

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho está focado na aplicação dos números complexos aos circuitos de corrente alternada numa turma do curso de Eletrônica do Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) na disciplina de Análise de Circuitos.

A opção por este tema deveu-se ao fato de que os números complexos ocupam uma importância fundamental na análise de circuitos de corrente alternada e estes últimos têm uma presença muito grande nos cursos de Eletrônica e Eletrotécnica, já que a própria geração de energia elétrica se dá por meio de tensões e correntes variantes no tempo.

No caso do IFPI, buscou-se nesta pesquisa a aplicação de atividades baseadas em questões a serem resolvidas pelos alunos com a orientação e acompanhamento do professor, em sala de aula. As atividades elaboradas de forma progressiva, abordando de início os números complexos de uma forma geral, em seguida as funções senoidais, e nas duas últimas atividades, as aplicações destes conteúdos nos circuitos de corrente alternada. Além dessas atividades, foram elaborados dois questionários: o primeiro, para avaliação das atividades propostas pelos alunos e o segundo, para se ter uma base do perfil médio dos alunos.

Foram realizadas entrevistas com os professores que ministram ou que ministraram recentemente o tema dos números complexos para os cursos técnicos de Eletrônica do IFPI, com o intuito de se descobrir qual a visão desses profissionais a respeito de alguns pontos importantes para este trabalho.

A estrutura desta dissertação é iniciada por uma apresentação da trajetória profissional do autor, desde o início como engenheiro até os dias atuais como professor de ensino técnico.

No capítulo 3, faz-se uma contextualização histórica do ensino profissional no Brasil, abordando desde a época do império até os dias atuais, citando algumas reformas e seus efeitos sobre esta categoria de ensino.

Após a abordagem histórica, comentou-se sobre a origem do IFPI, desde a época da Escola de Artífices até a estrutura atual, salientando-se os aspectos mais importantes nesse transcurso temporal.

Discutiu-se, em seguida, a questão do ensino dos números complexos, com base nas discussões dos teóricos que tratam do referido tema.

Tratou-se no capítulo 4 do ambiente, no caso, O Instituto Federal da Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, em que foram desenvolvidas as atividades com os alunos da turma de eletrônica.

No capítulo 5, referente à escolha do trabalho, foram discutidos: o problema da pesquisa, tratando-o como o ponto de partida da investigação, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade, como elementos importantes no ensino da matemática.

No capítulo 6, relativo ao conjunto dos números complexos, foram estudadas as operações e a notação fasorial, que é um modo de abordagem dos números complexos bastante prático para a análise dos circuitos de corrente alternada. Neste capítulo, buscou-se a inter-relação entre os assuntos da Matemática e esta pesquisa, abordando-se as funções senoidais, com um enfoque voltado às suas relações com os números complexos, a fim de ilustrar para os alunos uma noção que não lhes fora mostrada na disciplina de Matemática.

No capítulo 7, que trata da metodologia, foi abordada toda a sistemática do trabalho, como ele foi desenvolvido no ambiente da instituição supracitada.

No capítulo 8, são apresentados e analisados os dados colhidos na pesquisa, observando-se a hipótese levantada em relação ao problema da pesquisa e comparando-os com os resultados obtidos.

No capítulo 9, são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho expondo-se novamente o problema da pesquisa juntamente com sugestões para melhoria do ensino dos números complexos para os cursos de eletrônica.

2 TRAJETÓRIA PESSOAL

Iniciar um trabalho falando de si próprio, é sempre muito melindroso, pelo fato de se ter sempre o cuidado e a prudência para que não aflorem os pensamentos íntimos relacionados ao orgulho pessoal; mas que a realização de determinada tarefa seja resultado de um processo da vida real, em que ela ensina que cada um é apenas uma pequena parte do amplo e complexo processo de existência. A partir dessa visão, deve-se optar pela exposição ponderada, baseada em dados ou situações que, de alguma forma, possam ser compreendidas pelos interlocutores.

O autor desta dissertação é formado em Engenharia Elétrica pela atual Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) (1997), anteriormente denominada Universidade Federal da Paraíba (UFPB) Campus II, no Estado da Paraíba, onde se especializou na área de telecomunicações, desenvolvendo um trabalho de pesquisa, durante o estágio curricular integrado na Empresa Aplicações Eletrônicas Ltda. (APEL), no tópico de filtros ativos de 2ª ordem, do tipo Butterworth, implementados com amplificadores operacionais. Em seguida, após a conclusão do curso, voltou a residir no estado do Piauí, ocasião em que foi trabalhar na empresa Telecomunicações do Piauí S.A. (TELEPISA), onde teve a oportunidade de exercer alguns cargos de gestor técnico na área operacional nas cidades piauienses de Parnaíba e Teresina.

Antes de exercer a função do magistério, no período em que era funcionário na empresa citada anteriormente, conheceu e trabalhou com diversos tipos de sistemas de telecomunicações, desde aqueles utilizados para comutação, ou seja, para processamento das chamadas telefônicas, até aqueles aplicados às transmissões de sinais em curta e longa distâncias. Isto possibilitou o aprofundamento de conhecimentos, por meio de experiências práticas que consistiam na implantação e teste de diversos tipos de equipamentos, com o fim de ampliar a planta instalada no Piauí.

Entre as tarefas diárias na empresa, participou das equipes que deram início à digitalização dos subsistemas existentes nas cidades do sudoeste piauiense; entre elas, pode-se apontar Uruçuí, situada em uma região de cerrado e que hoje ocupa uma posição estratégica no Brasil por ser um município produtor de soja para exportação.

Em 1997, concorreu em um teste seletivo a uma das vagas para professor substituto de 1º e 2º graus do Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí (CEFET-PI), recentemente

denominado Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI¹) através da Lei nº 11.892/08 (BRASIL, 2008), tendo como resultado sua aprovação. Isto possibilitou o trabalho com as disciplinas na área de Eletrônica para os cursos técnicos em Eletrônica e Eletrotécnica.

Lecionava à noite, já que, durante o dia, permanecia na função de engenheiro da empresa anteriormente mencionada. Já em 1998, concorreu a uma vaga para professor efetivo do referido instituto, tendo sido novamente aprovado.

Em 1999, ingressou na empresa TIM de telefonia móvel, quando pode acompanhar o início da expansão desse sistema no Estado do Piauí. Exerceu até 2004 a referida função, concomitantemente com a de professor. Procurou trazer o conhecimento adquirido na empresa para a escola em algumas disciplinas, como por exemplo, Sistemas de Comunicação.

Desde o ano de 2004, tem-se dedicado somente à atividade de professor do IFPI, lecionando nos cursos técnicos durante os turnos da manhã e da noite. Porém, em função das recentes reformulações curriculares decorrentes da integração tecnológica, a eletrônica não está presente somente nos cursos técnicos em Eletrônica e Eletrotécnica. Daí surgiu a necessidade que os professores da área elétrica ministrassem aulas de Eletrônica para outros cursos, além dos anteriormente referidos. Como exemplo, podem ser citados aqueles de formação técnica em Mecânica e Refrigeração.

Na atividade de professor, com o propósito de colaborar com a melhoria do ensino no IFPI, tem visitado empresas, participado de atividades de laboratório, buscado o estímulo à participação dos alunos em sala de aula e, por fim, debatido coletivamente com os alunos os temas correlatos. Além disso, tem atuado em colaboração com os colegas professores, visando à construção de atividades que sirvam de base para a escola, em que estão envolvidos alunos e professores, em conjunto, no sentido de que estes grupos unidos possam trazer melhorias para a toda a comunidade.

Entre os diversos problemas enfrentados pelos cursos técnicos no IFPI, encontra-se a dificuldade de integração entre os professores de áreas de formação básica para os cursos. Por exemplo: os de Matemática e Física com os de Eletrônica. Portanto, existe na escola uma "distância" entre os professores; naturalmente isto traz muitos obstáculos, tendo como consequência prejuízo didático para os alunos, uma vez que os docentes, por estarem trabalhando de certa forma "isolados", não promovem, ou pelo menos, têm dificuldade de promover a difusão do conhecimento multidisciplinar.

¹Doravante utilizar-se-á a sigla IFPI para abreviatura de Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Dentre os aspectos positivos observados por esse professor, há o relato de ter sentido nos alunos destes cursos técnicos uma certa "sede" de conhecimento; talvez pelo fato de serem jovens, portanto, numa natural fase de descobertas. Ou, quem sabe, talvez por causa da própria metodologia aplicada atualmente, que não atende às expectativas dos estudantes. De todo modo, o que se pode afirmar é que são alunos exigentes com relação aos temas que a eles são apresentados.

Assim, para que o professor consiga estimular o interesse do corpo discente, tem de trazer para a sala de aula assuntos que representem uma aplicação prática daquele conhecimento, algo com sentido concreto, uma nova visão ou até mesmo uma inovação. Se assim não o fizer, terá de apelar para posturas mais autoritárias, ou para "recompensas" pelo fato dos seus espectadores não estarem atentos àquilo que não lhes desperta a curiosidade. Portanto, o autor desta dissertação tem buscado implantar algumas formas alternativas de trabalhar um conteúdo em sala de aula. Como por exemplo: a abordagem de um problema, antes de expor o assunto; a discussão do tema, ouvindo as opiniões e inferências dos alunos; a formação de equipes para leitura prévia do texto, entre outras opções viáveis para implementação.

