



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – UEPB**  
**CAMPUS CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

**ÉDNA ARAÚJO DE SENA**

**RESOLUÇÕES DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES EM CIRCUITOS  
ELÉTRICOS DC: DIFICULDADES DE ESTUDANTES INGRESSANTES EM UM  
CURSO DE ELETRÔNICA**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2016**

**ÉDNA ARAÚJO DE SENA**

**RESOLUÇÕES DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES EM CIRCUITOS  
ELÉTRICOS DC: DIFICULDADES DE ESTUDANTES INGRESSANTES EM UM  
CURSO DE ELETRÔNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus Campina Grande, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciada em Matemática.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Abigail Fregni Lins

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S474r Sena, Édna Araújo de.  
Resoluções de sistemas de equações lineares em circuitos elétricos DC [manuscrito] : dificuldades de estudantes ingressantes em um curso de eletrônica / Édna Araújo de Sena. - 2016.  
56 p. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática)  
- Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.  
"Orientação: Profa. Dra. Abigail Fregni Lins, Departamento de Matemática".

1. Equações lineares. 2. Circuitos elétricos DC. 3. Eletrônica. 4. Lei de Kirchhoff. I. Título.

21. ed. CDD 515.25

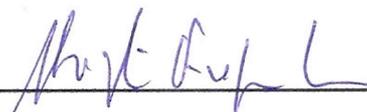
**ÉDNA ARAÚJO DE SENA**

**RESOLUÇÕES DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES EM CIRCUITOS  
ELÉTRICOS DC: DIFICULDADES DE ESTUDANTES INGRESSANTES EM UM  
CURSO DE ELETRÔNICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus Campina Grande, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciada em Matemática.

Aprovada em 20/06 / 2016

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Abigail Fregni Lins (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Morgana Lígia de Farias Freire (Examinadora)  
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Kátia Maria de Medeiros (Examinadora)  
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2016**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter me dado força e sabedoria nos momentos mais difíceis, me fazendo seguir sempre em frente com os meus objetivos.

À minha orientadora, Profa. Dra. Abigail Fregni Lins, pelas orientações, sugestões, conselhos, compreensão e generosidade recebidas para que a conclusão desse trabalho se tornasse possível neste momento.

Aos meus pais, Antônio e Maria Luíza (*in memoriam*), por sempre ter estado ao meu lado com seus amores incondicionais, me apoiando em todos os momentos de minha vida.

Aos meus irmãos, de maneira especial à Maria das Graças, pelo apoio e palavras de incentivo quando parecia me faltar forças para seguir em frente.

Na Pessoa de Maria de Fátima Cavalcante, agradeço à Escola Técnica Redentorista (ETER) que prontamente atendeu à minha solicitação para que a pesquisa pudesse ser realizada.

À Virgínia de França, Professora de Circuitos Elétricos DC da ETER, que com grande generosidade disponibilizou um tempo precioso de suas aulas para que os questionários fossem aplicados.

Aos estudantes do Curso Técnico em Eletrônica da ETER que concordaram e se dispuseram a participar da pesquisa respondendo de maneira séria e comprometida os questionários aplicados.

Aos membros da banca, Profas. Dras. Morgana Ligia de Farias Freire e Kátia Maria de Medeiros pelas valiosas contribuições.

Aos meus amigos, de maneira especial a Tiago Araújo e Fernanda Carolina, grandes incentivadores que estiveram sempre presentes nos momentos mais difíceis e agora comemoram comigo esse momento tão importante em minha vida.

E por fim aos meus colegas de Curso pelos momentos maravilhosos que compartilhamos ao longo desta caminhada.

## RESUMO

SENA, Édna Araújo de. **Resoluções de sistemas de equações lineares em circuitos elétricos DC: dificuldades de estudantes ingressantes em um Curso de Eletrônica**. 56f. Monografia (Licenciatura Plena em Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campus Campina Grande, 2016.

Em um Curso de Eletrônica uma aplicação importante diz respeito à disciplina de Circuitos Elétricos DC. Ao aplicar a Lei de Kirchhoff nesses circuitos, deparamo-nos com sistemas de equações lineares que possuem uma relação de dependência entre as variáveis, constituindo assim um sistema linear em que as informações desejadas (correntes, tensões em diferentes pontos) são obtidas mediante soluções desses sistemas. No entanto, um dos vários comportamentos observados durante o ensino de Circuitos Elétricos DC tem sido atribuído ao elevado grau de deficiência no decorrer da aplicação entre teoria e prática. Buscamos relacionar o tópico Sistemas de Equações Lineares com a disciplina Circuitos Elétricos DC e evidenciar que a interdisciplinaridade inerente às disciplinas específicas e a Matemática constituindo-se em fator imprescindível para a formação do Técnico em Eletrônica que prima pelo desenvolvimento tecnológico. Assim, nossa pesquisa justificou-se pela observação entre base matemática e prática vivenciada enquanto profissional na disciplina ministrada de Circuitos Elétricos DC. Caracterizado como estudo descritivo-exploratório, utilizamos questionários como técnica para coleta dos dados. A faixa etária dos estudantes participantes foi diversa, entre 16 e 36 anos. A maioria (82%) deles proveniente de escola pública, Ensino Fundamental; 51,5% deles do Ensino Médio tiveram a oportunidade de estudar o conteúdo de Sistemas de Equações Lineares, sendo que 69,7% consideraram dificuldades encontradas na aprendizagem de teoremas referentes à eletrônica.

**Palavras-chave:** Educação Profissional. Interdisciplinaridade. Matemática. Tecnologia.

## ABSTRACT

SENA, Édna Araújo de. **Solutions of linear equation system in electric circuit DC: new student difficulties in an Electronic Course.** 56f. Monograph (Mathematics Initial Teacher Education) – State University of Paraíba – UEPB, Campus Campina Grande, 2016.

In an Electronic Course an important application is respected to the Electric Circuit DC subject. For applying the Kirchhoff Law in these circuits, we face with linear equation systems that have a depend relation among the variables, making then a linear system in that the desired information (currents, tensions in different points) are got from these systems solution. However, one of the various observed behaviors during the teaching of Electric Circuits DC has been attributed to the high level of deficiency between theory and practice. We seek to relate the Linear Equation Systems topic to the Electric Circuits DC discipline and to show that the interdisciplinary to the specific disciplines and Mathematics constitute in a factor for the Electronic Technician education that looks at the technological development. In this way, our research work is justified by the observation between the mathematical base and the lived practice as professional in the discipline of Electric Circuits DC. As descriptive –exploratory study, we used questionnaires as technics for collecting the data. The participants' age was diverse, between 16 and 36 years old. Most of them (82%) came from public schools, middle school level; 51,5% of them from the high school level had the opportunity of studying the content of Linear Equation Systems, as 69,7% of them considered faced difficulties in the modulus 1, day by day problem for the learning of electronics theorems.

**Keywords:** Professional Education. Interdisciplinary. Mathematics. Technology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Brasileiros que estão estudando atualmente.....	14
Figura 2 - Dois circuitos resistivos de uma porta conectados entre si.....	24
Figura 3 - Circuito completo.....	25
Figura 4 - Rede elétrica.....	28
Figura 5 - Representação da Lei dos Nós.....	29
Figura 6 - Circuito de duas malhas com especificação dos valores.....	30
Figura 7 - Cálculo do circuito equivalente Thevenin.....	31
Figura 8 - Equivalente Thevenin do circuito da figura 9.....	32
Figura 9 - (a) Circuito Linear – (b) Equivalente Norton.....	33
Figura 10 - Cálculo da fonte de corrente Norton.....	33
Figura 11 - Cálculo da resistência equivalente.....	34
Figura 12 - Circuito equivalente Norton.....	35
Figura 13 - Circuitos equivalentes.....	36
Figura 14 - Percentual de faixa etária de idade e sexo correspondentes aos estudantes do Curso de Eletrônica da ETER.....	39
Figura 15 - Percentual das instituições de ensino cursado por concluintes do Ensino Fundamental.....	41
Figura 16 - Percentual de estudantes que tiveram a oportunidade de estudar sistemas de equações lineares.....	42
Figura 17 - Percentual de importância do conteúdo de Sistemas de Equações Lineares.....	42
Figura 18 - Percentual de dificuldade representada no conteúdo de Teoremas de Eletrônica.....	43
Figura 19 - Percentual didático do conteúdo Sistemas de Equações Lineares no Ensino Fundamental e Médio.....	44
Figura 20 - Déficit de aprendizagem do conteúdo Sistemas de Equações Lineares no ensino fundamental e médio.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Bases tecnológicas correspondentes ao Módulo I.....	20
Tabela 2 - Bases tecnológicas correspondentes ao Módulo II. ....	21
Tabela 3 - Bases tecnológicas correspondentes ao Módulo III. ....	22

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNI	Confederação Nacional das Indústrias
DC	Corrente Contínua
ETER	Escola Técnica Redentorista
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
PROEP	Programa de Expansão da Educação Profissional
SEMTEC	Secretaria de Educação Média e Tecnológica

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	10
CAPITULO 1 .....	13
1. EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NO BRASIL.....	13
1.1. Breve Histórico .....	13
1.2. O Caso de um Curso Técnico em Eletrônica.....	16
1.2.1. Breve histórico .....	16
1.2.2. Organização Curricular .....	18
CAPÍTULO 2 .....	23
2. SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES .....	23
2.1. Circuitos Elétricos DC: uma aplicação de sistemas de equações lineares .....	23
2.1.1. As Leis Kirchhoff .....	28
2.1.2. O Teorema de Thevenin .....	30
2.1.3. Teorema de Norton.....	33
2.1.4. O Teorema da Superposição .....	36
CAPÍTULO 3 .....	37
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	37
3.1. Tipos de estudo e o estudo em questão .....	37
3.2. Caracterização do campo de pesquisa e dos sujeitos.....	37
3.3. Coleta e análise dos dados .....	38
CAPÍTULO 4 .....	39
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICES .....	51
APÊNDICE A – PERMISSÃO DE PESQUISA PARA O DIRETOR DA ESCOLA .....	52
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO I .....	53
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO II .....	54
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO III.....	55

## INTRODUÇÃO

Historicamente a educação brasileira traz consigo a marca da dualidade estrutural que se caracteriza pela existência de tipos diferentes de escola para classes sociais distintas (KUENZER, 2005).

Dentro desta perspectiva, a Educação Profissional no Brasil foi criada para atender crianças, jovens e adultos que viviam à margem da sociedade. As primeiras escolas que constituíram a Rede Federal de Educação Profissional tinham a função de instruir tais indivíduos através do ensino de um ofício ou profissão. No decorrer do século XX, a Rede Federal de Educação Profissional foi adequando-se às novas demandas apresentadas pela sociedade. Neste processo, o ensino técnico teve momentos de maior ou menor proximidade e equivalência com relação à educação básica (TAVARES, 2012).

Mudanças tecnológicas ampliaram expectativas da vida humana, e o conhecimento tornou-se um fator crítico de independência. Entretanto, as reformas educacionais ocorridas ao longo do século XX ficaram aquém dos desafios e necessidades que ele próprio criou. Daí a intensificação, neste alvorecer do novo século, da busca de novos modelos educacionais que preparem as pessoas para participar, seja como profissionais ou como cidadãos, das difíceis decisões que deverão conformar o futuro (SILVA et al., 2014).

De acordo com o mesmo autor, o conhecimento científico e tecnológico está no âmago das novas reformas educacionais, seja pela centralidade que ele adquiriu na vida moderna, seja pelas transformações que vem sofrendo em decorrência do aprofundamento da sua própria dinâmica.

Segundo Manfredi (2002), o fenômeno da educação profissional acompanha as práticas humanas, desde os períodos mais remotos da história, quando os humanos, transferiam seus saberes profissionais por meio de uma educação baseada na observação, na prática e na repetição, pelas quais repassavam conhecimentos e técnicas de fabricação de utensílios, aprimoramento de ferramentas, instrumentos de caça, defesa e demais artefatos que lhes servissem e facilitassem o cotidiano.

No Curso de Eletrônica, uma aplicação importante diz respeito à disciplina de Circuitos Elétricos DC. Ao aplicar a Lei de Kirchhoff nesses circuitos, deparamo-nos com sistemas de equações lineares que possuem uma relação de dependência entre as variáveis, constituindo assim um sistema linear. As informações desejadas

(correntes, tensões em diferentes pontos) são obtidas mediante solução desse sistema (LOVATEL, 2007).

