de solda no terminal onde pretende fazer (ou desfazer) a conexão, vale lembrar que o efeito de fusão após a retirada da ponta

O Que fazer com o lixo?

Diante da expansão do capitalismo houve um consequente avanço no consumo por parte da população mundial. Nas últimas décadas esse consumo tem se refletido principalmente em produtos tecnológicos, os equipamentos eletrônicos estão presentes em todos os lugares e a cada dia provocam também o acúmulo de uma enorme quantidade lixo eletrônico, que na verdade podemos chamar de resíduo eletrônico, já que o mesmo pode ser utilizado de diversas formas, que venham a reduzir os impactos causados no meio ambiente.

De acordo com a ONU, através da ferramenta Global E-waste(2016) , o Brasil é o maior produtor de lixo eletrônico da América latina e o 7º maior do mundo, o que mais preocupa é que, segundo informações da Organização das Nações Unidas, apenas 3% da quantidade descartada possui uma correta destinação, o que representa um risco para a população. Podemos para melhorar esse aspecto, incentivar os alunos através de aulas interdisciplinares que informem sobre o perigo e as consequências do mal uso.

Durante as aulas pode-se utilizar os dispositivos, como capacitores, resistores, cabos e baterias, como materiais didáticos a serem utilizados em aulas dinâmicas e interativas. Nesse aspecto pode-se discutir também com os alunos, estratégias para destinação do lixo, assim como, promover um incentivo para que os alunos busquem se informar se na sua cidade possui entidades coletoras do resíduo eletrônico e quais os procedimentos a serem realizados.

Antes de sermos professores somos cidadãos, tal fato requer que ajamos com coerência e respeito para com a sociedade e o meio ambiente.



Pra se trabalhar com resistores é necessário conhecer o código de cores, vem que eu te ensino!

Como identificar o valor de resistência a partir do código de cores;

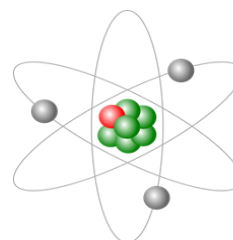


PRIMEIRA FAIXA (mais próxima da extremidade): Indica o primeiro algarismo do valor da resistência;

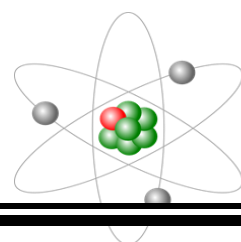
SEGUNDA FAIXA: indica o segundo algarismo do valor da resistência;

TERCEIRA FAIXA: indica o número de zeros que devem ser colocados aos algarismos;

QUARTA FAIXA: indica a imprecisão ou tolerância do valor da resistência.



**Agora que já conhecemos
cada um dos componentes,
vamos mostrar como eles
podem se transformar em
um laboratório portátil, as
atividades abaixo são
apenas sugestões.**



SUGESTÃO DE ATIVIDADES

ATIVIDADE 1

OBJETIVOS

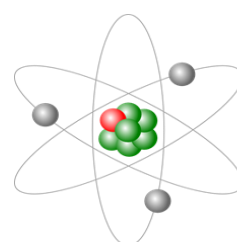
- Conhecer as grandezas físicas envolvidas no processo de associação de resistores com o uso multímetro digital e promover a interação dos alunos com os dispositivos elétricos.

MATERIAIS UTILIZADOS

Multímetro digital;
Resistores diferentes;
Pilhas;
Baterias;
Fonte de tensão alternada;

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- O Professor fará nessa aula uma demonstração matemática dos cálculos de tensão, corrente e resistência. Logo em seguida demonstrará como encontrar os mesmos valores utilizando a leitura do multímetro e por fim colocará como a atividade o exercício abaixo para que os alunos confirmem as fórmulas e aplicando a análise chegue aos mesmos resultados mostrados no multímetro.



EXERCÍCIO

01- Com o uso de pilhas e baterias forme três fontes com valor de tensão diferentes, analise o valor nominal e o valor encontrado na medida do multímetro em seguida faça a diferença, preencha e utilize a tabela para comparar os valores encontrados

Fontes de Tensão (VDC)	Multímetro Digital (V)	Valor Nominal (V)	Erro (%)
Fonte 1			
Fonte 2			
Fonte 3			

02- Com os resistores disponíveis escolha quatro diferentes e meça os valores com a utilização do multímetro, em seguida coloque seus valores na tabela.

RESISTOR	R1 (Ω)	R2 (Ω)	R3 (Ω)	R4 (Ω)
Multímetro digital				

03-Submeta cada um dos quatro resistores da questão anterior a uma ddp com a utilização de uma pilha ou bateria, em seguida meça a corrente que os atravessa.

CORRENTE NO RESISTOR	I1 (referente ao R1)	I2 (referente ao R1)	I3 (referente a o R3)	I4 (referente a o R4)
Multímetro digital				

ATIVIDADE 2

OBJETIVOS:

- Compreender a quantidade e diversidade de resistores em circuito, analisar o quanto no lixo eletrônico temos informações estudadas em física no terceiro ano do ensino médio.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Multímetro digital;
- Placas eletrônicas (lixo);
- Ferro de solda;
- Protoboard.