Após oito anos de trabalho deste professor no ensino técnico-profissional na área de Eletrônica, foi possível ter uma percepção das deficiências no ensino da matemática aplicadas à Eletrônica. Principalmente no que se refere à contextualização desta disciplina, que serve de base para o citado curso. Como reforço a tal colocação, pode-se inserir o pensamento de Pereira (2006a, p.1) que afirma:

A falta de articulação existente entre Ensino Médio e Profissionalizante é uma realidade constatada no nosso dia-a-dia. O aluno não consegue entender a relação entre a Matemática ministrada no ensino médio e a aplicada no curso profissionalizante que ele faz e, por isso motivo, não percebe sua aplicabilidade. O ensino fica desconectado, desligado da realidade e acaba sendo uma atividade e áreas estanques.

Vê-se, portanto, que é um problema que atinge outras áreas do ensino técnico, já que a autora supracitada atua nos cursos agrotécnicos e também teve tal percepção.

Após o ingresso como professor no curso de mestrado em Educação Matemática, objetivou-se um trabalho que ajudasse a melhorar o entendimento de algum tema matemático relevante para a formação dos estudantes dessa seara. Deste modo, surgiu a ideia de trabalhar com números complexos, tendo em vista a importante aplicação desse assunto na atividade profissional dos técnicos em Eletrônica. Escolheram-se circuitos com corrente alternada,

estudados à luz da teoria dos números complexos, cujas razões para tal opção são a seguir expostas.

O presente trabalho baseia-se em um estudo de caso de uma turma do terceiro ano do curso técnico em Eletrônica do IFPI no ano de 2008, com a qual foram desenvolvidas 4 (quatro) atividades em sala de aula; cada uma com duração de aproximadamente uma hora e meia, versando sobre a aplicação dos números complexos nos circuitos de corrente alternada. As citadas atividades foram compostas sob a forma de problemas a serem resolvidos pelos alunos, a partir de um conteúdo teórico mínimo necessário a um entendimento suficiente, para que, com o auxílio de livros e apontamentos e a orientação do professor, os alunos pudessem resolvê-los.

Escolheram-se estes tipos de circuitos por se tratarem de um assunto fundamental para os estudantes da área supracitada; já que a maioria das aplicações que envolvem amplificadores, fontes de alimentação, linhas de transmissão de energia, bem como os circuitos eletrônicos que processam fenômenos da natureza, produzem ondas alternadas, entendidas como sendo aquelas em que a tensão, a corrente e potência oriundas da energia elétrica mudam de intensidade de acordo com a variação do tempo.

3 OS CONTEXTOS

3.1 A Educação Técnica Profissional no Brasil: do Brasil Imperial até os Dias Atuais

3.1.1 Do período imperial até a década de 1990

O ensino tecnológico no Brasil tem sua origem a partir do Brasil Imperial (1822 a 1888) em que cujos cursos tinham caráter assistencialista. Ou seja, visavam ao amparo de órfãos e outros desvalidos da sorte. A partir de 1809, por meio do Decreto de Príncipe Regente Dom João, foi criado o Colégio das Fábricas. Depois, em 1861 foi criado, por meio de Decreto Real, o Instituto Comercial do Rio de Janeiro.

Passados alguns anos, foram criados os Liceus de Artes e Ofícios de Rio de Janeiro (1858), Salvador (1872), Recife (1880), São Paulo (1882), Maceió (1884) e Ouro Preto (1886). Estas entidades também tinham características assistencialistas.

Durante a República Velha (de 1889 a 1929) é que se configura realmente a educação profissional no Brasil, que agora deixa de ter características meramente de amparo social para formar pessoal qualificado para o mercado de trabalho, ainda que direcionado apenas para os mais pobres. Porém, é a partir da Constituição de 1937 que pela primeira vez tratou-se das escolas vocacionais e pré-vocacionais como dever de Estado, com o fim de criar escolas de aprendizes, destinadas aos filhos dos operários e associados. Portanto, é na década de 1930 que com a queda da Bolsa de Nova York e a necessidade de substituição de produtos importados a indústria nacional se desenvolve e, portanto, vem a necessitar de mão-de-obra especializada.

Acrescentando-se à questão industrial, pode-se inserir o aspecto político com base em Santos (2008). Este autor lembra que, a partir da destituição do presidente Washington Luís, surgiu o movimento denominado Revolução de 1930, fundando um modelo de industrialização em larga escala, que veio a substituir o esquema de produção agroexportador que estava combalido em função da crise do capitalismo internacional ocorrida no final dos anos 1920.

A partir daí, com a determinação vocacional e pré-vocacional para encarar o ensino como dever de Estado, ter-se-ia favorecido a criação das Leis Orgânicas de Educação Nacional: do Ensino Secundário (1942), do Ensino Comercial (1943); do Ensino Primário, Normal e Agrícola (1946). Paralelamente, foram criados o Serviço Nacional de

Aprendizagem Industrial (SENAI) (1942) e o Serviço Nacional de Aprendizagem do Comércio (SENAC) (1946), visando à formação de profissionais para a indústria e o comércio.

Segundo levantamento feito por Lovatel (2007), na década de 1950 as Leis Federais nº 1.076/50 (BRASIL, 1950) e nº 1.821/53 (BRASIL, 1953) buscaram equiparar os cursos profissionalizantes aos de nível superior pela possibilidade de que os alunos que concluíssem os primeiros poderiam complementar seus estudos em cursos de formação superior apenas com a restrição de que deveriam prestar exames das disciplinas não cursadas em suas formações profissionais.

Mais tarde, em 1961, por meio da Lei nº 4.024/61 (BRASIL, 1961), houve a plena equivalência entre os cursos sem a necessidade de exames prévios, ocasião em que foram implantados também os Ginásios Orientados para o Trabalho e o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino.

Em 1971, a Lei Federal nº 5.692/71 (BRASIL, 1971), implantou a "profissionalização universal e compulsória para o ensino médio". Porém, sofreu duras críticas pelo fato de introduzir o ensino profissional em ambientes não apropriados para tal. De modo, com base em Lovatel (2007) pode-se resumir uma crítica por meio do Parecer nº 16/99 (MEC, 2009) do Conselho Nacional de Educação (CNE) - Câmara de Educação Básica (CEB) que se posiciona radicalmente contrário à universalização imposta pela referida Lei.

Em 1978, por meio da Lei nº 6.545/78 (BRASIL, 1978) foram instituídos os Centros Federais de Educação Tecnológica, cuja regulamentação só viera a ocorrer em 2004.

Acredita-se aqui que a educação técnico-profissional vem realmente adquirir características de cunho independente em relação à formação de nível médio com a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Lei nº 9.394/96) (BRASIL, 1996) bem como do Decreto Federal nº 2.208/97 (BRASIL, 1997), pois ambos criaram níveis para a educação compreendidos em fundamental, médio e superior. Na citada Lei, mais precisamente no capítulo III, consta a abordagem sobre a Educação Profissional nos artigos 39 a 42. O parágrafo único do artigo 39 da LDB define que **"o aluno matriculado ou egresso do ensino fundamental, médio e superior, bem como o trabalhador em geral, contará com a possibilidade de acesso à educação profissional"**.

O Decreto Federal nº 2.208/97 (BRASIL, 1997, p.1) regulamenta a educação profissional, que no Art. 3º, compreende os seguintes níveis:

- I - Básico: destinado á qualificação, requalificação e reprofissionalização de trabalhadores, independente de escolaridade prévia;
- II - Técnico: destinado a proporcionar habilitação profissional a alunos matriculados ou egressos do ensino médio, devendo ser ministrado na forma estabelecida por este Decreto;
- III - Tecnológico: correspondente a cursos de nível superior na área tecnológica, destinados a egressos do ensino médio e técnico.

Observa-se neste Decreto uma clara divisão do ensino profissional em categorias distintas, acredita-se que o poder legislador quis detalhar e estabelecer papéis para cada uma delas.

Em relação ao artigo 8º do citado Decreto, Martins (2000, p.59) tece o seguinte comentário:

Há que se destacar que o anacronismo do Decreto 2.208/97, por nós afirmado, não quer significar que a regulamentação do ensino profissional no Brasil ocorreu em desacordo com a lógica do capital internacional. Pelo contrário, essa regulamentação apresenta-se em profunda sintonia com a "nova ordem", tendo em vista que ela estabelece papéis diferentes às nações a saber: algumas poucas, as mais desenvolvidas, são as protagonistas e o restante, as empobrecidas, as figurantes.