No entanto, um dos vários comportamentos observados durante o ensino de Circuitos Elétricos DC tem sido atribuído ao elevado grau de deficiência no decorrer da aplicação entre teoria e prática. Apesar de haver uma interatividade existente entre professor e estudante, percebe-se que um dos possíveis fatores dessa deficiência tem causa na base matemática, ficando evidente no momento em que os estudantes começam a ter contato com as práticas profissionais do curso de eletrônica. Tal circunstância também pode se dar em decorrência de uma aprendizagem matemática que perpassa apenas pelo âmbito da teoria, omitindo-se, portanto, possibilidades de contextualização e experiências práticas em conjunto.

Afirma Lovatel (2007) que a integralização dos sistemas lineares dentro da disciplina de Circuitos Elétricos DC tem seu conceito estudado há séculos, com múltiplas aplicações em várias áreas do conhecimento. Logo, sua interdisciplinaridade se reflete em objetos matemáticos específicos da Álgebra Linear e situações práticas, cuja fundamentação teórica e básica se justifica no aprimoramento tecnológico da área.

Pautados nessa discussão, a presente pesquisa teve seu problema ligado a seguinte questão: *Até que ponto a Matemática do Ensino Fundamental e Médio contribui para a construção de competências e habilidades em um Curso Técnico de Eletrônica, particularmente para resoluções de Sistemas de Equações Lineares em Circuitos Elétricos DC?*

Assim, este trabalho justificou-se pela observação entre base matemática e prática vivenciada enquanto profissional na disciplina ministrada de Circuitos Elétricos DC o que possivelmente gera uma educação tecnológica inadequada, suscitando profissionais incapazes de identificar a Matemática como uma poderosa ferramenta no desenvolvimento tecnológico.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo identificar o grau de dificuldade dos estudantes ao se depararem com sistemas de equações lineares na disciplina de Circuitos Elétricos DC.

Como nossa pesquisa foi desenvolvida em uma escola técnica, iniciamos o presente Trabalho de Conclusão de Curso trazendo no Capítulo 1 um breve resumo da história da educação profissional no Brasil, destacando os aspectos que julgamos serem os mais importantes. Ainda no capítulo apresentamos a Escola Técnica

Redentorista, onde a nossa pesquisa foi realizada, tendo um olhar sobre o Curso Técnico em Eletrônica, cujos estudantes compõem o *corpus* de nossa pesquisa.

No Capítulo 2 abordamos sistemas de equações lineares, fazendo menção à Circuitos Elétricos DC como uma aplicação dos sistemas mencionados, bem como as Leis de Kirchhoff e os vários teoremas estudados no Módulo I do referido Curso.

O Capítulo 3 descreve a metodologia de nossa pesquisa.

Por fim, o Capítulo 4 refere-se aos resultados obtidos no ambiente estudado, com vista a identificar possíveis soluções e melhorias no ensino e aprendizagem da disciplina de Circuito Elétrico DC.

## CAPITULO 1

### 1. EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NO BRASIL

#### 1.1. Breve Histórico

A expressão *Educação Profissional* é genérica e abrange vasta gama de processos educativos, de formação e de treinamento em instituições e modalidades variadas. Os termos educação profissional, ensino técnico, ensino profissionalizante, formação profissional, capacitação profissional e qualificação profissional costumam ser utilizados indistintamente na literatura e na prática. Referem-se tanto ao ensino ministrado nas instituições públicas e escolas regulares quanto a quaisquer processos de capacitação da força de trabalho, de jovens e adultos, ministrados por uma ampla variedade de cursos técnicos, de formação ou de treinamento, com natureza, duração e objetivos diferenciados (CHRISTOPHE, 2005).

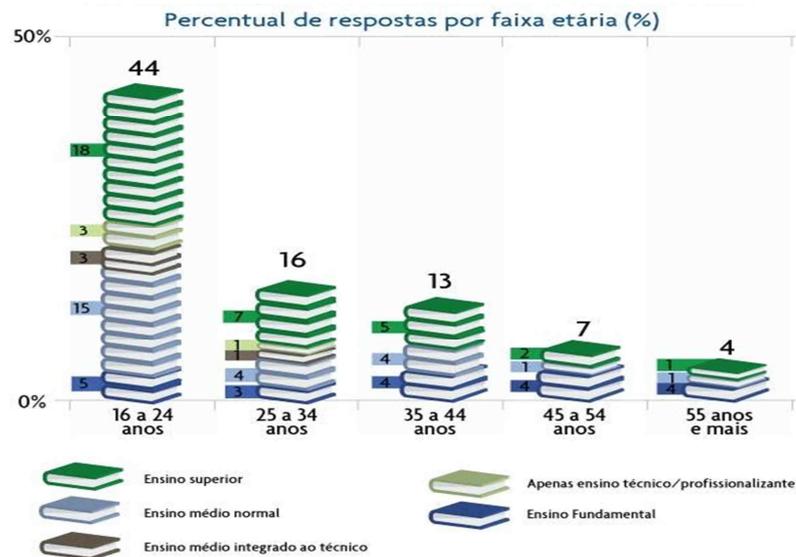
Neste contexto, a educação profissionalizante teve e ainda tem como mérito essencial formar mão-de-obra qualificada ou especializada para absorção pelos mais diversos setores industriais, tecnológicos e de serviços técnicos, algo que se justifica naturalmente em virtude do processo de consolidação da política industrial brasileira ao longo do século XX (SAMPAIO, 2013).

Dentro de uma perspectiva macroeconômica de competitividade e crescimento da economia nacional, a política de educação profissional e tecnológica assume cada vez mais importância, “como elemento estratégico para a construção da cidadania e para uma melhor inserção de jovens e trabalhadores na sociedade contemporânea, plena de grandes transformações e marcadamente tecnológica” (MEC, 2004, p.7). Pair (2005, p. 185) destaca que o “crescimento só pode realizar-se com trabalhadores bem-formados [...], portanto, não se trata apenas de formar para os empregos existentes, mas para tornar possível a criação de novos empregos”.

Segundo a CNI-IBOPE (2014), um quarto da população brasileira já frequentou ou frequenta um curso profissional e nove em cada dez estudantes concluem o Curso. A principal razão que leva o brasileiro a fazer um curso profissional é ingressar mais cedo no mercado de trabalho e as maiores dificuldades são a falta de

tempo e de recursos financeiros, em que se ressalta que, 35% continuam trabalhando na área em que fez o curso.

A procura pelos cursos de educação profissionalizante é maior entre os jovens: 44% dos entrevistados na faixa etária de 16 a 24 anos somam o total de estudantes que frequentam algum tipo de ensino. Para aqueles na faixa etária de 25 a 34 anos, o percentual é 16%. Em contrapartida, essa participação cai para 4% para os entrevistados acima de 55 anos de idade (Figura 1)



**Figura 1 - Brasileiros que estão estudando atualmente**

Fonte: CNI-IBOPE (2014).

Este cenário de favoritismo econômico brasileiro promove o discurso em defesa da Educação Profissional realizado pela mídia, pelos empresários, pelos sindicalistas, pelos movimentos sociais, pelos governos municipais, estaduais e federais (SANTOS, 2014).

De acordo com Bertogna (2009), durante a história da educação no Brasil, períodos distintos, mas inter-relacionados por meio de fases diversificadas com características peculiares marcadas por mudanças econômicas, políticas e sociais, mais sempre por intermédio da educação e com o foco no ensino profissionalizante.

Conforme Cordão (2005, p. 44), a formação profissional, no Brasil sempre esteve reservada, desde suas origens, às classes menos favorecidas, àqueles que necessitavam se engajar de imediato na força de trabalho e que não tinham acesso à escolarização básica regular.

A educação profissional constitui-se em uma das interfaces para a construção de um projeto de desenvolvimento econômico e social equilibrado, devendo integrar

o conjunto de ações que visam agregar qualidade ao desenvolvimento de um Estado. No entanto, valendo-se das acepções de Cordão (2005), pode-se dimensionar esta reflexão sobre o sistema de educação como um sistema estruturado, inicialmente, para a burguesia e os objetivos religiosos.

De acordo com Saviani (2007), no ensino profissional há uma relação explícita e direta entre a formação educacional e a preparação para o trabalho. As mudanças nos processos industriais, a inserção das novas tecnologias de informação e de comunicação e a implantação de equipamentos com eletrônica embarcada não só criaram uma nova relação entre emprego e trabalho, mas também uma nova sistemática para a manutenção desses equipamentos, exigindo que os responsáveis por esse trabalho possuam formação profissional atualizada que lhes permita conhecer o equipamento e prover ações destinadas à correção de falhas.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Resolução nº 02/2012 (BRASIL, 2012), inovam ao reconhecer o Ensino Médio como direito subjetivo e dever do Estado com oferta pública e gratuita a todos. O Art. 5º aborda e conceitua as dimensões do trabalho, ciência, cultura e tecnologia em sua unicidade, como eixo integrador dos conhecimentos.

Oliveira (2009) observa que há duas compreensões básicas de qualidade na educação no contexto atual. A primeira decorre de uma orientação econômica-produtiva por meio do desenvolvimento de competências para o trabalho, pelo regime de acumulação flexível. A segunda decorre de perspectiva histórica e de luta pela ampliação da educação como direito. Os elementos históricos dessa última vertente são a gratuidade, a obrigatoriedade, a qualidade, a gestão democrática e a oferta da educação escolar com qualidade social.

O autor considera que a qualidade da educação deve ser compreendida na sua complexidade, envolvendo dimensões extras e intraescolares como questões socioeconômicas e culturais dos entes envolvidos, a dimensão dos direitos, obrigações e garantias no plano do Estado. No âmbito dos sistemas e das escolas, as condições de oferta do ensino, gestão e organização do trabalho escolar, formação, profissionalização e ação pedagógica, acesso, permanência e desempenho escolar. Além disso, afirma Oliveira (2009, p. 250) que “uma escola de qualidade é certamente aquela que possui clareza quanto a sua finalidade social”, ou seja, a apreensão dos saberes historicamente produzidos pelo conjunto da sociedade pelos educandos.

## **1.2. O Caso de um Curso Técnico em Eletrônica**

### **1.2.1. Breve histórico**

O Curso Técnico em Eletrônica da ETER (Escola Técnica Redentorista) compreende tecnologias associadas aos processos mecânicos, eletroeletrônicos e físico-químicos, possibilitando ao técnico dessa área compreender e executar ações de instalação, operação, manutenção, controle e otimização em processos, contínuos ou discretos, localizados predominantemente no segmento industrial. Contudo, alcançando também em seu campo de atuação, instituições de pesquisa, segmento ambiental e de serviços.

O Curso Profissionalizante de Nível Técnico no eixo tecnológico de controle e processos industriais ao qual o estudante sai habilitado em Eletrônica surgiu mediante transformações, ou seja, mudanças desafiadoras impulsionadas por novas tecnologias de produção, competitividade, novas relações de trabalho e uma nova ordem econômica, a globalização.

Tais circunstâncias reforçam a premissa de que esses são os fatores que determinam o progresso tecnológico e econômico de uma nação, tanto quanto mais rápidas forem as necessidades em se modernizar.

A cidade de Campina Grande, inserida neste contexto, figura entre os maiores e mais desenvolvidos municípios da Região Nordeste. Sede da Federação das Indústrias do Estado da Paraíba, a cidade goza de reconhecido prestígio nacional e internacional, particularmente nas áreas de Eletrônica e Informática. Atualmente, Campina Grande conta com quatro distritos industriais: o Distrito Industrial de Campina Grande, com área de 173 ha.; o Distrito Industrial do Velame, com área de 21 ha., para atender diretamente indústrias do segmento das micro e pequenas empresas; o Distrito Industrial da Catingueira, com área de 22,7 ha., destinado a indústrias não poluentes; e, por fim, o Distrito Industrial do Ligeiro, com área de 204 ha. Todos eles possuem infraestrutura adequada visando à implantação de novos empreendimentos industriais.

A fim de manter em alta este reconhecimento, a Escola Técnica Redentorista - ETER forma técnicos em Eletrônica desde 1975, a partir da aprovação da LDB em 1996, seguindo orientações do MEC, SEMTEC e PROEP, estando de acordo ainda, com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Nível Técnico.

Neste sentido, a Educação Profissional centra-se em um currículo baseado nas competências, com metodologias voltadas para projetos ou resolução de problemas (WITTACZIK, 2008).

A ETER visa por meio do Curso proposto medidas que vão desde a oferta da educação profissional, levando em consideração o avanço do conhecimento tecnológico e a incorporação crescente de novos métodos e processos de produção e distribuição de bens e serviços até a qualificação e habilitação de profissionais de nível técnico, tornando-os capazes de desenvolver atividades de estímulo à pesquisa tecnológica na área de Indústria.

Para se ter acesso ao Curso Técnico em Eletrônica o candidato deverá ter concluído o Ensino Médio e ter sido classificado no processo seletivo aplicado pela ETER.