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Nessa atividade o professor intermediará o processo de interação entre os componentes eletrônicos (resistores) e os alunos, o exercício a seguir servirá de auxílio para avaliar a aprendizagem.

EXERCÍCIO

- 01- Retire os resistores dos circuitos
- 02- Analise a quantidade de resistores capacitores e outros dispositivos eletrônicos encontrados.
- 03- Na tabela abaixo separe os resistores por resistências teste-os no multímetro e coloque as quantidades de cada resistência.

Tipo de resistor	Resistencia do resistor	Valor da resistência (Ω)	Quantidade em funcionamento
RESISTOR 1			
RESISTOR 2			
RESISTOR 3			
RESISTOR 4			
RESISTOR 5			

- 04- Faça uma associação de resistores no protoboard com os resistores encontrados de tal forma que encontre uma resistência equivalente total de 200 ohms.
- 05- Utilize os resistores de mesma resistência os associe em paralelo e observe os valores obtidos dessas associações.

- 06- Com o multímetro verifique o valor de corrente em cada um dos ramos de uma associação de resistores em paralelo.

ATIVIDADE 3

OBJETIVOS

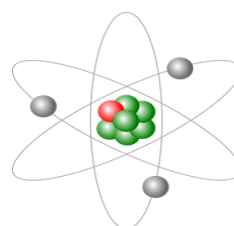
Obter o valor de diferentes resistências usando o código de cores dos resistores e medir as mesmas resistências utilizando o multímetro.

MATERIAL UTILIZADO

- Multímetro digital;
- Resistores diversos;

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE:

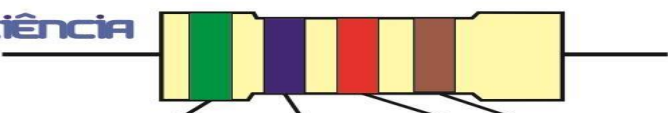
O professor fará uma breve explanação sobre o código de cores, além de diferenciar grandezas como resistência, resistor e resistividade. Depois da explanação, fará a análise dos vários tipos de resistência encontrados e sua importância na construção dos circuitos. Em seguida a atividade abaixo será acompanhada de perto e as repostas discutidas em sala.



EXERCÍCIO

01-Faça a leitura nominal de quatro resistores utilizando a tabela de código de cores. Anote os resultados na tabela

ponto:ciência



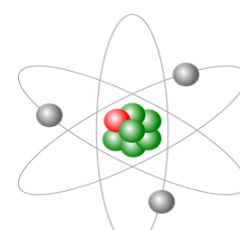
$R = 5600 \, \Omega$, $\pm 1\%$
 $R = 5,6 \cdot 10^3 \, \Omega$
 $R = 5,6 \, \text{K}\Omega$

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

Código de cores dos resistores

Resistor	1º Algarismo	2º Algarismo	3º Algarismo	Fator Multiplicativo	% Tolerância	Resistência (Ω)
1						
2						
3						
4						

02-Com a ajuda do multímetro digital meça as resistências de 4 resistores em seguida anote o resultado na tabela.



Resistência 1 (Ω)	Resistência 2 (Ω)	Resistência 3 (Ω)	Resistência 4 (Ω)

03-Agora calcule o erro percentual entre o valor nominal e o valor medido.

Erro Percentual(E)			
Resistência 1 (Ω)	Resistência 2 (Ω)	Resistência 3 (Ω)	Resistência 4 (Ω)

04-Determine a sequência de cores utilizando a tabela acima para

encontrar os resistores com as resistencias abaixo:

R1 = 4,7 K Ω 5%

--	--	--	--	--

R2 = 100 Ω $\pm$ 10%;

--	--	--	--	--

R3 = 2,2 k Ω $\pm$ 5%;

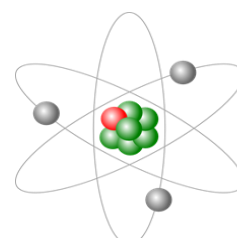
--	--	--	--	--

R4 = 38 M Ω $\pm$ 5%;

--	--	--	--	--

R5 = 348 Ω $\pm$ 1%.

--	--	--	--	--



ATIVIDADE 4

OBJETIVOS

Estudar a relação existente entre a tensão aplicada e sua respectiva intensidade de corrente

MATERIAL UTILIZADO

- Multímetro digital;
- Cabos de conexão (se necessário)
- Placa de resistores de fios;

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Nessa atividade o professor terá que passar a importância da medição de todas as grandezas e não só da resistência para o funcionamento dos circuitos. Portanto deverá falar sobre medidas elétricas e suas funções e passar o exercício sugerido abaixo como base para avaliar o conhecimento dos alunos. Assim como nas atividades anteriores o multímetro tem como função apenas a comparação de valores, fazendo a confirmação dos dados obtidos pelas expressões matemáticas usadas.

EXERCÍCIO

01-Complete as frases de acordo com o estudado.