O autor, quando adotou esta posição, o fez com base no fato de que o parágrafo 3º do citado artigo, que estabelece a possibilidade aos estudantes de poderem cursar os módulos em diferentes momentos e instituições, recebendo o respectivo diploma, assim que concluírem o último módulo e na mesma instituição cursada. No entanto, o prazo entre o primeiro e último módulo não pode exceder cinco anos. Este aspecto é considerado pelo citado autor como uma proposta anacrônica e não integradora, por fragmentar o ensino.

Em sua obra, Martins (2000) também chama a atenção para o fato de que o Decreto nº 2.208/97 estabelece uma divisão entre o saber e o fazer tendo, segundo esse autor, características não-cidadãs.

Segundo Bortoloto (2007), a Lei nº 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996 (BRASIL, 1996), foi concebida segundo uma política de "democracia burguesa" na medida em que impôs limites por ter barrado os trabalhadores de uma educação humanista. Porém, a autora pondera que embora não seja a escola técnica ideal, a que foi introduzida por esta lei, é aquela que é possível dentro dos limites de uma democracia burguesa.

Por outro lado, Carneiro (1998, p.16) afirma que:

Com o advento da Lei 9.394/96 renasce a esperança da superação cultural das ações educativas concorrentes, inaugurando-se um novo desenho de medidas de natureza inafastáveis, envolvendo gestão e financiamento da educação, reestruturação curricular, formação do professor, atualização dos conteúdos e inovação metodológica e por fim, encorpamento de sistemas de ensino dinamicamente articulados.

No *sitedo* Ministério da Educação (MEC) vê-se o posicionamento oficial em relação à supracitada lei. Entre os diversos argumentos elencando aspectos vantajosos, consta:

A nova redação dos artigos 37, 39, 41 e 42 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) propõe que a educação profissional integre-se aos diferentes níveis e modalidades de educação e às dimensões do trabalho, da ciência e da tecnologia. Os cursos poderão ser organizados por eixos tecnológicos; assim, possibilitam a construção de diversos itinerários formativos - um aperfeiçoamento do aluno na área escolhida. (MEC, 2009).

Acredita-se, aqui que a ideia governamental, com a regulamentação da LDB, através de uma dimensão integradora, foi possibilitar uma formação com um teor mais amplo ao aluno, uma vez que o órgão governamental cita a junção do trabalho com a ciência e a tecnologia, em eixos formativos.

3.1.2 Da década de 1990 até os dias atuais

A grande marca na educação brasileira, na década de 1990, foi, sem dúvida, a implantação da LDB/96 (BRASIL, 1996) com a sua respectiva regulamentação através do Decreto nº 2.208/97 (BRASIL, 1997), os quais já foram tratados anteriormente. Do que já fora exposto, a despeito de posições contrárias ou a favor -já citadas - da referida lei bem como do decreto, acredita-se que o processo de redemocratização ocorrido em 1985, posteriormente formalizado pela Constituição de 1988, e a globalização econômica são fatores que provocaram mudança de postura do poder central em relação ao ensino profissional. No que se refere à globalização econômica na educação profissional coloca-se aqui a posição de Deluiz (1997, p.1):

De fato, algumas das modificações do processo de produção e da organização do trabalho não teriam sido possíveis, nos países desenvolvidos, sem os efeitos produzidos pelos grandes sistemas de educação de massa. Estes vêm sendo repensados desde os anos 80, em países como a Inglaterra e a França que têm questionado seus sistemas de educação formal por serem inadequados ou estarem desvinculados dos grandes processos de mudanças socioeconômicas, assim como na Alemanha, que tem se indagado sobre a pertinência da sua formação profissional dual, tendo em vista o acelerado ritmo das mudanças na sociedade como um todo.

A citação acima mostra que se trata de uma questão mundial em que os países do mundo repensaram seus processos educativos. Acredita-se que estes desafios foram postos ao sistema educacional brasileiro num ambiente em que surgiram necessidades no mercado de trabalho dentro de uma nova realidade, como coloca novamente a autora (DELUIZ, 1997,p.2):

Não se trata mais, portanto, de uma qualificação formal/qualificação prescrita/qualificação do trabalhador para desenvolver tarefas relacionadas a um posto de trabalho, definida pela empresa para estabelecimento das grades salariais, ou pelos sistemas de formação para certificação ou diplomação, onde as tarefas estavam descritas, codificadas e podiam ser visualizadas, mas da qualificação real do trabalhador, compreendida como um conjunto de competências e habilidades, saberes e conhecimentos, que provêm de várias instâncias, tais como, da formação geral (conhecimento científico), da formação profissional (conhecimento técnico) e da experiência de trabalho e social (qualificações tácitas).

A autora na citação acima faz uma análise, mostrando que a educação profissional no mundo globalizado não deve se limitar apenas a uma educação específica para determinados postos de trabalho, mas deve estar voltada para um processo mais amplo, contemplando um campo mais vasto, primando por competências e habilidades com fim de unir os conhecimentos científicos e técnicos. Essa posição coincide com o objetivo deste trabalho, na medida em que se busca aqui um ensino contextualizado, unindo-se o conhecimento propedêutico ao específico da área escolhida pelo aluno.

Nos dias atuais, a educação profissional brasileira está cada vez mais se voltando para a questão da contextualização. Toma-se como base para tal afirmação o posicionamento de Di Santo (2007, p.1):

Se por um lado a escola de hoje tem dificuldade de acompanhar a velocidade deste tempo de mundialização da economia, da cultura, do trabalho, da vida, por outro, essa situação exige mais e melhor educação; necessariamente contextualizada, de qualidade, que instrumentalize o ser humano para o convívio em sociedade, para o mundo da cultura, do trabalho, dos meios de comunicação, da cidadania, dos desafios pessoais e coletivos.

A autora em seu posicionamento adota uma visão de que educação profissional na atualidade deve ser estabelecida em bases contextualizadas, com caráter integrador, possibilitando o convívio do ser humano em sociedade em diferentes ambientes e situações.

Como um marco atual na educação brasileira, no âmbito da rede federal de ensino, é importante registrar também aqui o trabalho governamental visando à integração das várias modalidades de ensino bem como à oferta de mais vagas. Assim, no recente ano de 2008, o

governo federal empreendeu ações que resultaram na junção de diversos cursos do ensino técnico, oferecendo mais vagas para o ingresso de alunos no ensino técnico-profissional, com a publicação recente da Lei nº 11.892/08 (BRASIL, 2008), que criou os Institutos Federais, dentre eles o Instituto Federal do Piauí, mais adiante tratado neste trabalho. Assim, de acordo com Colombo (2008, p.1):

Este novo modelo vai se chamar Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (Ifet) ou simplesmente Instituto Federal. É uma autarquia de regime especial de base educacional técnico-científica. É uma instituição que articula as educações superior, básica e profissional, pluricurricular e multicampi, especializada na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino.

Vê-se, portanto, tratar-se de uma estrutura diferenciada com caráter agregador na medida em que busca conciliar o ensino profissional em suas diversas modalidades e níveis de especialização do conhecimento.

Pereira (2008, p. 1) faz a seguinte afirmação a respeito da criação dos Institutos Federais:

A criação dos Institutos Federais responde à necessidade, num país como o nosso, da **institucionalização definitiva da Educação Profissional e Tecnológica como política pública**; isto significa à Rede Federal de Educação e Tecnológica o exercício de **maior função de Estado e menor ação de Governo**. Estado como instituto do que é permanente e Política Pública do que se estabelece no compromisso de pensar o todo enquanto aspecto que funda a igualdade na diversidade (social, econômica, geográfica, cultural, etc). E ainda, Política Pública como resultado de ações providas com recursos próprios (financeiros e humanos), que esteja articulada a outras políticas (de trabalho e renda, de desenvolvimento setorial, ambiental, social e mesmo educacional e outras) e que, portanto produza impactos sobre as mesmas.

O autor, que atualmente, ocupa o cargo de Diretor de Políticas da Secretaria de Educação Tecnológica (SETEC)/MEC, defende em seu artigo que a implantação dos institutos federais vem efetivar a política de educação ao ampliar a rede federal de educação tecnológica. Ressalta, ainda, o aspecto da tentativa de promover um maior equilíbrio social, na medida em que promove a igualdade na diversidade aliado à articulação de outras políticas públicas como, por exemplo, as de trabalho e renda.

Concorda-se com o autor, considerando-se que é um fator relevante a presença direta do Estado, com a Rede Federal de Educação, participando do processo educativo brasileiro em municípios carentes do país e gerando oportunidades para o jovem que encontra no ensino profissional uma forma de ingressar no mercado de trabalho, com a consequente afirmação de sua dignidade e cidadania.

Mais adiante, o mesmo autor (PEREIRA, 2008, p.3), em seu texto, faz um comentário sobre a questão do papel da Educação Profissional na formação humana, transcrito abaixo:

O que está em curso afirma uma concepção de **Educação Profissional e Tecnológica como potencializadora do indivíduo** no desenvolvimento de sua capacidade de gerar conhecimento a partir de uma prática interativa com a realidade em lugar de uma outra que toma a EPT apenas como modalidade instrumentalizadora do ser humano. Assim, a implantação dos IFET guarda estrito vínculo com o objetivo de desenvolvimento de uma educação profissional cidadã, comprometida com a construção de um país mais digno e ético, uma educação que alcance diferentes grupos e espaços sociais.