Devido à especificidade do Curso, a ETER exige que o candidato apresente competências e habilidades desenvolvidas no Ensino Médio nas áreas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias associadas à Língua Portuguesa; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, associadas aos conhecimentos de Matemática e Física, sendo ainda exigida comprovação de competências e habilidades associadas a cada módulo do curso técnico em eletrônica.

Espera-se que o profissional egresso do Curso Técnico em Eletrônica da ETER seja capaz de processar as informações, acompanhando e avaliando a evolução dos conhecimentos oriundos da atividade exercida, tendo senso crítico, criatividade, atitude ética, polivalente e com capacidade de desenvolver, com autonomia, suas atribuições.

De acordo com a matriz Curricular do Curso de Eletrônica esses profissionais devem ser uns agentes impulsionadores do desenvolvimento sustentável da região, integrando a formação técnica à humana na perspectiva de uma formação continuada. Desta forma, como enfatizar a matriz Curricular do Curso, ao concluir sua formação, o profissional técnico em Eletrônica deverá demonstrar um perfil que lhe possibilite:

- Conhecer as formas contemporâneas de linguagem, com vistas ao exercício da cidadania e à preparação básica para o trabalho, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- Compreender a sociedade, sua gênese e transformação e os múltiplos fatores que nela intervêm, como produtos da ação humana e do seu papel como agente social;

- Compreender e aplicar os conhecimentos científico-tecnológicos, para explicar o funcionamento do mundo e dos processos produtivos, planejando, executando e avaliando ações de intervenções na realidade;
- Realizar estudos, pesquisas, desenvolvimento e execução de aparelhos de uso industrial, hospitalar e doméstico, fontes de alimentação, circuitos, amplificadores, aparelhos de testes e outras instalações;
- Identificar tecnologias e aplicá-las na solução de problemas relacionados ao ambiente industrial;
- Elaborar orçamentos, levantar custos de fabricação de equipamentos, de produção e manutenção de máquinas;
- Utilizar diagramas de circuito, projetos e instrumentos de aferição para testar e compreender o funcionamento de aparelhos e componentes eletrônicos com o objetivo de localizar e consertar falhas;
- Coordenar atividades de utilização e conservação de fontes de energia, propondo racionalização e o uso de fontes alternativas; e,
- Dirigir atividades de outros trabalhadores, coordenando sua equipe nas fases de fabricação, instalação, operação, reparação e conservação de aparelhos eletro-eletrônicos, orientando a execução das tarefas e assegurando a segurança, os padrões técnicos e os prazos estabelecidos.

Ao longo do Curso estão previstas três certificações intermediárias. A pré-qualificação garante também a oportunidade do estudante de se especializar por meio da oferta de outros cursos de especialização técnica de nível médio semelhante.

### **1.2.2. Organização Curricular**

A ETER, por meio de sua missão de formar *profissionais* competentes e qualificados para o exercício da cidadania, com base na filosofia *Educar é Libertar* e em sintonia com o mercado de trabalho, atuando como instituição formadora e de produção científica e dos seus princípios, isto é, igualdade de condições para acesso e permanência na escola, liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento e o saber; pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas; respeito à liberdade; apreço a tolerância; valorização do profissional do magistério; gestão de padrão de qualidade; valorização da experiência extraescolar; vinculação entre educação escolar, o trabalho e as práticas sociais; pleno exercício da cidadania; acesso irrestrito ao conhecimento e coexistência com outras instituições de ensino públicas e privadas.

O Curso Técnico em Eletrônica é um curso de nível técnico cuja organização curricular apresenta coerência com o Projeto Político Pedagógico da ETER e com os Referenciais Curriculares Nacionais, publicados pelo Ministério da Educação. Organizado na forma de módulos, possibilita certificações intermediárias a pessoas que buscam formação, requalificação, ou atualização profissional visando um melhor

desempenho no exercício do trabalho. Oferece ainda um currículo apoiado em competências e habilidades, flexibilidade de itinerários de formação e de momentos de realização de estágios, interdisciplinaridade e assegura a atuação do estudante como agente ativo do processo educacional, apoiado em estratégias pedagógicas voltadas para projetos e práticas relacionadas com a realidade do controle e processos industriais.

Os Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico dividem a área da indústria em três subáreas: Instalação, Produção e Manutenção com várias funções e subfunções associadas a estas subáreas. A Escola Técnica Redentorista, baseada neste referencial e a partir de uma metodologia orientadora de currículos por competência, optou pelas subáreas de instalação e manutenção na função de execução, e pelas subfunções de instalação e manutenção de sistemas industriais.

A estrutura modular oferecida ao estudante, enfatizada pelo modelo de competência adotado e pelo perfil de conclusão a ser formado, dividida em três módulos: Básico, Instalação e Manutenção.

A pedagogia de projetos e a proposição de situações-problemas são os elementos norteadores da prática pedagógica realizada pela ETER na organização curricular baseada em competências. Há uma convergência de todas as outras modalidades pedagógicas tradicionais visando tão somente à valorização dos diversos saberes (conhecer, ser, fazer e agir) através de atividades de estudo, análise, investigação, desafios e experimentação. Outras modalidades de ensino-aprendizagem são oficinas, aulas teóricas, aulas demonstrativas, aulas práticas, seminários e palestras.

O projeto integrador, momento no qual ocorre de forma mais forte a pedagogia de projetos e a interdisciplinaridade, é uma atividade curricular desenvolvida no final de cada módulo que busca verificar, desenvolver e aperfeiçoar todas as competências e habilidades necessárias ao perfil profissional de egressos do curso por meio do trabalho com situações-problemas, tendo as propostas de projeto sugeridas por professores e empresas articulados e aplicados a situações reais ou similares ao processo produtivo.

A matriz curricular do Curso Técnico em Eletrônica é composta da seguinte forma:

## **MÓDULO I**

Desenvolve atividades de planejamento, controle e execução, seja de instalações novas, ampliações ou adequações de sistemas elétricos e eletrônicos industriais. Refere-se especificamente a produção dos documentos, a elaboração dos projetos, desenhos, cronogramas, fluxogramas e documentos de controle específicos, execução, montagem, elaboração de relatórios, realização de testes e outras atividades associadas à instalação de equipamentos ou dispositivos elétricos e eletrônicos industriais.

Áreas de atuação do profissional são nas empresas prestadoras de serviços técnicos, laboratórios de pesquisas, indústrias de transformação e beneficiamento de produtos.

## **MÓDULO II**

Desenvolve o planejamento, controle e execução da manutenção de sistemas industriais referente às atividades de produção dos documentos, elaboração dos desenhos, cronogramas, fluxogramas e manuais de procedimentos, a coleta de dados, elaboração de relatórios e execução de teste, identificação, localização e correção de falhas e defeitos.

Áreas de atuação do profissional são nas empresas prestadoras de serviços técnicos, laboratórios de pesquisas, indústrias de transformação e beneficiamento de produtos.

## **MÓDULO III**

O profissional é capacitado a identificar, elaborar, desenvolver, coordenar e executar tarefas de caráter técnico relativas ao planejamento, controle e execução de instalação e manutenção de sistemas elétricos e eletrônicos industriais nos limites de suas atribuições, responsabilidades técnicas, e no que define o código brasileiro de ocupações e a legislação trabalhista.

Áreas de atuação do profissional são nas empresas prestadoras de serviços técnicos, laboratórios de pesquisas, indústrias de transformação e beneficiamento de produtos, comércio de produtos eletroeletrônicos, linha de montagem de equipamentos elétricos e eletrônicos, agências reguladoras/fiscalizadoras, hospitais, clínicas e semelhantes, empresas de telecomunicações (área de energia), empresas da área automotiva e fabricantes de equipamentos/componentes:

**Tabela 1- Bases tecnológicas correspondentes ao Módulo I**

<b>Módulo I –BÁSICO</b>	
<b>Carga Horária: 405 horas / 486 horas aulas</b>	
<b>Bases Tecnológicas</b>	<b>CH – Horas de 60 min</b>
Relações Interpessoais	15
Saúde e Segurança no Trabalho	15
Instrumentação Eletrônica	40
Montagem e testes de circuitos eletrônicos	30
Circuitos Elétricos DC	40
Desenho Técnico	40
Eletrônica Analógica	40
Eletrônica Industrial	30
Informática Básica	30
Eletrônica Digital	40
Linguagens, Código e suas Tecnologias –Português	30
Linguagens, Códigos e suas Tecnologias –Inglês	15
Projeto Integrador	40
<b>TOTAL</b>	<b>405</b>

Fonte: ETER (2011).

**Tabela 2 - Bases tecnológicas correspondentes ao Módulo II**

<b>Módulo II - Instalação de Sistemas de Elétricos e Eletrônicos</b>	
<b>Carga Horária: 405 horas / 486 horas aulas</b>	
<b>Terminalidade: Instalador de Sistemas Elétricos e Eletrônicos</b>	
<b>Bases Tecnológicas</b>	<b>CH – Horas de 60 min</b>
Gestão Empresarial	15
Saúde e Segurança no Trabalho	15
Linguagens, Código e suas Tecnologias –Português	15
Linguagens, Códigos e suas Tecnologias –Inglês	15
Circuitos Elétricos AC	30
Instalações Elétricas Industriais	35
Máquinas, Instrumentos e Equipamentos Industriais	21
Processos Produtivos	17
Acionamento e proteção	21
Automação industrial	38
Eletrônica Analógica	42
Eletrônica Industrial	34
Sistemas Digitais	42
Simulação de Circuitos Eletrônicos	25
Projeto Integrador	40
<b>TOTAL</b>	<b>405</b>

Fonte: ETER (2011).

Tabela 3 - Bases tecnológicas correspondentes ao Módulo III

<b>Módulo III – Auxílio de Técnico em Sistemas Eletrônicos</b>	
<b>Carga Horária: 405 horas / 486 horas aulas</b>	
<b>Terminalidade: Auxiliar Técnico de Eletrônica</b>	
<b>Bases Tecnológicas</b>	<b>CH – Horas de 60 min</b>
Fundamentos de Administração Industrial	30
Linguagens, Códigos e suas Tecnologias –Inglês	15
Linguagens, Código e suas Tecnologias –Português	15
Processos Produtivos	20
Acionamentos e proteção	30
Sistemas Monofásicos e Polifásicos	30
Eletrônica Analógica	46
Eletrônica Industrial	29
Máquinas, Instrumentos e Equipamentos Industriais	42
Automação Industrial	34
Programação para Sistemas Microprocessados	34
Sistemas Microprocessados	40
Projeto Integrador	40
<b>TOTAL</b>	<b>405</b>

Fonte: ETER (2011)

A fim de ser mantida uma aproximação e entrosamento entre o ambiente escolar e a empresa, o Curso de Eletrônica oferece o estágio supervisionado com carga horária mínima de 200h em regime de qualificação, e de 400h quando referente a habilitação, sendo este realizado em Empresas Prestadoras de Serviços Técnicos, Laboratório de Pesquisas e Indústrias de Transformação e Beneficiamento de produtos, ou até mesmo na própria Instituição de Ensino, havendo a necessidade de contratar profissionais da área. Ao término do estágio, o estudante fica na responsabilidade de apresentar um relatório referente às atividades desenvolvidas, que avaliado e aprovado se constitui em elemento definidor de conclusão de curso e expedição do Diploma ou do Certificado, excetuando-se a qualificação do módulo básico.

## CAPÍTULO 2

### 2. SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES

Segundo Hazzan e Iezzi (2012), Sistema de Equação Linear é um conjunto de  $m$  ( $m \geq$ ) equações, nas incógnitas  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ . Assim, o Sistema

$$\begin{cases} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n = b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2n}X_n = b_2 \\ a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + \dots + a_{3n}X_n = b_3 \\ \text{-----} \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + \dots + a_{mn}X_n = b_m \end{cases}$$

É Linear.

#### 2.1. Circuitos Elétricos DC: uma aplicação de sistemas de equações lineares

O conceito de sistemas lineares há séculos vem sendo estudado, apresentando aplicações em várias áreas do conhecimento.

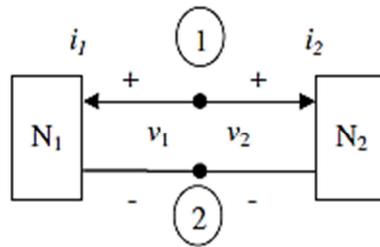
Provavelmente um dos problemas mais importantes em Matemática é resolver um sistema de equações lineares. Mais de 75% de todos os problemas matemáticos encontrado em aplicações científicas e industriais envolvem a resolução de um sistema linear em alguma etapa.

Usando métodos eficientes, muitas vezes é possível reduzir um problema sofisticado a um único sistema de equações lineares.