- O amperímetro é um instrumento utilizado para medir _____ elétrica/tensão) e deve ser ligado em _____(paralelo/série) com o circuito.
- O voltímetro é um instrumento utilizado para medir _____(corrente elétrica/tensão) e deve ser ligado em _____(paralelo/série) com o circuito.
- O amperímetro tem _____(grande/pequena) resistência interna.
- O voltímetro tem _____(grande/pequena) resistência interna.
- A unidade de intensidade de corrente elétrica no S.I. é o _____
- A unidade de diferença de potencial (ddp) no S.I. é o _____
- A unidade de resistência corrente elétrica no S.I. é o _____

02-Utilizando pilhas como uma fonte de tensão e aumentando sua associação para atingir valores diferentes de tensão, monte um circuito elétrico com apenas um resistor, analise os dados e preencha a tabela a baixo

valores das correntes, resistência e potência.

V (V)	I(A)	$R=V/i$ (Ω)	$P=Vi$ (W)
0,50			
1,00			
1,50			
2,00			
2,50			
3,00			
3,50			
4,00			
Valor médio da resistência=			

03- De acordo com o observado complete as frases abaixo

- A razão das grandezas V/i é denominada de _____ e é expressa em _____
- O produto $V.i$, nos fornece a _____ e é expressa em _____
- Aumentando da ddp, a intensidade de corrente _____ (aumenta/diminui) enquanto que a resistência elétrica é _____ (constante/não constante).

d. Com isso podemos concluir que a diferença de potencial (ddp) é _____ (diretamente proporcional /inversamente proporcional) à intensidade de corrente elétrica.

04- Associe três resistores em série e calcule o valor da resistência equivalente, a seguir confira o valor encontrado com o multímetro

ATIVIDADE 5

OBJETIVOS

Verificar a validade das equações e teorias de associações de resistores (Série e Paralelo).

MATERIAL UTILIZADO

protoboard);
Cabos de conexão;
Multímetros digital

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Essa atividade pode ser feita sempre antes da transição de conteúdo, o professor deverá abordar uma breve revisão tudo o que já foi estudado em resistores e em seguida explicar o exercício abaixo.

EXERCÍCIO

- 01- Determine a resistência de cada resistor utilizando o código de cores, em seguida meça a resistência com o multímetro e calcule o erro percentual. Anote na tabela abaixo

Valores nominais e com o multímetro de cada resistor.

Resistores	Código de Cores (Ω)	Multímetro (Ω)	Erro (%)
R1			
R2			
R3			
R4			

- 02- Analise a associação de resistores em série abaixo.

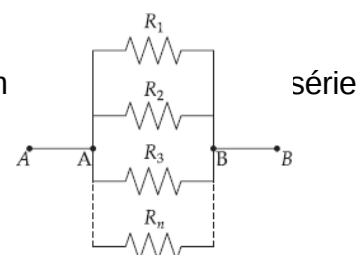


- Obtenha a equação para uma associação de resistores em série;
- Calcule a resistência equivalente utilizando os valores dos resistores como sendo os obtidos pelo código de cores usando a equação teórica obtida no item (a). Anote o resultado na tabela;
- Monte o circuito acima. Determine a resistência equivalente, entre as extremidades, utilizando o multímetro. Anote o resultado na tabela.
- Calcule o erro percentual entre a resistência equivalente calculada e medida.

Resistência Equivalente – Série		
Calculada (Ω)	Multímetro (Ω)	Erro % E

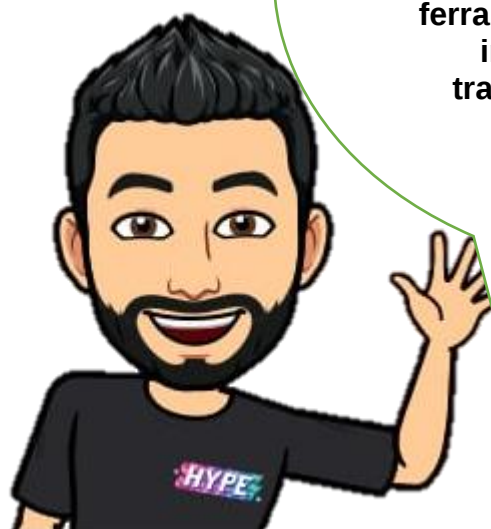
03- Vejamos a associação de resistores em paralelo abaixo.

- Obtenha a equação para uma associação de resistores em paralelo baseado em aulas passadas;
- Calcule a resistência equivalente utilizando os valores dos resistores como sendo os obtidos pelo código de cores usando a equação teórica obtida no item (a). Anote o resultado na Tabela



- Monte o circuito da figura ao lado. Determine a resistência equivalente, entre os pontos *a* e *b*, utilizando o multímetro. Anote o resultado na tabela.
- Calcule o erro percentual entre a resistência equivalente calculada e medida.

Resistência Equivalente – Paralelo		
Calculada (Ω)	Multímetro (Ω)	Erro % E



Como já foi dito essa foi apenas uma sugestão de como trabalhar em associação de resistores e leis de ohm. Você professor já pôde conhecer mais uma ferramenta laboratorial, siga sua imaginação e continue a transformar a física em algo muito mais divertido!