Observa-se que ele coloca a importância da Educação Profissional como fator desenvolvimento do indivíduo em seu potencial, além de elemento integrador de cidadania.

Julga-se que na forma em que foram concebidos os Institutos Federais de Educação, em uma estrutura que proporciona a autonomia administrativa e financeira a cada campus, estabeleceram-se as condições materiais para o desenvolvimento da Educação Tecnológica nos mais diversos recantos do Brasil, de uma forma dinâmica. Esse é um aspecto bastante vantajoso, se comparado aos CEFETs, em que toda a administração era centralizada.

Pondera-se, no entanto, que ainda não é possível fazer uma avaliação deste novo modelo de instituição multicampi, pois sua implantação ainda é muito recente. Porém, acredita-se que a proposta de integração trará de início uma troca de experiências proveitosa para alunos e professores.

3.2 A Matemática no Ensino Profissional

Neste tópico procura-se dimensionar a importância do ensino da matemática de forma contextualizada no ensino profissional. Assim concorda-se com Silva Filho (2008, p.14) quando referindo-se aos alunos de cursos técnicos afirma:

Assim como no ensino médio não profissionalizante alguns alunos chegam com dificuldades em Matemática, os estudantes que optam pelos cursos técnicos apresentam os mesmos problemas na aprendizagem desta disciplina. Porém, levando-se em conta que nos cursos técnicos profissionalizantes, além das disciplinas do currículo comum ao Ensino Médio, os alunos têm, em sua grade curricular, outras disciplinas que utilizam cálculos matemáticos e medições, percebe-se que as dificuldades se apresentam de forma mais abrangente.

Partindo-se do raciocínio do citado autor, acredita-se que existam situações semelhantes também no curso de Eletrônica do IFPI, pelo fato de, nesta instituição, os alunos

revelarem uma certa dificuldade em associar os conhecimentos adquiridos em matemática, fazendo com que exista a necessidade de "revisões" para que eles possam assim aproveitar melhor o tema específico a ser abordado. Portanto, espera-se que este trabalho possa contribuir para que os engenheiros que lecionam as disciplinas dos cursos técnicos o utilizem como fonte de pesquisa, buscando melhorar suas metodologias como aponta Silva Filho (2008, p.23):

Este é um desafio: transformar nossos engenheiros professores, tornando-os cada vez mais capacitados a solucionar problemas e obstáculos didáticos. Para melhor servir à sociedade, os engenheiros necessitam estar atentos para a sua formação continuada, compreendendo-se seres inacabados e transformando-se em alunos vitalícios, sobretudo nos aspectos pedagógicos que se configura como uma lacuna em sua formação para a docência.

Realmente aqui se concorda e se admite que o problema da educação nos cursos técnicos repousa em diversos fatores, dentre os quais o da formação dos professores que ministram as disciplinas, o que não é diferente no caso da Matemática.

Ressaltando a importância da Matemática para os estudantes de cursos profissionalizantes, Pereira (2006a, p.5) observa que:

A Matemática precisa ser compreendida na sua essência pelo aluno para que, na condição de cidadão, saiba agir com prudência e tomar decisões de relevância tanto na vida pessoal quanto profissional".

Logo em seguida, a citada autora (PEREIRA, 2006a, p.5) reforça:

Desejamos parâmetros que nos dêem um embasamento a uma contextualização do ensino da Matemática. Isso tornará muito mais interessante o estudo e a visão prática dos conteúdos ministrados.

A autora, portanto, alerta para a necessidade de que o ensino de Matemática seja trabalhado com o fim de despertar o interesse do aluno, visão com a qual se está de acordo, segundo ela, deve ser buscado por meio de parâmetros pertinentes a tal temática.

Questionando a ênfase no ensino baseado em conceitos, Trigo e Monteiro (2008, p.52) relatam:

A aprendizagem deve interligar a formação de conceitos, levar a rupturas e à superação de obstáculos para a elaboração do conhecimento, considerando que uma experiência cognitiva sempre incorpora um elemento novo em relação aos conhecimentos anteriores.

Apóia-se aqui no pensamento da citada autora, julgando-se que entre os objetivos da aprendizagem deva ser priorizada a formação de conceitos, por meio da superação de obstáculos que, no caso deste trabalho, supõe-se estarem sendo colocados nas atividades propostas.

Julga-se também que a Matemática do modo como é tradicionalmente ensinada, ou seja, com o uso de fórmulas e números sem nenhum significado real, além de não despertar o interesse do aluno, faz com que ele também não saiba usar essa poderosa ferramenta a seu favor. Assim, concorda-se com Chagas (2005, p.1):

Um dos fracassos no ensino da Matemática está tradicionalmente pautado em manipulações mecânicas de técnicas operatórias, resolução de exercícios, que são rapidamente esquecidos, assim como a memorização de fórmulas, tabuadas, regras e propriedades.

Novamente, Chagas (2005, p.2) chama a atenção para o aspecto evolutivo do problema, quando os alunos chegam ao ensino médio, conforme relata:

Ao chegarem ao ensino médio, dado o grau de complexidade dos conteúdos a serem ministrados e o tamanho do programa, fica difícil para o professor romper com o conteúdo tradicional e criar alternativas metodológicas para a sua prática docente, restando-lhe apenas reproduzir o conhecimento já elaborado e seguir religiosamente as instruções presentes nos livros didáticos.

Considera-se relevante o aspecto levantado na citação anterior, pois se presume ser um problema existente no IFPI; dado que é bastante difícil para o professor, com o curto tempo de que dispõe para cumprir a estrutura curricular dentro da carga horária exigida nos cursos técnicos, tentar metodologias alternativas com o intuito de melhorar a aprendizagem de Matemática.

Esse mesmo tipo de demanda pode ser visto em outras áreas como no caso de curso de navegação marítima. Para tal, pode-se colocar a afirmação de Mello (2000, p.8), comentando sobre a Matemática aplicada a essa área, à luz da LDB/96: "é possível que no exemplo mencionado, isso resulte em ensinar matemática necessária à navegação e não à química mineral".

A autora, na citação supracitada, está se referindo a uma situação hipotética em que coexistam duas escolas: uma de ensino médio e outra em ensino profissionalizante. Assim, segundo ela, a Matemática aplicada a esta última deve ser contextualizada para cursos voltados para a área litorânea. Ou seja, a pesquisadora está colocando que a LDB/96 contempla perfeitamente essa possibilidade.

Concorda-se com a visão da autora e salienta-se que deva ser esse o caminho seguido: buscar a interpretação da legislação de modo favorável ao desenvolvimento da Matemática nos cursos profissionalizantes, voltada para o fazer do aluno.

Outro aspecto a ser considerado na presença da Matemática nos cursos profissionais, refere-se ao fato de que o aluno, ao cursar essa disciplina no nível do ensino médio, o faz de forma fragmentada, como demonstram Rosa, Leite e Silva (2008, p.591):

Para que essas mudanças ocorram, é necessário que a proposta pedagógica e, conseqüentemente, o currículo da escola, conduza uma práxis educativa que contemple a realidade em todos os aspectos - fato que ainda não acontece na escola pesquisada e, vale ressaltar, na maioria das nossas escolas. Porque os educandos e educandas não podem arquitetar seus conhecimentos de forma integral, se ocorre fragmentação dos mesmos, a exemplo da dimensão ambiental, abordada nas disciplinas de Biologia, de Química e de Geografia, as quais trazem, em seus discursos, a relevância de se tratar da questão ambiental; enquanto disciplinas como Matemática e Física - apesar de enfatizarem a contextualização, a interdisciplinaridade, a necessidade de se desenvolver a criticidade e do educar para a vida, como demonstram os fragmentos textuais apresentados no Quadro I - não enfatizam a dimensão ambiental, como se o ambiente estivesse à parte no todo.

A autora refere-se a uma pesquisa realizada em um curso de preparação de educadores para a formação de profissionais na área ambiental, e observou que essa formação se dá de forma fragmentada, o que, portanto, não possibilita a integração da Matemática e outras disciplinas correlatas com a profissão em questão. Adota-se aqui a visão desta pesquisadora acreditando-se que este seja um problema a ser levado em conta desde a concepção do currículo escolar até o desenvolvimento de um determinado tema matemático.

Enxergando a formação de conceitos como elemento determinante do ensino de matemática em uma área profissional, tomando-se como exemplo o curso de Administração, adota-se aqui a opinião de Maggi (2001, p.3):

No curso de administração o desenvolvimento do conteúdo da disciplina matemática instrumental está relacionado ao desenvolvimento do conteúdo da disciplina economia. Este relacionamento ocorre em tópicos do conteúdo de cada uma das disciplinas, que são desenvolvidos concomitantemente pelos dois professores, sendo que cada um dá ênfase a um determinado tópico correspondente. Como exemplo deste relacionamento pode ser citado o conceito de custo marginal.