Sistemas lineares aparecem em aplicações em áreas como Administração, Economia, Sociologia, Medicina, Ecologia, Demografia, Genética, Eletrônica, Engenharia, Física, entre outras.

No nosso Curso, uma aplicação importante diz respeito à Circuitos Elétricos DC. Ao aplicar a Lei de Kirchhoff nesses circuitos, deparamo-nos com equações lineares que possuem uma relação de dependência entre as variáveis, constituindo assim um sistema linear (LOVATEL, 2007).

A análise DC consiste na obtenção de soluções (tensões e correntes) para circuitos invariantes no tempo com fontes constantes (ou DC, do inglês *direct current*). Tais soluções são chamadas pontos de operação. Para discutir as problemáticas, considerem-se dois circuitos resistivos com fontes constantes, conectados por suas portas de acesso (Figura 2)



**Figura 2 - Dois circuitos resistivos de uma porta conectados entre si**

**Fonte: (KIENITZ, 2010)**

Sejam as características dos dois circuitos dadas por  $f_1(v_1, i_1) = 0$  e  $f_2(v_2, i_2) = 0$ . As equações das para a Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT) e Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC) são:

$$LKT \rightarrow v_1 = v_2 = v$$

$$LKC \rightarrow i_1 = i_2 = i$$

Por isso as soluções, isto é, os pontos de operação, são determinados a partir do sistema de equações:

$$f_1(v, -i) = 0$$

$$f_2(v, i) = 0$$

Essas duas equações combinam as características dos dois circuitos e as equações obtidas pelas leis de Kirchhoff, equações estas que traduzem as propriedades de interconexão dos dois circuitos. Para a solução do sistema de duas equações, podem-se usar métodos:

- **analíticos:** quando expressões analíticas para  $f_1$  e  $f_2$  forem conhecidas e uma solução analítica for viável;
- **gráficos:** quando as características  $f_1$  e  $f_2$  estiverem disponíveis na forma de gráficos; ou
- **numéricos:** usando algoritmos numéricos de solução de equações transcendentais (no caso geral de circuitos não-lineares).

Na análise DC poderão ocorrer 3 situações:

- Existência de solução única (exemplo: fonte de tensão alimentando um resistor linear);
- Existência de soluções múltiplas (ver exemplo abaixo);
- Solução inexistente (exemplo: fonte de corrente alimentando diodo ideal polarizado inversamente).

Como apresenta Chevallard (1999), a organização matemática de um tema de estudo  $\Phi$ , corresponde ao estudo da própria realidade matemática. Portanto, entendemos a realidade matemática do objeto Sistema de Equação Linear como a

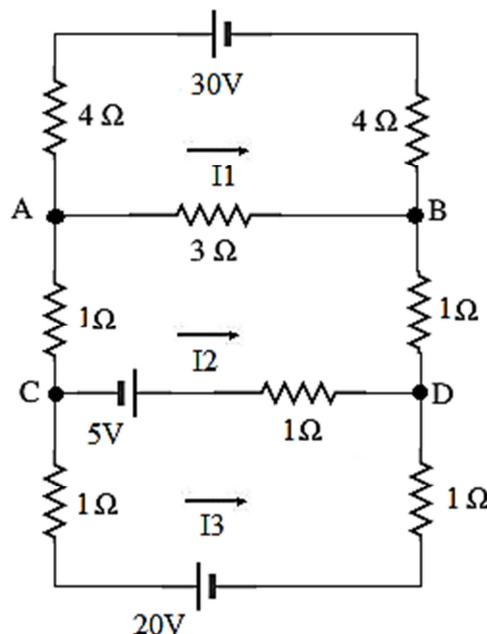
extensão de suas técnicas de resolução, soluções dos sistemas e propriedades às aplicações inerentes às diversas disciplinas.

O fluxo de corrente em um circuito elétrico simples pode ser descrito por um sistema linear de equações. Um gerador de voltagem, como uma bateria, faz com que uma corrente de elétrons percorra o circuito. Quando a corrente passa por uma resistência (como uma lâmpada ou um motor), parte da voltagem é "consumida"; pela lei de Ohm, essa "queda de voltagem" ao atravessar um resistor é dada pela seguinte equação:

**Equação 1:**  $V = RI$

Onde:  
 $V$  = medida em volts (v)  
 $R$  = resistência em ohms ( $\Omega$ )  
 $I$  = corrente em ampères (A)

O circuito da *Figura 3* contém seis ciclos fechados, consideraremos três deles, 1, 2 e 3. As correntes dos ciclos 1, 2 e 3 são denotadas por  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ , respectivamente. As direções atribuídas a cada uma dessas correntes são arbitrárias. Se uma corrente aparece com valor negativo, então sua direção real é a inversa da estipulada na figura. Se a direção indicada da corrente do lado positivo da bateria (segmento maior) para o lado negativo (segmento menor), então a voltagem é positiva; caso contrário, a voltagem é negativa:



**Figura 3 - Circuito completo**  
 Fonte: arquivo pessoal

O fluxo de corrente num ciclo é governado pela *Lei de Kirchhoff para a tensão* – a soma algébrica das quedas de tensão,  $RI$ , em torno de um ciclo é igual soma algébrica das fontes de tensão na mesma direção nesse ciclo.

**Exemplo 1.** Determinação da corrente nos ciclos da Figura 3.

Solução: Para o ciclo 1, a corrente  $I_1$  atravessa três resistores, e a soma das quedas de tensão dada pela Equação 2,  $RI$ , é

$$\text{Equação 2: } 4I_1 + 4I_1 + 3I_1 = (4 + 4 + 3)I_1 = 11I_1$$

A corrente do ciclo 2 também atravessa parte do ciclo 1, (Equação 3) pelo ramo entre A e B. A queda  $RI$  correspondente é de  $3 I_2$  volts. Entretanto, a direção da corrente para o ramo AB, no ciclo 1, é oposta a direção escolhida para a corrente no ciclo 2 (Equação 4), de modo que a soma algébrica de todas as quedas  $RI$  para o ciclo 1 é  $11I_1 - 3I_2$ . Como a tensão do ciclo 1 é de +30 volts, a lei de Kirchhoff para a tensão implica que:

$$\text{Equação 3: } 11 I_1 - 3 I_2 = 30$$

Para o ciclo 2 têm-se:

$$\text{Equação 4: } -3I_1 + 6I_2 - I_3 = 5$$

O termo  $-3 I_1$  aparece devido a corrente do ciclo 1 pelo ramo AB (com a queda de tensão negativa porque o fluxo da corrente é oposto ao fluxo do ciclo 2). O termo  $6I_2$  é a soma de todas as resistências do ciclo 2, multiplicado pela corrente do ciclo. O termo  $-I_3 = -1 \cdot I_3$  aparece devido a corrente do ciclo 3 atravessando o resistor de 1 ohm no ramo CD, na direção oposta a direção da corrente do ciclo 2. A equação do ciclo 3 (Equação 5):

$$\text{Equação 5: } -I_2 + 3I_3 = -25$$

Observe que a bateria de 5 volts do ramo CD é contada como parte do ciclo 2 e do ciclo 3, mas é -5 volts para o ciclo 3 por causa da direção escolhida para a corrente nesse ciclo. A bateria de 20 volts também é negativa pelo mesmo motivo.

As correntes dos ciclos são determinadas resolvendo o sistema:

$$\text{Sistema 1:} \quad \begin{cases} 11 I_1 - 3 I_2 = 30 \\ -3I_1 + 6I_2 - I_3 = 5 \\ -I_2 + 3I_3 = -25 \end{cases}$$

As operações elementares sobre a matriz completa levam à solução:  $I_1 = 3A$ ,  $I_2 = 1A$  e  $I_3 = -8A$ . O valor negativo para  $I_3$  mostra que a direção real da corrente, no ciclo 3, é na direção oposta à da indicada na *Figura 3*. É instrutivo ver o sistema (6) da seguinte forma:

$$\text{Equações 6:} \quad I_1 \begin{bmatrix} 11 \\ -3 \\ 0 \end{bmatrix} + I_2 \begin{bmatrix} -3 \\ 6 \\ -1 \end{bmatrix} + I_3 \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 30 \\ 5 \\ -25 \end{bmatrix}$$

A primeira componente de cada vetor diz respeito ao primeiro ciclo, e analogamente para a segunda e terceira componentes. O primeiro vetor de resistência  $r_1$  dá a resistência dos diversos ciclos atravessados pela corrente  $I_3$ . A resistência tem valor negativo sempre que  $I_1$  atravessa na direção oposta à corrente daquele ciclo. Examine a *Figura 3* para ver como obter as componentes de  $r_1$ ; depois, faça o mesmo para  $r_2$  e  $r_3$ . A forma matricial a seguir, fornece uma versão matricial da lei de Ohm:

$$\text{Equação 7:} \quad RI = V, \text{ onde } R = [r_1 r_2 r_3] \text{ e } I \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

Se todas as correntes forem escolhidas com o mesmo sentido (digamos, o anti-horário), então todos os elementos da diagonal principal de  $R$  serão negativos.

A equação matricial  $RI = V$  toma a linearidade desse modelo fácil de ser identificada. Por exemplo, se o vetor de voltagens for duplicado, então o vetor de correntes também tem que ser duplicado. Além disso, o princípio da superposição é válido. Ou seja, a solução da equação (7) é igual à soma das soluções das equações:

$$\text{Equações 8:} \quad RI = \begin{bmatrix} 30 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad RI = \begin{bmatrix} 0 \\ 5 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \text{e } RI = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -25 \end{bmatrix}$$

Aqui, cada equação corresponde ao circuito com apenas uma fonte de voltagem (as outras foram substituídas por fios que fecham cada ciclo). O modelo para o fluxo de correntes é linear precisamente porque as leis de Ohm e Kirchhoff são lineares: A queda de voltagem num resistor é proporcional a corrente que o atravessa (Ohm), e a soma das quedas de voltagem num ciclo é igual a soma das fontes de voltagem desse ciclo (Kirchhoff).

As correntes dos ciclos de um circuito podem ser usadas para determinar a corrente em qualquer ramo do ciclo. Se apenas uma corrente do ciclo atravessa um ramo, como no caso de B para D, na Figura 3, então a corrente do ramo é igual à corrente do ciclo. Se mais de uma corrente do ciclo atravessa o ramo, como no caso de A para B, a corrente do ramo é igual a soma algébrica das correntes de ciclo que atravessam esse ramo (Lei de Kirchhoff para Correntes). Por exemplo, a corrente no ramo AB é  $I_1 - I_2 = 3 - 1 = 2A$ , na direção de  $I_1$ .

### 2.1.1. As Leis Kirchhoff

Os circuitos elétricos, que não podem ser reduzidos a um circuito de caminho único (GONÇALVES FILHO, 2007), são chamados de circuitos multimalhas (Figura 4). Aqui, as leis de Kirchhoff são utilizadas segundo Costa (2007) para determinar a intensidade da corrente em cada parte do circuito. A seguir, serão caracterizadas as componentes de um circuito multimalhas:

- **nó**, ponto comum a três ou mais condutores, por exemplo, o ponto B;
- **ramo**, trecho entre dois nós; caminho EFAB;
- **malha**, conjunto de ramos, ABEFA, formando um circuito fechado.

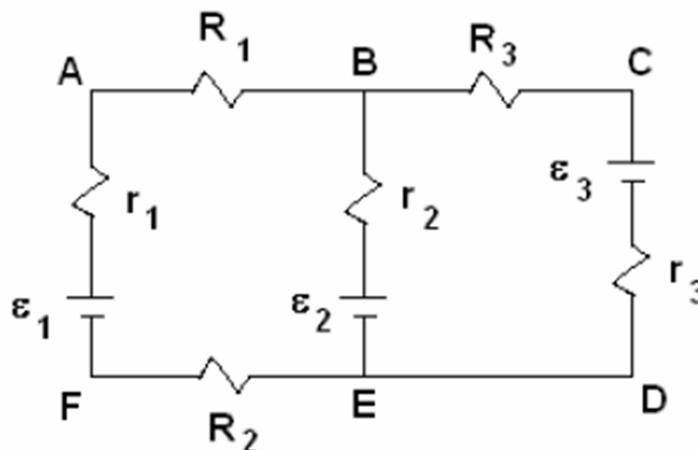
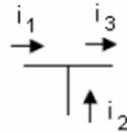


Figura 4 - Rede elétrica  
Fonte: arquivo pessoal

**A Primeira Lei de Kirchhoff – A Lei dos Nós:** “A soma das intensidades das correntes elétricas que chegam a um nó é igual à soma das intensidades das correntes que deixam o nó”. Esta lei é uma consequência imediata do Princípio da Conservação da Carga:



$$i_1 + i_2 = i_3$$

**Figura 5 - Representação da Lei dos Nós**  
Fonte: arquivo pessoal

**A segunda Lei de Kirchhoff – Lei das malhas:** “Percorrendo uma malha, num mesmo sentido, é nula a soma algébrica das tensões encontradas em cada elemento do circuito”. Esta lei é uma consequência imediata do Princípio da Conservação da Energia.

Para as variações de potencial são adotadas as mesmas regras dos circuitos de caminho único.

No caso dos resistores, quando se percorre a malha no sentido da corrente, a **ddp** é negativa (**-Ri**) e, no sentido contrário ao da corrente, a **ddp** é positiva (**+ Ri**).

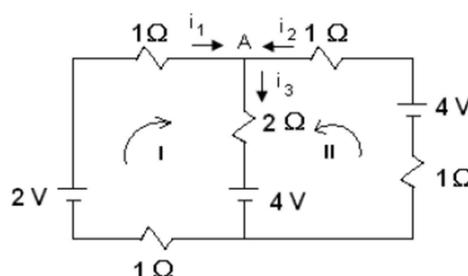
Ao se usar as leis de kirchhoff, para resolver circuitos elétricos, obtém-se um sistema de equações lineares.

Como exemplos determinaremos as intensidades da corrente elétrica em cada um dos ramos do circuito representado na *Figura 6*.

Considere-se o nó A representado na *Figura 5*, acima, onde, conforme a Lei dos Nós,  $i_1 + i_2 = i_3$ . Assim, tem-se a primeira equação do sistema:

**Equação 9:**

$$i_1 + i_2 - i_3 = 0$$



**Figura 6 - Circuito de duas malhas com especificação dos valores**  
**Fonte: arquivo pessoal**

Da malha "I", no sentido horário, e da malha II, no sentido anti-horário, com a Lei Malhas, tem-se:

$$\text{Equações 10: } -1i_1 + 2 - i_1 - 2i_3 - 4 = 0 \quad e \quad -1i_2 + 4 - 1i_2 - 2i_3 - 4 = 0$$

Agrupando-se os termos semelhantes, decorrem as equações (8) e (9) do sistema:

$$\text{Equações 11: } i_1 + i_3 = -1 \text{ (equação 8)} \quad e \quad -i_2 - i_3 = 0 \text{ (equação 9)}$$

Deste modo, resulta o sistema 3x3 de equações lineares.

$$\text{Sistema 2: } \begin{cases} i_1 + i_3 = -1 \\ i_1 + i_2 - i_3 = 0 \\ -i_2 - i_3 = 0 \end{cases}$$

Este é um sistema possível e determinado. Portanto, tem solução única que pode ser calculada com o uso da regra de Cramer ou do método algébrico da substituição ou, ainda, com métodos matriciais. As operações nos levam aos seguintes valores:

$$i_1 = -2/3 \text{ A}$$

$$i_2 = 1/3 \text{ A}$$

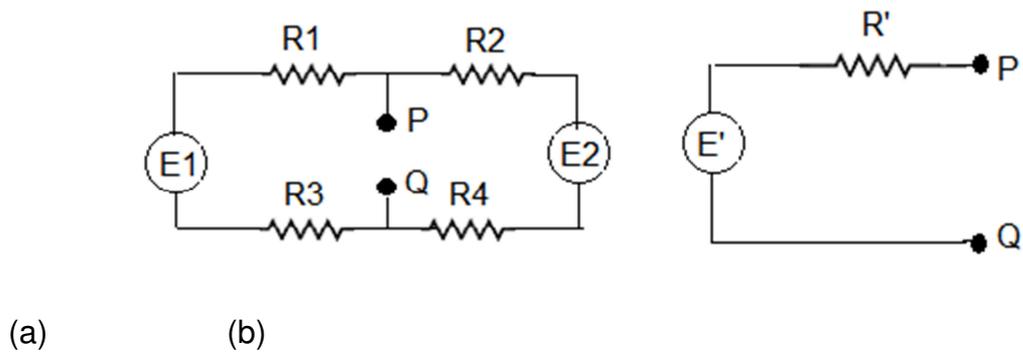
$$i_3 = -1/3 \text{ A}$$

É importante observar que as correntes elétricas  $i_1$  e  $i_3$  possuem sentidos contrários aos atribuídos inicialmente. De fato, a solução do sistema é o terno ordenado  $s = (-2/3, 1/3, -1/3)$ .

### 2.1.2. O Teorema de Thevenin

O teorema da Thevenin, como também o de Norton e da superposição que veremos adiante, são utilizados para simplificar a análise de circuitos com varias fontes e vários resistores.

O teorema de Thevenin estabelece que qualquer estrutura linear ativa com terminais de saída, como PQ da figura 10, pode ser substituída por uma única fonte de tensão  $E'$  (ou  $E_{th}$  ou  $V_{th}$ ), em série com uma resistência  $R'$  (ou  $R_{th}$ ):

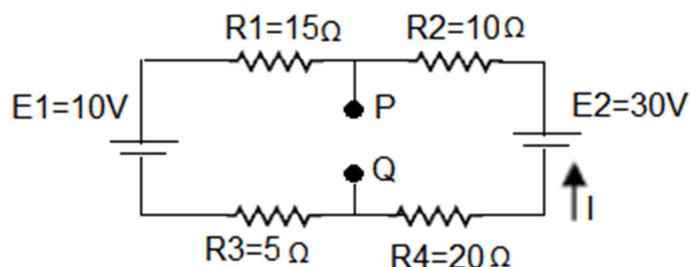


**Figura 7- (a) Circuito Linear – (b) Equivalente de Thevenin**

Fonte: Arquivo Pessoal

A tensão equivalente de Thevenin,  $E'$ , é a tensão em circuito aberto medida nos terminais PQ. A resistência equivalente,  $R'$ , é a resistência da estrutura, vista dos terminais PQ, quando todas as fontes forem anuladas, sendo substituídas pelas respectivas resistências internas. A polaridade da tensão  $E'$  equivalente de Thevenin deve ser escolhida de modo que a corrente através de uma carga, que seria ligada ao circuito equivalente de Thevenin, tenha o mesmo sentido que teria com a carga ligada à estrutura ativa original.

Para esclarecer melhor o assunto, vamos resolver o exemplo da *Figura 10* numericamente:



**Figura 7 - Cálculo do circuito equivalente Thevenin**

Fonte: Arquivo Pessoal

Vamos determinar inicialmente a tensão equivalente de Thevenin  $E'$  que é a tensão em circuito aberto, medida nos terminais PQ. A resistência total do circuito é dada pela equação 13:

$$\text{Equação 13:} \quad R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 50\Omega$$

A corrente no circuito será a Equação 14:

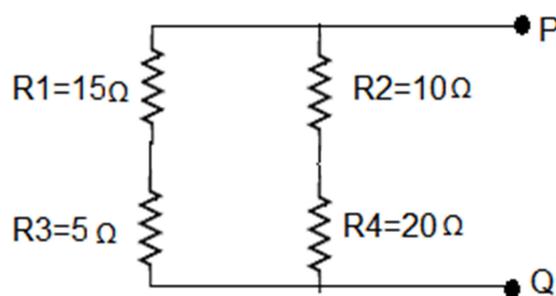
$$\text{Equação 14:} \quad I = \frac{E_2 - E_1}{R} = \frac{30 - 10}{50} = 0,4A$$

A tensão nos terminais PQ pode então ser determinada pela Equação 15:

$$\begin{aligned} \text{Equação 15:} \quad E' &= E_2 - R_2I - R_4I = E_2 - I(R_2 + R_4) \\ E' &= 30 - 0,4(10 + 20) = 18V \end{aligned}$$

Para determinar a resistência equivalente  $R'$ , devemos anular as fontes, como mostrado na *Figura 10*. Aqui desprezamos as resistências internas das fontes de tensão. A resistência  $R'$  será a vista dos terminais PQ. Desta forma,  $R'$  será encontrada pela equação 16:

$$\text{Equação 16:} \quad R' = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{20 \times 30}{50} = 12\Omega$$



**Figura 8– Equivalente Thevenin do circuito da figura 9**  
Fonte: Arquivo Pessoal

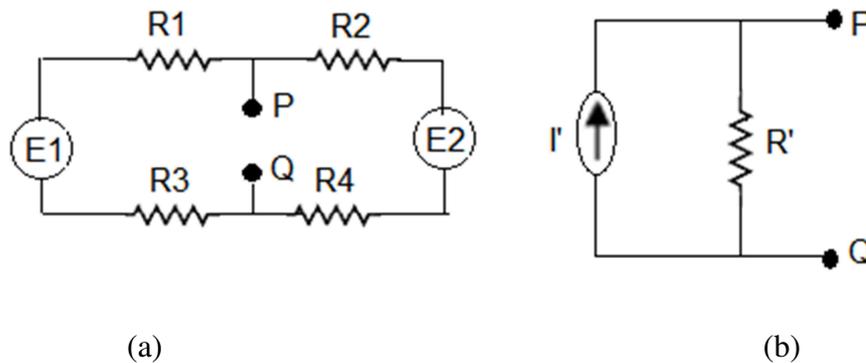
Se conectarmos nos pontos PQ uma carga  $R_L$ , a corrente que passa por ela será dada pela equação 17:

$$\text{Equação 17:} \quad I_L = \frac{E'}{R' + R_L}$$

Seja, por exemplo,  $R_L = 6\Omega$ , Então:  $I_L = 1A$

### 2.1.3. Teorema de Norton

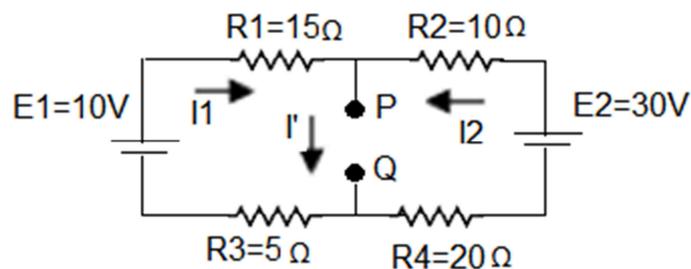
O teorema de Norton estabelece que qualquer circuito linear ativo de terminais de saída tais como PQ na *Figura 11a* pode ser substituído por uma única fonte de corrente  $I'$  em paralelo com uma resistência  $R'$ , como apresentado na *Figura 11b*:



(a) (b)  
**Figura 9 - (a) Circuito Linear – (b) Equivalente Norton**  
 Fonte: Arquivo Pessoal

A corrente equivalente de Norton estabelece que qualquer circuito linear,  $I'$ , é a corrente através do curto-circuito aplicado aos terminais da estrutura,  $P$  e  $Q$ . A resistência  $R'$  é a resistência vista dos terminais  $PQ$ , quando todas as fontes forem anuladas, sendo substituídas pelas respectivas resistências internas. Portanto, dado um circuito qualquer, as resistências  $R'$  dos circuitos equivalentes de Thevenin e Norton são iguais. A corrente através de uma carga ligada aos terminais  $PQ$  do circuito equivalente de Norton deve ter o mesmo sentido que a corrente através da mesma carga, ligada à estrutura ativa original.

Como ilustração, vamos determinar o circuito equivalente de Norton para o circuito já apresentado na *Figura 9*. Para determinar a corrente  $I'$ , devemos curto-circuitar os terminais  $PQ$  da estrutura:



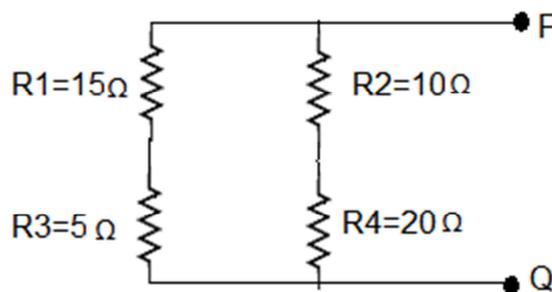
**Figura 10 - Cálculo da fonte de corrente Norton**  
 Fonte: Arquivo Pessoal

$$I_1 = \frac{E_1}{R_1 + R_3} = \frac{10}{15 + 5} = 0,5A$$

**Equações18:** 
$$I_2 = \frac{E_2}{R_2 + R_4} = \frac{30}{10 + 20} = 1,0A$$

$$I' = I_1 + I_2 = 0,5 + 1,0 = 1,5A$$

Para determinar  $R'$ , devemos anular as fontes, como na *Figura 13*. Aqui desprezamos as resistências internas das fontes de tensão. A resistência  $R'$  será à vista dos terminais PQ:



**Figura 11 - Cálculo da resistência equivalente**  
Fonte: Arquivo Pessoal

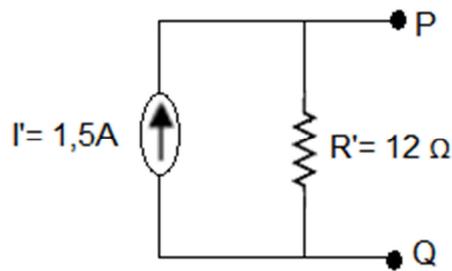
Desta forma,  $R'$  será encontrada por:

**Equação 19:** 
$$R' = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{20 \times 30}{50} = 12\Omega$$

Que tem o mesmo valor já encontrado para o circuito equivalente Thevenin. Assim, o circuito equivalente de Norton será o apresentado na *Figura 14*.