Mais uma vez, enxerga-se a fragmentação dos conceitos e a interdisciplinaridade como elementos presentes no ensino de Matemática em cursos direcionados a uma profissão.

Continuando o raciocínio a partir da citação anterior, o autor (MAGGI, 2001, p.3), afirma:

Este conceito, embora tenha o mesmo significado nas duas disciplinas, é apresentado de maneiras diferentes. Em economia é apresentado como a variação do custo resultante do acréscimo de uma unidade de produção, em matemática instrumental é apresentado como a inclinação de uma reta tangente à curva correspondente ao gráfico custo X quantidade.

Quando Maggi mostra o ensino da Matemática com a falta de integração entre conceitos, está colocando uma questão fundamental, pois o aluno estudando a matemática desta forma não consegue por si só associar esses conceitos e tampouco – acredita-se – despertar para a importância da Matemática em sua profissão.

De acordo com Ferruzi (2003, p.2):

(...) O que se almeja é a formação de profissionais capazes de formular e resolver problemas, modelar situações e analisar de forma crítica os resultados obtidos. Isto faz com que a Matemática extrapole seus próprios limites disciplinares, buscando realizar conexões com a realidade.

A autora nesse raciocínio está mostrando um argumento bastante convincente, com o qual se concorda. Assim, não se pode conceber a ideia de um profissional que não compreenda como utilizar a Matemática em sua profissão. Portanto, acredita-se, o objetivo maior a ser perseguido pelos sistemas educativos profissionais, no que se refere à Matemática, deve ser o de mostrá-la sempre contextualizada, aplicada ao fazer.

3.3 O Ensino dos Números Complexos

Neste item, pretende-se discutir a ideia de que o tema dos números complexos constitui um conteúdo que assume um importante papel no ensino médio e principalmente nos cursos de Eletrônica e Eletrotécnica e, a partir de observações na atividade cotidiana de professor, vê-se que não é de fácil compreensão pelos alunos.

Corroborando o que se disse, toma-se aqui a afirmação de Araújo (2006, p.15):

As indagações dos alunos durante as aulas expositivas e as dificuldades demonstradas quando o assunto a ser estudado era números complexos chamaram a nossa atenção. As dificuldades dos alunos para interagir com o conteúdo foram sendo observadas tanto no decorrer das aulas através de perguntas, quanto no desempenho nos trabalhos e na realização de provas, ou testes, nos quais o rendimento não era satisfatório.

Observa-se que a autora coloca essa questão como um problema manifestado em diversos momentos da aprendizagem, entre os quais: nas aulas, nos trabalhos e na realização

de provas. Entendeu-se que este fato é de tal importância que constituiu um forte motivo para o desenvolvimento deste trabalho.

Em seguida, no próprio trabalho de Araújo (2006, p.16) observa-se uma colocação importante qual seja:

No contexto atual, operam-se mudanças significativas no que se refere ao ensino de Matemática, as quais buscam considerar os múltiplos aspectos da formação e do desenvolvimento de conceitos na aprendizagem escolar. Essas preocupações, somadas às contribuições das propostas pedagógicas, são fatores que vêm influenciando novas formas de pensar o ensino.

Observa-se a importância dada pela autora ao aspecto da contextualização, no que se refere à aquisição de conceitos. Obviamente, isto depende da exploração de múltiplos aspectos da formação do aluno, contribuindo assim para novas formas de pensar o ensino. No caso do trabalho aqui proposto, consideram-se os conceitos anteriores adquiridos pelos alunos, relativos aos circuitos elétricos, por meio das leis que os regem, de forma a se poder utilizar os números complexos como um meio para solução das atividades propostas.

No trabalho de Ferreira (2006, p.8) encontram-se as seguintes observações feitas por essa pesquisadora em relação aos seus alunos:

Em nossas aulas de números complexos, eram comuns perguntas como: "Existe raiz quadrada de números negativos?"; "Onde vamos utilizar os números complexos?"; Por que a raiz quadrada de -1 é igual a i ? Onde vamos utilizar esse i ? Podemos multiplicar e dividir números complexos?"; Por que os números complexos são chamados de imaginários?".

Na citação anterior, observa-se que existe uma inquietação dos alunos no sentido de tentar entender como se opera com os números complexos e em que se aplicam. Acredita-se que essas questões ocupam as mentes dos estudantes de ensino técnico no IFPI; principalmente aqueles que lá estão com o objetivo de exercer uma profissão. Este tipo de aluno, de acordo com o que se tem observado no dia-a-dia, é bastante curioso e em diversas ocasiões pretende saber onde se aplica o conhecimento obtido no curso que escolheu.

Em Santos (2008, p.14) encontra-se a seguinte afirmativa:

(...) No entanto, temos observado em nossas atuações, enquanto professores de matemática que, independente da maneira como o referido conteúdo é inserido nas escolas, é comum encontrarmos alunos sem alguma noção clara do que é um número complexo, bem como sua utilidade no sentido de servir, por exemplo, para achar soluções reais de uma infinidade de problemas.

O pesquisador mostrou-se preocupado com o problema da falta de atividades que mostrem a aplicação dos números complexos. Na visão desse autor, um ensino voltado para a formação de conceitos, com as respectivas aplicações, faria com que o aluno se motivasse para aprender mais sobre esse tema. Confirmando o que se disse, lendo o trabalho do citado autor (SANTOS, 2008, p.15), encontra-se outra afirmativa que confirma essa questão:

Ao longo de nossa atuação enquanto professores, também detectamos que grande parte dos alunos estuda esse conteúdo simplesmente porque faz parte do currículo do ensino médio, mas não têm motivação para estudá-lo, uma vez que absorvem o conteúdo como lhes é apresentado, isto é destituído de significação ou apenas como um conjunto de regras que se aplicam para se chegar a uma resposta.

Partindo da afirmativa do autor, acredita-se que a falta de aplicações envolvendo os números complexos, talvez seja o maior motivo para o desinteresse dos alunos por esse conteúdo.

Silva (2005, p. 11), em uma pesquisa realizada na Universidade do Minho em Portugal, desenvolveu seu trabalho focando o aspecto histórico dos números complexos e refere-se à importância das aplicações com os números complexos, questionando:

Quanto aos alunos que freqüentam a Matemática A, estes gostarão de saber que os números complexos são importantes ferramentas nas áreas das ciências e da engenharia: são importantes quando se estuda sistemas com oscilações sinusoidais; também nas funções trigonométricas os números complexos têm importância, pelo uso da exponencial complexa, que facilita a derivação, como por exemplo, na teoria electromagnética onde esta técnica é usada nos cálculos envolvendo ondas magnéticas; Nos circuitos eléctricos, na mecânica quântica, na análise complexa, nas transformadas de Laplace e de Fourier e em muitas aplicações da engenharia, precisamos dos números complexos.

A autora coloca, portanto, a importância dos números complexos em diversos temas, dentre eles, os circuitos eléctricos. Este aspecto é um paralelo importante para justificar, em parte, o foco do presente trabalho que está orientado para os circuitos eléctricos em corrente alternada. Ainda consultando Silva (2005, p.103), encontra-se a seguinte afirmação:

Tais opções, por parte dos autores dos diferentes manuais, poderão contribuir para a ideia de que os números complexos são uma invenção humana, e que não existem na realidade. O aluno poderá vir a saber manipular estes números, pode representá-los e até mesmo os aceitar, mas tenho dúvidas que nas condições do actual ensino - tal como vemos preconizado pelos manuais analisados - venha algum dia a desempenhar estas "tarefas" desafios com a consciência da sua real existência.

No caso, a pesquisadora refere-se ao fato de que como os manuais didáticos não tratam da origem dos números complexos, o aluno pode vir a deduzir que este conjunto, na realidade, não existe. Realmente, acredita-se que a próprio termo "imaginário" para um dos componentes de um número complexo pode perfeitamente causar essa impressão.

No trabalho de Rosa (1998, p.36) também voltado para o tema dos números complexos, numa abordagem histórica, consta a seguinte afirmação:

Para Guy Brousseau, o professor deve construir situações-problema nas quais o conhecimento matemática seja recontextualizado e repersonalizado em vista de se tornar um conhecimento do aluno, quer dizer, uma resposta mais natural às condições particulares, condições indispensáveis para que esse conhecimento tenha um sentido.

Concorda-se aqui inteiramente com esse pensamento, uma vez que o ensino dos números complexos – como qualquer outro conhecimento matemático, em uma visão moderna – deve ser contextualizado. Acrescenta-se ainda, que no ambiente de um curso profissionalizante, este ensino deve ser proposto de uma forma que se dê uma visão de algumas situações-problema para que o aluno, tentando resolvê-las, possa perceber a necessidade de operações com esse conjunto numérico em temas relacionados à sua profissão; além de adquirir as necessárias habilidades para as diversas manipulações algébricas envolvidas.

Justifica-se aqui esta proposta em função das necessidades que os alunos, em especial dos cursos técnicos, têm de utilizar o que aprenderam em sala de aula em suas vidas práticas.

4 O AMBIENTE: O INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ

A história do atual Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí começou em 1909, como Escola de Aprendizes Artífices, localizada em Teresina e instalando-se inicialmente no bairro Pirajá, na zona norte da capital piauiense. Depois, em 1934, houve a transferência da instituição para um prédio situado na Praça Pedro II, no centro de Teresina, ocasião em que foi denominado de Liceu Industrial do Piauí.

Em 1942, teve seu nome novamente alterado para Escola Industrial de Teresina embora já tivesse sido construída sua sede definitiva em 1938, a qual se encontra situada na Praça da Liberdade, na parte central da área urbana.

Em 1966, passou a ser denominada Escola Industrial Federal. Já em 1967 passou a Escola Técnica Federal. Em seguida, com a Lei nº 8.948/94 (BRASIL, 1994), no ano de 1994, passou a se chamar Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí.

No final do ano de 2008, o IFPI implantado através da Lei nº 11.892/08 (BRASIL, 2008) de 29/12/2008, foi elevado à categoria de instituição de nível superior, com estrutura multicampi e caráter multidisciplinar no que se refere aos diferentes tipos e modalidades de cursos ofertados, abrangendo desde o ensino básico até a pós-graduação.

Com prédios de ensino nos municípios-pólo piauienses, o IFPI, é uma mola importante para o desenvolvimento educacional do Estado, pois trata-se de um estabelecimento de ensino público, representando uma alternativa importante para a população carente, no sentido de proporcionar acesso ao ensino nos segmentos que envolvem a população jovem e adulta, abrangendo tanto a formação curricular tradicional, quanto a profissional. Esta instituição está inserida em um contexto cujas finalidades e características estão compreendidas no artigo 6º, V, da supracitada lei:

Art. 6º - Os Institutos Federais têm por finalidades e características:

V - constituir-se em centro de excelência na oferta do ensino de ciências, em geral, e de ciências aplicadas, em particular, estimulando o desenvolvimento de espírito crítico, voltado à investigação empírica. (BRASIL, 2008, p.4).

Tomando-se como base o referido inciso, observa-se que nele consta a ideia de que a pessoa formada nos citados institutos deve ser estimulada a ter um espírito crítico voltado para a investigação empírica. Acredita-se que este deve ser o caminho perseguido por

instituições que buscam uma educação que coloque o aluno em primeiro plano, como sujeito ativo e não como um mero espectador. Portanto, o trabalho aqui exposto vem ao encontro do objetivo legal, que é um ensino voltado para a construção de um saber que situe o estudante em condições que o façam refletir, pensar e tentar descobrir.

No âmbito dos cursos técnicos e superiores, o IFPI oferece cursos em diversas modalidades distribuídos em seus campi, conforme mostra os quadros seguintes:

CURSOS TÉCNICOS INTEGRADOS	Teresina Central	Teresina Zona Sul	Florianópolis	Picos	Parnaíba
Administração	X	-	-	X	-
Contabilidade	X	-	-	-	-
Cozinha		X			
Desenvolvimento de Software	X	-	X	-	X
Edificações	-	X	-	X	X
Eletrônica	X	-	-	-	-
Eletrotécnica	X	-	-	X	X
Informática	-	-	X	-	-
Mecânica	X	-	-	-	-
Saneamento	-	X	-	-	-
Vestuário	-	X	-	-	-
Quantidade por Campus	6	4	2	3	3
EJA – EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS					
PROEJA – Administração	-	-	-	X	-
PROEJA – Edificações	X	-	-	-	-
PROEJA – Cozinha	-	X	-	-	-
PROEJA – Eletromecânica	-	-	X	-	-
PROEJA – Informática	X	-	X	X	X
Quantidade por Campus	2	1	2	2	1

Figura 1 – Relação dos Cursos Técnicos Integrados Ofertados pelo IFPI e sua Respectiva Localização.

Fonte: Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional do IFPI, 2009.

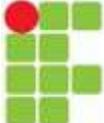
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA PIAÚI		Nossos Cursos:			
Cursos SUPERIORES	Teresina Central	Teresina Zona Sul	Floriano	Picos	Parnaíba
Licenciatura em Biologia	X	-	X	-	-
Licenciatura em Física	X	-	-	X	X
Licenciatura em Química	X	-	-	X	X
Licenciatura em Matemática	X	-	X	-	-
Engenharia Mecânica	X	-	-	-	-
Tecnólogo em Alimentos	X	-	-	-	-
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistema	X	-	-	-	-
Tecnologia em Geoprocessamento	X	-			
Tecnologia em Gestão Ambiental	X	-			
Tecnologia em Gestão de Recursos Humanos	X	-			
Tecnólogo em Radiologia	X	-			
Tecnólogo em Secretariado	X	-			
Tecnólogo em Sistemas de Informação	X	-	X		
Quantidade por Campus	13	0	3	2	2

Figura 2 – Relação dos Cursos Superiores Ofertados pelo IFPI e sua Respectiva Localização
Fonte: Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional do IFPI, 2009.

 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA PIAÚI					
PÓS-GRADUAÇÃO – <i>Lato sensu</i>	Teresina Central	Teresina Zona Sul	Floriano	Picos	Parnaíba
Especialização em Bancos de Dados	X	-	-	-	-
Especialização em Biologia Parasitária	X				-
Especialização em Controle de Qualidade de Alimentos	X				
Especialização em Educação Profissional e Tecnológica	X				
Especialização em Ensino de Ciências	X				
Especialização em Geoprocessamento: fundamentos e aplicações	X				
Especialização em Gerenciamento de Recursos Ambientais	X				
Especialização em Gestão Ambiental e Urbana					X
Especialização em Gestão de Pessoas	X				
Especialização em Gestão Hospitalar	X				
Especialização em Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS	X				
Especialização em PROEJA	X				
Quantidade por Campus	11	0	0	0	1

Figura 3 – Relação dos Cursos de Pós-Graduação *Lato sensu* Ofertados pelo IFPI e sua Respectiva Localização
Fonte: Pró-Reitoria de Pós-Graduação do IFPI, 2009.



EAD – EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA:

Técnico Concomitante / Subseqüente
Administração
<ul style="list-style-type: none"> • Alegrete do Piauí • Monsenhor Gil
Técnico Concomitante / Subseqüente
Administração e Informática
<ul style="list-style-type: none"> • Batalha • Valença

Figura 4 - Relação dos Cursos de Educação à Distância Ofertados pelo IFPI e sua Respectiva Localização

Fonte: Pró-Reitoria de Extensão do IFPI, 2009.

5 A ESCOLHA DO TRABALHO

A opção pelo tema dos números complexos associados aos circuitos de corrente alternada surgiu após uma reflexão baseada na experiência de trabalho no IFPI como professor da disciplina de Análise de Circuitos. Assim, ao longo do tempo, o autor desta dissertação vinha percebendo uma dificuldade dos alunos de eletrônica na resolução de problemas envolvendo os circuitos de corrente alternada, especialmente nas operações com números complexos através da notação fasorial.

Acreditou-se, a princípio, que esse obstáculo de aprendizagem estava associado ao fato de não ser abordada a citada notação no ensino dos números complexos na disciplina de matemática no ensino médio. Além, disso julgava-se que da forma como era apresentado esse conjunto numérico não se faziam aplicações práticas voltadas para circuitos elétricos ou que talvez elas não despertaram o interesse dos alunos para o tema dos números complexos.

Neste aspecto, D'Ambrósio (2002, p.1) suscita a questão do interesse do aluno pela matemática, afirmando:

Curiosamente, parece haver uma rejeição a uma análise da natureza do que se está ensinando. É provável, e assim creio, que o desacerto esteja não com o professor ou com o aluno, mas sim com o conteúdo que se pretende ensinar. A matemática que vem dominando os programas é, em grande parte, desinteressante, obsoleta e inútil para as gerações atuais.

Concorda-se com o pensamento do pesquisador, e acredita-se que deve ser esse o grande problema da rejeição dos alunos pela matemática: os conteúdos que não desperta o interesse do alunado.

Outro elemento motivador para a escolha do trabalho, baseou-se na edição de 2004, do Indicador de Alfabetismo Funcional (INAF), o mais recente resultado deste indicador focado nas habilidades matemáticas. Ele mostra que apenas 23% da população jovem e adulta é capaz de adotar e controlar uma estratégia na resolução de um problema que envolva a execução de uma série de operações.

Com base nas razões expostas e após algum tempo de reflexão, surgiu um indagação inicial relacionada à questão das habilidades dos alunos do curso de Eletrônica para resolverem problemas de matemática inerentes à profissão que escolheram, por meio de um trabalho desenvolvido no próprio ambiente da sala de aula. Nesse momento, pensou-se em

algo voltado para o fazer do aluno, buscando despertar nele a importância da matemática em sua profissão e, portanto, imaginando-se que assim ela passaria a valorizá-la e em consequência desse interesse e dedicar-se a ela com maior afinco.