Se conectarmos nos pontos  $PQ$  uma carga  $R_L$ , a corrente que passa por ela será dada pela *Equação 20*:

**Equação 20:** 
$$I_L = \frac{R'}{R' + R_L} \cdot I'$$



**Figura 12 - Circuito equivalente Norton**  
**Fonte: Arquivo Pessoal**

Seja, por exemplo, uma carga igual à do exemplo de Thevenin, ou seja,  $R_L = 6\Omega$ ; então:

**Equação 21:** 
$$I_L = \frac{12}{12 + 6} \cdot 1,5 = 1A$$

Que é o mesmo valor encontrado para  $I_L$  no exemplo de Thevenin.

Cabe observar que os teoremas de Thevenin e Norton foram aplicados ao mesmo circuito, obtendo-se, resultados idênticos. Segue-se, pois, que os circuitos de Thevenin e de Norton são equivalentes entre si.

Na *Figura 15* tem-se a mesma resistência  $R'$  em ambos os circuitos. Aplicando-se um curto em cada circuito, a corrente de Thevenin é dada por  $E'/R'$ , enquanto que no circuito de Norton esta corrente é  $I'$ . Como as duas correntes são iguais, tem-se uma relação entre a corrente do circuito equivalente de Norton e a tensão do circuito equivalente de Thevenin, isto é:

**Equação 22:** 
$$I = \frac{E'}{R'}$$

Obteremos a mesma relação se considerarmos a tensão de circuito aberto para cada circuito. Para o circuito equivalente de Thevenin, esta tensão é  $E'$  e para o de Norton,  $I' \cdot R'$ . Igualando as duas tensões, temos a mesma relação:  $E' = I' \cdot R'$

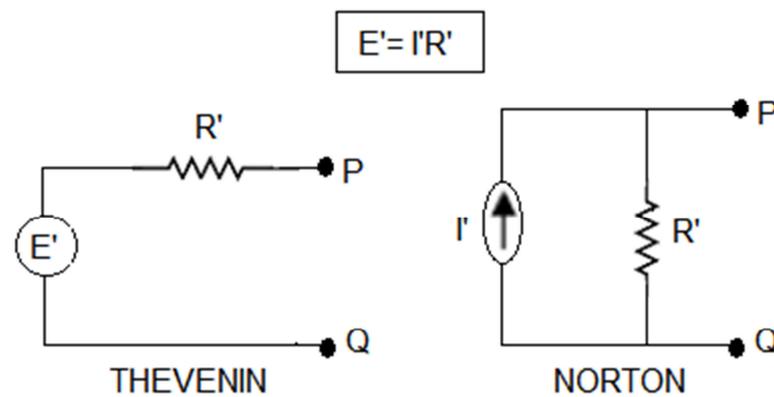


Figura 13 - Circuitos equivalentes  
Fonte: Arquivo Pessoal

#### 2.1.4. O Teorema da Superposição

O teorema da superposição estabelece que a corrente que circula por um ramo de um circuito, produzida por várias fontes, é igual à soma algébrica das componentes tomadas separadamente, considerando-se apenas uma das fontes de cada vez, substituindo-se as outras pelas suas resistências internas.

Para a utilização do teorema, devemos eliminar todas as fontes menos uma de cada vez, substituindo as outras pelas suas resistências internas. Calculam-se as correntes em cada ramo, para cada configuração. O resultado é a soma das correntes calculadas para cada ramo, em cada configuração.

## CAPÍTULO 3

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

#### 3.1. Tipos de estudo e o estudo em questão

Este estudo seguiu uma metodologia qualitativa uma vez que para alcançar os seus objetivos é essencial um conjunto de procedimentos e técnicas deve oferecer um instrumental claro, coerente e elaborado, sendo capaz de direcionar a pesquisa frente aos impasses teóricos para desafio da prática. Sendo impossível executar uma pesquisa sem que se faça antes o projeto, que consiste no planejamento das diversas etapas a serem seguidos, de igual modo, também é de suma importância para a sua execução a definição da metodologia a ser empregada ao longo da pesquisa.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a forma como foi delineada esta investigação enquadra-a nas investigações qualitativas, tendo essencialmente as seguintes características: (i) a fonte direta de dados; sendo o investigador o instrumento principal de recolha de dados; (ii) os dados recolhidos que por sua vez são descritivos e não numéricos, pois têm a forma de palavras ou imagens; (iii) o investigador qualitativo ao qual se detém sobretudo pelo processo, relegando para segundo plano os resultados; (iv) a análise dos dados realizada de forma indutiva em que, não há pretensão de confirmar hipóteses prévias; (v) compreender o significado que os participantes atribuem às suas experiências assumindo uma importância vital para o investigador qualitativo.

Ademais, a pesquisa realizada procurou um entendimento entre a visão de estudantes com relação às atividades e estratégias adotadas em sala de aula, a partir da utilização desse espaço como contexto de situações que, por si só, podem constituir-se em razões explicativas para os problemas existentes.

#### 3.2. Caracterização do campo de pesquisa e dos sujeitos

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Técnica Redentorista (ETER), inserida como Instituição Particular, na categoria de entidade filantrópica e comunitária localizada no bairro de Bodocongó na cidade Campina Grande –PB.

Os questionários tiveram enfoque qualitativo para que se pudessem analisar

melhor as informações fornecidas pelos estudantes e foram organizados num direcionamento investigativo.

A pesquisa foi realizada com 33 estudantes de uma turma de Eletrônica da Escola Técnica Redentorista, no turno da tarde no período de Agosto à Dezembro de 2013.

### **3.3. Coleta e análise dos dados**

Primeiramente, o objetivo da pesquisa foi apresentado Diretor da Escola (APÊNDICE A), o qual permitiu sua realização. Para a coleta dos dados foi realizada a aplicação de três questionários, sendo o primeiro deles destinado a uma sondagem que objetivava conhecer como se dava seu nível de interação com a disciplina de Matemática, bem como o conteúdo de Sistemas de Equações Lineares previsto no Programa. O segundo e o terceiro questionários foram para identificar o grau de dificuldades enfrentado pelos estudantes durante a aprendizagem, como também sua relevância no entendimento e resolução dos teoremas eletrônicos aplicados ao Curso (APÊNDICES B, C e D) com estudantes que estavam cursando a disciplina de Circuitos Elétricos DC, de acordo com o período descrito.

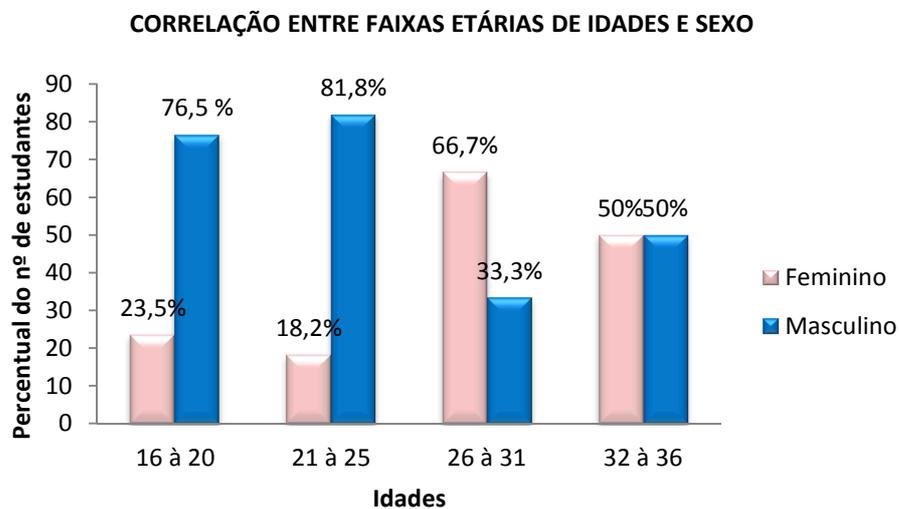
Posteriormente, foi realizada uma análise quantitativa em que os dados obtidos foram tratados em médias utilizando-se o programa Excel e qualitativa, utilizando-se triangulação dos dados (revisão bibliográfica, resultados da pesquisa atual e pesquisas anteriores publicadas pertinentes ao tema em questão), objetivando identificar e propor futuras soluções a origem das dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante a disciplina de Análises de Circuito DC. As perguntas abertas foram examinadas descritivamente, através de análise textual, sendo destacados os principais pontos levantados.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação dos questionários aos estudantes do Curso de Eletrônica, atuantes na Escola Técnica Redentorista, fizemos a triangulação dos dados coletados transformando em informações as questões que julgaram ser mais relevantes, quanto à construção de novos modelos de ensino na edificação do saber. Partindo desse pressuposto, gráficos foram inseridos a fim de discorrermos melhor e de forma mais detalhada os resultados obtidos, como veremos posteriormente.

Em toda pesquisa científico-pedagógica, visualizar o perfil dos sujeitos e de sua conjuntura é de fundamental importância para que se tenha uma visão mais próxima possível da realidade vivenciada por estes. Neste sentido, fizemos inicialmente uma correlação entre as faixas etárias de idades e sexo dos envolvidos na pesquisa, a fim de traçar um perfil do público de estudantes que compõe o Curso Técnico de Eletrônica da Escola Técnica Redentorista:



**Figura 14 - Percentual de faixa etária de idade e sexo correspondentes aos estudantes do Curso de Eletrônica da ETER.  
Fonte: Arquivo Pessoal**

A partir das respostas registradas observamos que 50% dos entrevistados do sexo feminino se encontram na faixa etária entre 32 à 36 anos, enquanto que 81,8% do público masculino está na faixa de 21 à 25 anos. Foi observado ainda, para todas as faixas de idades obtidas, exceto na faixa que apresentou similaridade de valores

percentuais para ambos os sexos (50%) uma maior amostra de estudantes entrevistados do sexo masculino, demonstrando por meio deste fato, um possível indicador da existência superior de estudantes deste sexo na instituição.

Segundo o IFS (2009), foi observada a partir das matrículas efetuadas no Curso Técnico em Eletrônica uma discrepância no percentual de estudantes inseridos do sexo masculino, se comparados aos do sexo feminino que foram de 136 (91,28%) e 13 (8,72%), respectivamente.

Embora o traço do perfil estudantil não seja o foco deste trabalho, vários são as justificativas que corroboram com esse comportamento observado na pesquisa. Dentre eles, podemos citar circunstâncias que vão desde a falta de afinidade pela matemática contida no programa, até fatos embaraçosos, conforme enfatizado por Santos (2014), em que na maior parte do tempo a presença masculina direciona algumas situações, os exemplos dados em sala de aula se reportam aos meninos, os manuais trazem quase sempre imagens de técnicos, e, não raro, os convites, através de cartazes espalhados nos murais da escola, para estágios nas grandes empresas, destinam-se em boa parte do tempo somente aos rapazes.

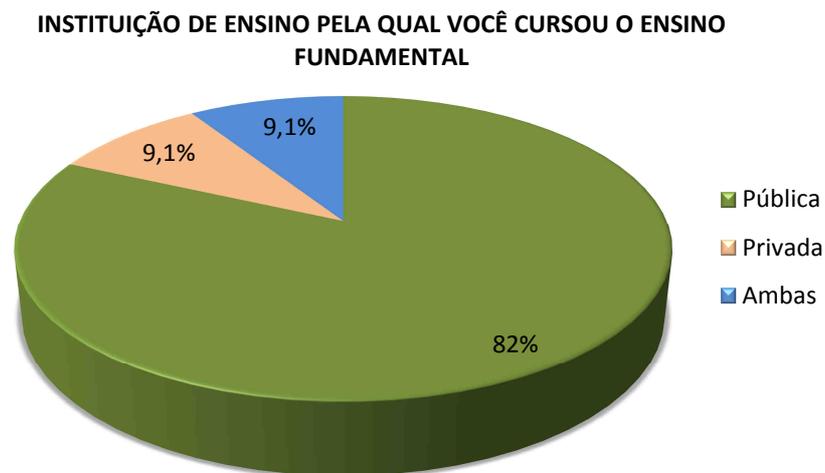
Sobre esta questão, afirma Rapkiewicz (1998) que os estereótipos masculinos e femininos que conduzem a aceitação dos papéis sociais e profissionais são forjados desde a infância através da socialização familiar. As práticas no seio da família de origem permitem a construção de habilidades diferenciadas por sexo: os jogos e brincadeiras masculinas encorajam a independência, a resolução de problemas, a experimentação e a construção, enquanto que as femininas são mais associadas à interação social. Tendo contato desde a infância com objetos tecnológicos, os meninos desenvolveriam as habilidades de base para a aprendizagem científica.