Segundo Araújo (2006, p.16):

No contexto atual, operam-se mudanças significativas no que se refere ao ensino da Matemática, as quais buscam considerar os múltiplos aspectos da formação e do desenvolvimento de conceitos na aprendizagem escolar. Essas preocupações, somadas às contribuições das propostas pedagógicas, são fatores que vêm influenciando novas formas de pensar o ensino.

Vê-se, portanto, uma preocupação expressa com relação à mudança necessária no ensino da matemática, de forma que se preze pelo todo, objetivando atingir a conformidade entre o que se ministra ao aluno e o que realmente é necessário à sua formação. Deduz-se, então, que a interdisciplinaridade, a contextualização e outros fatores associados, compõem um conjunto indissociável e complexo que está no foco das atuais tendências de mudanças pedagógicas.

Confirmando a visão proposta no parágrafo anterior, Lovatel (2007, p.48, grifo nosso) afirma que "**as atividades aplicadas em sala de aula relacionadas à Eletrônica proporcionam ao aluno a oportunidade de perceber a aplicação dos conceitos matemáticos estudados** na sua área de interesse".

Segundo Chagas (2005, p.242):

Muitas pesquisas têm mostrado que o ensino como um todo, e, especialmente, da matemática, deve ser um processo compartilhado, logo depende profundamente do conhecimento do aluno sobre a importância do assunto que está em discussão, ou seja, de sua capacidade de atender as suas necessidades e expectativas e de lhe abrir alternativas para a melhoria de sua qualidade de vida.

Concorda-se com Chagas, uma vez que a proposta do trabalho que aqui se estabelece vem trazer como estratégia central a compreensão da importância da teoria dos números complexos nos circuitos de corrente alternada. Acredita-se que esta percepção possa ser formada através de atividades propostas em sala de aula. A partir dessas aulas, supõe-se que os alunos passem a valorizar essa teoria, entendendo que ela tem grande valia para a área profissional que escolheram.

Sob outro aspecto, há o problema da carência de trabalhos científicos que mostrem aplicações práticas dos números complexos.

Marcatto (1998, p. 172), ratifica tal posição, quando afirma que "Autores, historiadores ou não, do ensino médio ou superior, afirmam a importância de se ensinar números complexos, falam de suas aplicações na Física e na Engenharia, por exemplo, mas não dizem quais e nem como são feitas estas aplicações".

Apesar de a asserção anterior ter sido escrita há mais de dez anos, o panorama atual encontra-se de forma semelhante. Ou seja, são raros os trabalhos científicos em Educação Matemática voltados para a utilização prática dos números complexos. Não se sabe a que se deve tal desinteresse da comunidade acadêmica, já que, como foi dito por Marcatto, os autores concordam sobre a importância desse conjunto numérico para a formação no ensino médio e superior.

Diante deste panorama, julga-se importante o presente trabalho no sentido de que algumas das aplicações nele contidas não constam em pesquisas anteriores na área de Educação Matemática. Acredita-se que isto se deva ao fato de que ainda existe uma "barreira" que separa os matemáticos dos engenheiros, e de outros profissionais que utilizam a Matemática em suas respectivas áreas. Por outro aspecto, há carência de ações no IFPI, que resultem em um trabalho orientado às necessidades dos alunos, mormente sobre os números complexos, que é um tema matemático com um amplo leque de aplicações práticas, principalmente no curso técnico de Eletrônica, que é o objeto central desta dissertação.

Julga-se, assim, que este trabalho vem contribuir para um maior conhecimento acerca da necessidade de se contextualizar o ensino da matemática, em relação ao tema em questão, de maneira que se possa tornar mais claro para o aluno o importante papel da Matemática em sua área profissional. Para tanto, buscou-se trabalhar de uma forma que o aluno fosse "desafiado" quando lhe fossem apresentados problemas para que ele resolvesse. Seguindo esse pensamento, concorda-se com Groenwald e Silva (2001, p. 3;) quando, tratando do ensino de Matemática, num enfoque construtivista, afirmam:

Neste enfoque o professor é um facilitador da aprendizagem colocando o aluno frente a situações novas, num contexto problematizador, onde o mesmo terá que agir com a situação problema. Implica o ensinar e o aprender buscando compreender os conceitos e reconstruindo os algoritmos.

A citação acima mostra que na aplicação de atividades em sala de aula como foi proposto neste trabalho, o professor é um agente que tem desempenha um papel importante no sentido de ajudar o aluno a resolver os problemas com um papel de facilitador. Portanto, o professor não vai "ensinar" a resolver problemas.

O trabalho de Lovatel (2007), que muito se assemelha a este, por ter sido desenvolvido como uma proposta para o ensino técnico, aborda o tema dos números complexos, entre outros temas da matemática, no nível do ensino médio, por meio de atividades realizadas em sala de aula. Ela mostra que o professor deve realizar as atividades de forma tranquila, permitindo que os alunos interajam entre si e com o próprio professor, como forma de viabilizar o trabalho. Portanto, com esta pesquisa pretendeu-se fazer com que o aluno se sentisse mais motivado a estudar os números complexos em função da própria contextualização do tema em comento.

O que se buscou neste trabalho foi tornar concreta para os alunos uma teoria pouco contextualizada no Ensino da Matemática, apesar de serem os números complexos uma ferramenta de muita importância na análise de circuitos de corrente alternada. Estes últimos têm uma presença significativa nos cursos de Eletrotécnica e Eletrônica; já que a própria geração de energia elétrica se dá por meio de tensões e correntes variantes no tempo, na forma de senóides que se relacionam com os números complexos.

É importante salientar também que alguns componentes dos circuitos, como os capacitores e indutores, por exemplo, têm um comportamento peculiar em relação à frequência do sinal que por eles passa. Este comportamento é explicado por meio da teoria dos números complexos. Entenda-se aqui o termo sinal, como uma função matemática em que a variável independente é representada pelo tempo e a variável dependente pode ser, entre outras, a tensão, a corrente ou a potência.

Acredita-se que as atividades voltadas para a solução de problemas fazem o aluno enxergar a Matemática de um modo mais útil. No caso em questão, a Matemática encontra-se integrada ao curso técnico de Eletrônica, portanto, num contexto específico. Justifica-se este ponto de vista por meio do trabalho de Rosa (1998) cuja diretriz se estende a um estudo histórico dos números complexos na forma também de atividades aplicadas em sala de aula.

Assim, ao comentar os resultados de sua pesquisa, afirma o citado pesquisador que "estes resultados vêm ao encontro do que propomos, ou seja, uma abordagem dos números complexos com atividades que façam com que os alunos se defrontem com esses números, como os matemáticos o fizeram conforme a História" (ROSA, 1998, p. 25).

Dado o fato de que números complexos servem como ferramenta para explicar o comportamento dos circuitos de corrente alternada, acredita-se que o estudo contextualizado deste tema traz uma melhor compreensão da utilização dos números

complexos, pelo fato de se proporcionar ideias concretas em diferentes situações em que é necessário o uso de conceitos matemáticos, já que eles provêm um significado para a simbologia adotada.

5.1 O Problema da Investigação

Depois de um tempo de amadurecimento sobre a proposta de um trabalho envolvendo a matemática no contexto dos curós em Eletrônica e Eletrotécnica, fez-se a seguinte pergunta: **um trabalho de pesquisa voltado para atividades contextualizadas com problemas envolvendo os circuitos de corrente alternada, a serem resolvidos pelos alunos de Eletrônica do IFPI, aplicadas em sala de aula, despertaria um maior interesse deles em relação á importância dos números complexos na análise destes circuitos?**

A resposta desta pergunta não é simples, uma vez que inclui aspectos subjetivos. No entanto, como será tratado mais adiante, o desempenho dos alunos na execução das atividades, os dados coletados em entrevistas com os estudantes, cruzados com aqueles colhidos nas entrevistas dos professores e os relacionados ao perfil médio dos alunos e ao currículo da disciplina de Matemática no IFPI, mostram uma resposta positiva à pergunta.

Esses resultados indicam que há a necessidade de novas atitudes da instituição em relação ao ensino e às práticas interdisciplinares no tema dos números complexos para os cursos de Eletrônica, com o fim de melhorar o entendimento, a percepção e a motivação dos estudantes em relação a esse tema. Isto foi presenciado na sala de aula, percebendo-se uma clara satisfação deles quando participaram da aula de forma ativa, utilizando os números complexos aplicados a um conteúdo que lhes interessava.

Entende-se também que é função do professor promover esta participação mais efetiva de seus interlocutores. Como afirma Marcatto (1998, p.79):

Ao ensinar números complexos pretendo que os alunos aprendam construindo. Junto com o professor, a teoria dos números complexos com suas definições, propriedades e aplicações. Essa construção deverá ser feita com compreensão e significado. L: uma forma de ensino-aprendizagem de números complexos com compreensão e significado estará apoiada num ensino de números através da resolução de problemas visando suas aplicações ao mundo real.

Entre outros aspectos, destaca-se aqui a importância dada pela pesquisadora à compreensão com significado relacionada ao mundo real, portanto a um contexto.