Através do esboço do gráfico da Figura 17 pudemos observar o percentual das instituições de ensino cursado por concluintes do nível fundamental e médio, em que se destaca a escola pública como sendo a maior agente formadora e propagadora do conhecimento, uma vez que sua representatividade ultrapassa os 80% no âmbito institucional, quando comparados ao percentual de estudantes provenientes de escolas privadas ou de ambas, correspondendo igualmente a 9,1%.

Ao descrever o perfil de 43 estudantes ingressantes de uma primeira turma de licenciatura em Enfermagem a partir de questionário aplicado, Corrêa et al. (2009) identificaram quanto à formação no ensino fundamental que 38 estudantes (88%)

vieram procedentes de escola pública, três (7%) da escola privada, um (2,5%) da escola pública e privada e um (2,5%) não respondeu a pergunta. Em relação ao ensino médio, 29 (67,5%) vieram da escola pública, sete (16%) da escola privada, cinco (12%) procedentes da escola pública e privada e dois (4,5%) não responderam. Dessa forma, constatou-se que a maioria dos ingressantes foi proveniente do ensino público, com um aumento de 7% dos estudantes que cursaram o ensino fundamental na escola privada para 16% de estudantes que fizeram o ensino médio no setor privado. Tal comportamento pôde se relacionar com a busca de preparo para os exames vestibulares que comumente vem se dando mais efetivamente nas escolas privadas.

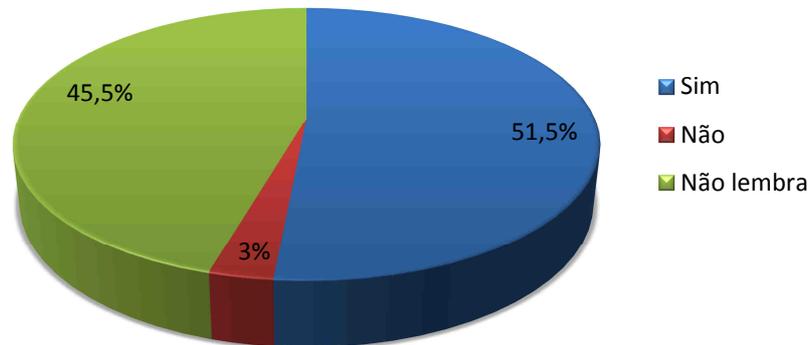
De acordo com o mesmo autor citado anteriormente, essa situação leva-nos a refletir sobre a necessidade de acompanhar o desempenho dos estudantes, percebendo que sua procedência influencia em seu processo ensino-aprendizagem e, por conseguinte, na prática pedagógica do professor:



**Figura 15 - Percentual das instituições de ensino cursado por concluintes do Ensino Fundamental**  
**Fonte: Arquivo Pessoal**

Pode-se perceber que houve equilíbrio na distribuição das respostas contidas na Figura 18, constatando-se que mais da metade (51,5%) dos estudantes do Ensino Médio teve a oportunidade de estudar o conteúdo de Sistemas de Equações Lineares. Enquanto que o menor percentual foi de 3% para estudantes que afirmaram não lembrar a abordagem do conteúdo ministrado. Isto é importante, pois os dados não estão restritos a uma única realidade, mas sim contemplam fatos que vão desde a omissão do estudante até a não existência do conteúdo no plano de curso.

**ENQUANTO ALUNO DO ENSINO MÉDIO, VOCÊ TEVE A OPORTUNIDADE DE ESTUDAR SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES?**



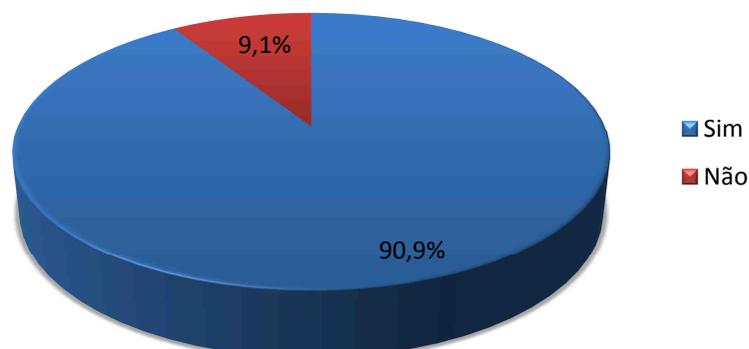
**Figura 16 - Percentual de estudantes que tiveram a oportunidade de estudar sistemas de equações lineares.**

**Fonte: Arquivo Pessoal**

Verifica-se na Figura 19 o percentual da importância em se estudar o conteúdo de Sistemas de Equações Lineares, obtendo-se uma concordância de 90,9% em relação ao aceite do conteúdo trabalhado. Em contrapartida, há uma rejeição de 9,1%.

De acordo com Dante (2000), um alerta deve ser feito aos professores quanto ao equilíbrio entre o número de exercícios, problemas e acompanhamento do desempenho que são realizados em classe. Isto se deve ao fato de que todos esses aspectos em conjunto servirão de facilitador na fixação, como também na resolução de futuros problemas propostos na disciplina de Circuitos Elétricos DC.

**VOCÊ ACHA IMPORTANTE ESTUDAR SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES?**



**Figura 17 - Percentual de importância do conteúdo de Sistemas de Equações Lineares.**

**Fonte: Arquivo Pessoal**

Ao entrar no contexto dos Teoremas de Eletrônica, houve certa inquietação por parte dos participantes, demonstrado por meio da Figura 20, que representa o percentual de dificuldade encontrada no módulo 1. Os estudantes apontaram em sua maioria que esta problemática faz parte do seu cotidiano durante a aprendizagem, correspondendo a 69,7% do total de estudantes entrevistados, enquanto que apenas 30,3% responderam que não há maiores dúvidas encontradas ao se estudar os teoremas.

Sendo assim, pode-se observar que as dificuldades de aprendizagem é uma realidade bastante significativa no cotidiano dos estudantes. Devendo haver, portanto, uma revisão quanto a prática pedagógica adotada pelos professores, que em sua maioria ainda não traz o “tempero” necessário as novas formas de aprender, ou seja, exemplificando-as e transportando-as para sua realidade de sala de aula.

A aprendizagem humana é um fenômeno complexo e está intrinsecamente relacionada à associação de conhecimentos adquiridos com os novos conhecimentos. A partir das contribuições de teóricos como Piaget, Vygotski e Paulo Freire sobre a importância do processo de interação, foi possível encontrar argumentos fortes para superar a visão behaviorista de que a aprendizagem é simplesmente mudança de comportamento (SILVA et al., 2012).

Oliveira et al. (2011) afirmam que a aprendizagem do professor é um aspecto muito importante nessa área, pois ela é constante. Estamos sempre aprendendo mais e mais na vida acadêmica, profissional e particular, com o intuito de poder buscar a melhor forma para ensinar a nossos estudantes:

VOCÊ ENCONTROU ALGUMA DIFICULDADE AO ESTUDAR OS  
TEOREMAS DE ELETRÔNICA NESTE 1º MÓDULO?

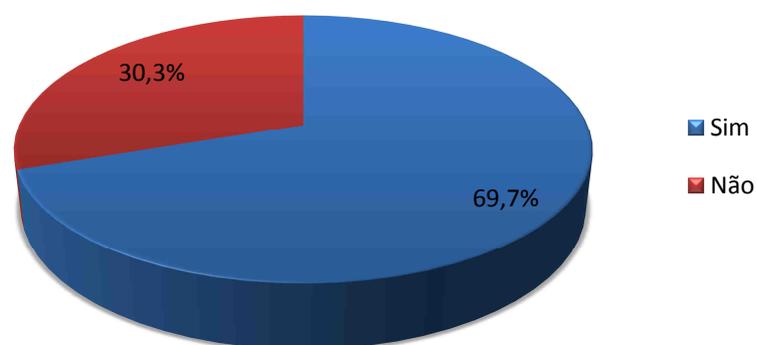
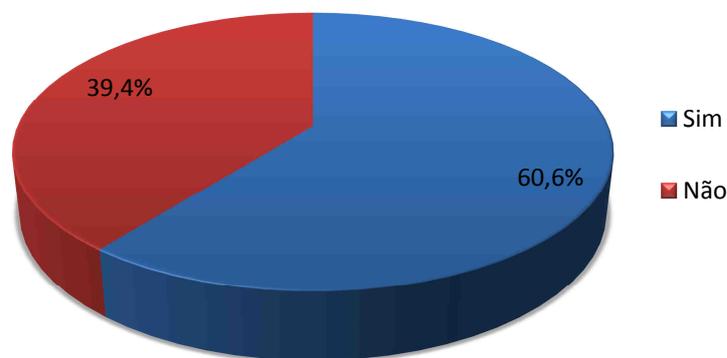


Figura 18 - Percentual de dificuldade representada no conteúdo de Teoremas de Eletrônica.  
Fonte: Arquivo Pessoal

Na Figura 21 temos o percentual didático do conteúdo Sistemas de Equações Lineares no Ensino Fundamental e Médio. Observa-se a partir do questionamento que a didática exerceu forte influência quanto às possíveis dificuldades vigentes no repasse do conteúdo, estando este percentual em torno de 60,9% para os participantes da pesquisa que responderam sim e 39,4% para os que responderam não:

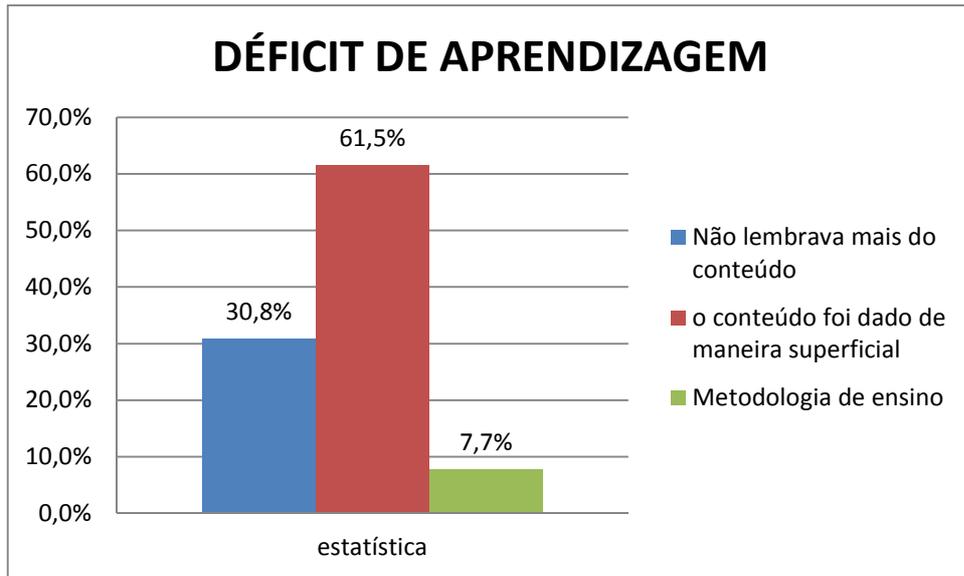
**EM SUA OPINIÃO, A FORMA DIDÁTICA PELA QUAL FOI REPASSADO O CONTEÚDO DE SISTEMA DE EQUAÇÕES LINEARES NO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO CONTRIBUÍRAM DE ALGUM MODO PARA POSSÍVEIS DIFICULDADES EXISTENTES?**



**Figura 19 - Percentual didático do conteúdo Sistemas de Equações Lineares no Ensino Fundamental e Médio**  
**Fonte: Arquivo Pessoal**

Como extensão da questão anterior, ao indagarmos os estudantes que disseram não foi possível observar, de acordo com a Figura 22, um déficit de aprendizagem resultante de fatores adversos como: O conteúdo foi dado de maneira superficial ao qual teve o maior valor percentual obtido (61,5%), não lembravam mais do conteúdo (30,8%) e didática do professor (7,7%).

Tal prerrogativa reforça a hipótese que, segundo Silva et al. (2012), a escola deve propor novos meios que exigem do estudante e da escola resultados satisfatórios e ainda indicar formas de solucionar o problema de alguns que não tiveram bons resultados:



**Figura 20 - Déficit de aprendizagem do conteúdo Sistemas de Equações Lineares no ensino fundamental e médio.**  
**Fonte: Arquivo Pessoal**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento realizado por meio de questionário observamos que uma maior amostra de estudantes entrevistados foi do sexo masculino, demonstrando por meio deste fato um possível indicador da existência superior de estudantes deste sexo na instituição.

Destaca-se para os 33 entrevistados que a escola pública apresentou entre as instituições de ensino cursado por concluintes do nível Fundamental e Médio, a maior representatividade, ou seja, 82% quando comparados ao percentual de estudantes provenientes de escolas privadas ou de ambas, correspondendo igualmente a 9,1%.

Constatou-se que apesar de mais da metade (51,5%) dos estudantes do Ensino Médio ter tido a oportunidade de estudar o conteúdo de Sistemas de Equações Lineares e haver uma concordância de 90,9% em relação ao aceite do conteúdo trabalhado, também foi apontado em maioria pelos entrevistados que 69,7% considera as dificuldades encontradas no módulo 1 uma problemática cotidiana quanto a aprendizagem dos teoremas de eletrônica, concluindo, portanto, que o prévio estudo não caracterizou-se como um facilitador.

Com relação à didática, os entrevistados ressaltaram que a forma como o conteúdo Sistemas de Equações Lineares foi repassado no Ensino Fundamental e Médio exerceu forte influência quanto às possíveis dificuldades vigentes e que os possíveis déficits gerados na assimilação estariam atribuídos a diversos fatores como falta de lembrança do conteúdo, falta de aprofundamento quanto ao ensino do conteúdo e até mesmo divergência quanto à compreensão didática.

Podemos assim dizer que a aprendizagem humana é de fato um fenômeno complexo, e que se chegar a satisfatoriedade para ambos envolvidos, ou seja, educando e educador, faz-se necessário o uso de procedimentos convencionais e não convencionais, a fim de estimular a elevação do grau de aprendizagem e de criar condições para aperfeiçoar e consolidar a atividade didática nas aulas de Eletrônica.

Sabemos, entretanto, que os meios, por si só, não são capazes de trazer contribuições para a área educacional e que eles são ineficientes se usados como o ingrediente mais importante do processo educativo, ou sem a reflexão humana. Nesse processo, o mais importante é considerar essa oportunidade como

fundamental para questionarmos o paradigma tradicional de ensino, ainda hegemônico no contexto educativo.

## REFERÊNCIAS

BERTOIGNA, V. **A educação profissional no Brasil: a questão do dualismo ainda permanece?** 2009, 102f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Oeste Paulista – UNIOESTE: Presidente Prudente – SP.

BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. (1994). **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora.

BRASIL. MEC. PRONATEC. **Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego**. 2012. Disponível em: <<http://pronatecportal.mec.gov.br/objetivos.html>>. Acesso em: 23 nov. 2014.

CHEVALLARD, Y. El análisis de las prácticas docentes em la teoria antropológica de lo didáctico. **Recherches em Didactiques des Mathématiques**, v. 19, n. 2, p. 221-266, 1999.

CHRISTOPHE, M. **A legislação sobre a educação tecnológica no quadro da educação profissional brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto de Estudos de Trabalho e Sociedade, jan. 2005. Disponível em: <[http://www.iets.org.br/biblioteca/A\\_legislacao\\_sobre\\_a\\_educacao\\_tecnologica.pdf](http://www.iets.org.br/biblioteca/A_legislacao_sobre_a_educacao_tecnologica.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2014.

CNI-IBOPE :**Retratos da sociedade brasileira : educação profissional** : janeiro 2014 /Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2014.26p.

CORDÃO, F. A. A educação profissional no Brasil. In: PARDAL, L.; VENTURA, A.; DIAS, C. (Orgs.). **Ensino Médio e Ensino Técnico no Brasil e em Portugal: Raízes históricas e panorama atual**. São Paulo: Autores associados, 2005. P. 43-107.

CORRÊA, A. K.; SOUZA, M. C. B. de M e.; SANTOS, R. A dos.; CLAPIS, M. J.; GRANVILLE, N. C. Perfil de estudantes ingressantes em licenciatura: Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v.45, n.4, p. 933-8, 2011. Disponível em: [www.ee.usp.br/reeusp/](http://www.ee.usp.br/reeusp/). Acesso em 22 nov. 2014.

COSTA, R. F da. **A matemática e os circuitos elétricos de corrente contínua: uma abordagem analítica, prático-experimental e computacional**. 2007. 114f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DANTE, L. R. **Didática da resolução de problemas de Matemática**. 12.ed. São Paulo: Ática, 2000.

ETER – Escola Técnica Redentorista. **Plano de curso**. Controle e processos industriais. Técnico em Eletrônica. 2011. 88p.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física**. São Paulo: Scipione, 2007.

HAZZAN, Samuel /IEZZI, Gelson. **Fundamentos da Matemática Elementar**. Vol.4. 8ª.ed. São Paulo: Atual, 2012.

IFS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. **Relatório de gestão e prestação de contas 2009**. 2010. p.227.

KIENITZ, K. H. **Análise de circuitos: um enfoque de sistemas**. 2. ed. – São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2010.

BOYLESTAD, Robert L. **Introdução à Análise de Circuitos**. 10.ed.São Paulo: Prentice Hall, 2004

KUENZER, A. Exclusão includente e inclusão excludente: a nova forma de dualidade estrutural que objetiva as novas relações entre educação e trabalho. In: SAVIANI, D.; SANFELICE, J.L.; LOMBARDI, J.C. (Org.). **Capitalismo, trabalho e educação**. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2005. p. 77-96.

LOVATEL, S. **Matemática para eletrônica: uma proposta para o ensino técnico**. 2007. 178f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MANFREDI, S. M. **Educação profissional no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2002.

MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Políticas Públicas para a Educação Profissional e Tecnológica**. Brasília: Ministério da Educação Ciência e Tecnologia, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/p.p.pdf>. Acesso em 23 nov. 2014.

OLIVEIRA, J. F. de. A função social da educação e da escola pública: tensões, desafios e perspectivas. In: FERREIRA, E. B.; OLIVEIRA, D. A. (Orgs.). **Crise da Escola e Políticas Educativas**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009. p. 237-252.

OLIVEIRA, E. da S.; VASCONCELLOS, D. P. de.; TRINDADE, T.; LIMA, R.; VASCONCELOS, M.; SEQUEIRA, J. Professores em rede: demandas de formação continuada docente para a inserção das tecnologias de informação e comunicação na prática pedagógica. **RED. Revista de Educación a Distancia**, n. 29, p.19, 2011. Disponível em: <<http://www.um.es/ead/red/29/>>. Acesso em 22 nov. 2014.

PAIR, C. A formação profissional, ontem, hoje e amanhã. In: DELORS, Jacques (Org). **A educação para o Século XXI: questões e perspectivas**. Tradução: Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2005.

SAMPAIO, M. V. D. **Educação profissional: a expansão recente do IFRN e a absorção local dos egressos no mercado de trabalho**. 2013, 183f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SANTOS, S. V. dos. **Políticas atuais da Educação Profissional e Tecnológica - contextos de efetivação do PROEJA**. Disponível

em:<[http://www.educacao.pr.gov.br/arquivos/File/det/palestra1\\_PROEJA.pdf](http://www.educacao.pr.gov.br/arquivos/File/det/palestra1_PROEJA.pdf)>.  
Acesso em 23 nov. 2014.

SAVIANI, D. Trabalho e Educação: Fundamentos Ontológicos e Históricos. Campinas: **Revista Brasileira de Educação**, v. 12 n. 34, 2007.

SILVA, A. C.; RIGUEIRA, L. M. B.; ÁVILA, R. R de.; BENASSI, V. M.; ROCHA, B. G.; SANTANA, R. A.; SANTANA, R. A.; ROCHA, H. P.; CUNHA, A. P. A de. M; BARROSO, L do. D. P.; ROCHA, R. R. A. R de. M. **Projeto pedagógico do curso de Ciência e Tecnologia. Bacharelado Interdisciplinar.** BC & T – Campus Janaúba. 2014. 160p.

SILVA, E. dos. A.; CARDOSO, F. M.; BASTIANELLI, R.; WAGMAKER, R. **Uso das mídias na Educação.** 2012. Disponível em: <[http://rosicleiawagmaker.blogspot.com.br/p/minha-trajetoria-profissional\\_9.html#](http://rosicleiawagmaker.blogspot.com.br/p/minha-trajetoria-profissional_9.html#)>.  
Acesso em 22 nov. 2014.

TAVARES, M. G. Evolução da rede federal de educação profissional e tecnológica: as etapas históricas da educação profissional no Brasil. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9., Caxias do Sul. **Anais...**Santa Catarina: ANPED SUL, 2012. CD.

WITTACZIK, L. S. Educação profissional no Brasil: histórico. **Revista E-tech: tecnologias para competitividade industrial**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 77-86, jan/jun, 2008.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A – PERMISSÃO DE PESQUISA PARA O DIRETOR DA ESCOLA****UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA****CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA**

Caro Diretor,

Eu, ÉDNA ARAÚJO DE SENA, aluna regularmente matriculada no curso de Plena em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, estou desenvolvendo uma pesquisa voltada a um olhar sobre as resoluções de sistemas de equações lineares em circuitos elétricos dc: dificuldades de estudantes ingressantes em um curso de eletrônica.

A pesquisa será realizada através da aplicação de um questionário estruturado, e aplicada aos estudantes do Curso Técnico em Eletrônica. Certo de que a permissão e apoio contribuirão fundamentalmente para a melhoria do ensino e aprendizagem.

-----

Eu, Prof. Diretor \_\_\_\_\_,  
da Escola \_\_\_\_\_,  
permito e dou apoio para que ÉDNA ARAÚJO DE SENA, trabalhe com os  
estudantes de eletrônica desta escola de todos os turnos para que ela possa  
desenvolver sua pesquisa de Conclusão de Curso.

Campina Grande, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014.

**APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO I****QUESTÕES PROPOSTAS PARA A ENTREVISTA****I. PERFIL E RELAÇÃO ESTUDANTE/DISCIPLINA**

- 1) a) Sexo: ( )Feminino ( )Masculino b) Idade:\_\_\_\_\_
- 2) Marque a alternativa que representa a instituição de ensino pela qual você cursou o ensino fundamental.
- ( )Pública ( )Privada ( )Ambas
- 3) Qual a sua relação com a disciplina de matemática?
- ( )Gosta ( )Gosta, mas tem dificuldades ( )Não gosta
- 4) Enquanto estudante do ensino médio, você teve a oportunidade de estudar sistemas de equações lineares?
- ( )Sim ( )Não ( )Não lembra
- 5) Caso sua resposta tenha sido SIM (Questão 4), houve algum tipo de contextualização deste conteúdo por parte do seu professor(a) de matemática?
- ( )Sim ( )Não ( )Não lembro
- 6) Você acha importante estudar sistemas de equações lineares?
- ( )Sim ( )Não

## APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO II

### QUESTÕES PROPOSTAS PARA A ENTREVISTA

#### I. RELAÇÃO PROFESSOR/CONTEÚDO/ESTUDANTE

1) Você encontrou alguma dificuldade ao estudar o conteúdo de sistema de equações lineares aplicado aos teoremas de eletrônica?

( ) Sim                      ( ) Não

2) Em sua opinião, a forma didática pela qual foi repassado o conteúdo de sistema de equações lineares no ensino fundamental e médio contribuíram de algum modo para possíveis dificuldades existentes?

( ) Sim                      ( ) Não

2a) Se *sim*, explique.

---



---



---

2b) Se *não*, Justifique.

---



---



---

3) Nos teoremas estudados houve em algum momento, dificuldade de compreensão relacionada ao conteúdo de sistemas de equações lineares?

( ) Sim                      ( ) Não

4) A forma como o conteúdo foi ministrado pelo professor ajudou a superar tais dificuldades observadas no estudo dos teoremas?

( ) Sim                      ( ) Não

Justifique sua resposta.

---



---



---



---

**APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO III****QUESTÕES PROPOSTAS PARA A ENTREVISTA****I. RELAÇÃO PROFESSOR/PÓS CONTEÚDO/ESTUDANTE**

1) Você encontrou alguma dificuldade ao estudar os teoremas de eletrônica neste 1º módulo?

( ) Sim            ( ) Não

1a) Se *sim*, explique.

---

---

---

---

1b) Se *não*, justifique.

---

---

---

---

2) Em sua opinião, a forma didática pela qual foi repassado o conteúdo de sistema de equações lineares no ensino médio contribuiu para um melhor entendimento e resolução dos teoremas eletrônicos no seu curso técnico?

( ) Sim            ( ) Não

2a) Se *sim*, explique.

---

---

---

---

2b) Se *não*, justifique.

---

---

---

---