Apoiando-se nesta afirmativa, acredita-se que é de extrema importância a aplicação prática daquilo que se aprende. Nem sempre isso é simples ou pode ser viabilizado. Porém, no caso em tela, com relação aos números complexos, na área de Eletrônica, há uma gama de aplicações para esse conjunto numérico.

No IFPI, não há um trabalho de cooperação entre as áreas de Eletrônica e Matemática que vise à contextualização de conceitos aplicados às disciplinas profissionalizantes. Acredita-se que isto se deva fundamentalmente à própria ausência de atitudes da instituição voltadas para um currículo que promova a **Interdisciplinaridade** e a **Transdisciplinaridade**, que são temas tratados a seguir.

5.2 A Interdisciplinaridade

O termo Interdisciplinaridade tem um amplo campo de significação na medida em que pode ser dividido em vários níveis e diferentes visões por vários autores dentro do campo filosófico. Para ilustrar um pouco dessa polêmica, apresenta-se o pensamento de Freitas e Neuenfeldt (2005, p.1):

Muito se tem falado em interdisciplinaridade. Esta palavra passa a fazer parte de muitos documentos oficiais, como o caso dos PCNs, sem que se esclareça suficientemente o que se entende ou pretende com seu uso. Parece, algumas vezes, que a interdisciplinaridade poderá resolver todos os problemas da educação, como em outros tempos ocorreu com outros termos ou expressões, como o construtivismo, ou a educação libertadora, com a educação popular, etc. Ou seja, a apropriação da terminologia técnica se dá sem o cuidado ou aprofundamento necessários, levando muitas vezes a um esvaziamento do significado do termo em questão.

O autor, na citação acima, levanta a preocupação com a questão do conceito de interdisciplinaridade no que diz respeito à forma abrangente que se atribui ao termo, não se tendo a devida profundidade alcançada pelo termo. No entanto, acredita-se, que a interdisciplinaridade deve ser entendida como um processo em contínuo desenvolvimento.

Numa perspectiva mais simples para compreensão, pode-se encontrar um conceito em Zabala (2002, p.32):

A interdisciplinaridade é a interação de duas ou mais disciplinas. Essas interações podem implicar transferências de leis de uma disciplina a outra, originando, em alguns casos, um novo corpo disciplinar, como por exemplo, a bioquímica ou a psicolinguística. Podemos encontrar essa concepção nas áreas de ciências sociais e experimentais no ensino médio e na área de conhecimento do meio do ensino fundamental.

A interdisciplinaridade em Educação Matemática pode ser entendida como o fato da Matemática ser utilizada como um instrumento para a compreensão de diversos outros temas abordados em outras disciplinas, como tratam David e Tomaz (2008, p.16) quando afirmam: "A interdisciplinaridade poderia ser usada quando os conhecimentos de várias disciplinas são utilizados para resolver um problema ou compreender um fenômeno sob determinados pontos de vista".

Os autores aqui relatam sobre a utilidade da interdisciplinaridade na solução dos problemas ou mesmo na compreensão de determinados fenômenos. Esta última afirmação é uma das propostas deste trabalho; ou seja, o que se pretende aqui é mostrar que um determinado tema da matemática, no caso presente os números complexos, quando inserido noutro assunto relativo a uma prática profissional ou cotidiana, acredita-se, mostra o conhecimento de forma integrada. Isto, entre outras vantagens, vem também proporcionar, um maior preparo para o mercado de trabalho, como assinalam Matos e Bonatto (2008, p.67):

No entanto, não há como desconsiderar a pressão exercida pelo mercado de trabalho e, principalmente, da sociedade contemporânea que, por meio de seus cidadãos, despertou para este momento histórico que requer o conhecimento no seu sentido ampliado, não tão-somente o conhecimento escolar como atualização dos fatos, as informações, apreenderem o significado das coisas ao seu redor. De modo geral, há uma exigência e uma interdependência entre dados, informações, conhecimento, inteligência.

Outro ponto também importante a ser ressaltado com relação à interdisciplinaridade é a formação crítica do cidadão, quando este utiliza a matemática como um instrumento de análise da realidade que o cerca. Para tal atividade, é necessária uma formação integral do indivíduo, a reunião de conhecimentos culturais, educacionais e políticos, formando pessoas conscientes e capazes de questionar o meio social em que vivem. Este ponto de vista é defendido por aqueles pensadores que pertencem à escola pedagógica crítica, como é o caso de Mora (2005, p.32) que faz a seguinte observação:

En este sentido, la pedagogia crítica pretende superar la separación, fanrentada por los grupos de poder dominantes, entre educación y política. Por tanto, los procesos formativos y educativos deben brindar a las personas siempre de acuerdo con los resultados de las reflexiones surgidos con el producto de la relación dialéctica entre teoría y práctica, un poder argumentativo y político, el cual se constituiría en la plataforma necesaria para iniciar y mantener las luchas colectivas, y de esta manera fortalecer las instituciones verdaderamente democráticas.

Segundo a visão da pedagogia crítica acima defendida pelo pesquisador, existem interesses de grupos dominantes que estimulam a separação entre educação, cultura e política. Isto, pode-se deduzir, traz um prejuízo para o processo educacional, pois na verdade a formação do cidadão deve primar pela reflexão por meio de uma relação dialética entre teoria e a prática. Neste aspecto, a interdisciplinaridade funciona como um expediente adequado para o intercâmbio de conhecimentos, pelo fato de que favorece à reflexão, na medida em que são formados vários elos entre áreas distintas num processo educacional integrador.

Na mesma linha de pensamento, Mora (2005, p.40) critica a forma de ensino tradicional afirmando:

Em La actualidad no es importante La comprensión, ho hace falta profundizar, ne es pertinente La formación y La educación integral de las personas, puesto que el los convierteen seres extraños, dominantes, argumentativos y peligros para La continuación de La estabilidad socioeconómica burguesa; inclusive, separados Del común denominador donde se encuentran todos los mortales posmodernos. Comunicarse y argumentar adecuada y corretamente es estar fuera da de lãs reglas establecidas por la trivialidad de La sociedad consumista.

Pelo que o autor coloca, a estrutura da sociedade consumista não permite a formação integral das pessoas. Entende-se aqui que o conhecimento é mostrado de forma fragmentada, desconectado da realidade, atendendo aos interesses das classes dominantes. Concorda-se com este pensamento, uma vez que a matemática, por exemplo, quando apresentada em uma situação contextual, envolvendo outras áreas do conhecimento, portanto, em uma perspectiva interdisciplinar, provoca a reflexão e o pensar crítico, levantando muitas vezes questionamentos em relação ao sistema político-administrativo.

Essa posição é defendida por Borba e Skovsmose (2001, p.127) ao tratar da importância dos resultados estatísticos nos debates sociais: "Dessa forma, a matemática é usada para dar suporte ao debate político. Mas não apenas isso. Ela se torna parte da linguagem com a qual sugestões políticas, tecnológicas e administrativas são apresentadas."

Os autores ressaltam a importância de dados numéricos tratados estatisticamente na defesa de argumentos próprios do debate político, destacando a Matemática como uma linguagem, portanto, com uma estrutura discursiva, que é capaz de defender posições no campo político, tecnológico e administrativo, ou seja, na prática, o exercício pleno da cidadania. A propósito, Lavaqui e Batista (2003, p.1), afirmam:

O Ensino Médio tem sido alvo de constantes discussões na atualidade pois, dentre outros motivos, a presença dos recursos científicos e tecnológicos tem gerado necessidades complementares e diferentes em relação ao ensino propedêutico geralmente praticado. A complexidade dessas questões vem promovendo debates em torno de uma Educação Científica que prepare os educandos para o exercício da cidadania, remetendo-nos a uma reflexão em relação à adoção de práticas interdisciplinares no Ensino de Ciências e de Matemática como uma das possibilidades para a sua melhoria.

Fica claro no texto acima, que há uma preocupação com a questão da evolução científica e tecnológica no Brasil, de modo que este aspecto tem um reflexo direto no sistema educacional brasileiro; principalmente, no ensino médio. Assim, segundo os autores, as práticas interdisciplinares em Ensino de Ciências e Matemática, têm um papel importante como suporte para a inserção dos estudantes nesse novo cenário.

Concorda-se com a opinião defendida pelos autores, na medida em que a complexa relação entre ciência e tecnologia entrelaça conhecimentos de diversas áreas. Deste modo, acredita-se, faz-se necessária uma revisão das práticas pedagógicas com o fim de promover essa fusão, no que se refere ao Ensino de Ciências e Matemática, construindo-se novas formas de desenvolvimento dos temas correlatos com as demais disciplinas.

Pensando de modo semelhante, Ferreira (1994, p.91) coloca a seguinte afirmativa:

O modelo tecnológico dominante na educação atual não trouxe melhorias significativas para a sala de aula, bem como não responde as questões dessa sociedade emergente. Há pois que se buscar novas "saídas" para a educação, que atendam quer os anseios de professores e alunos, quer da sociedade.

O autor questiona o modelo tecnológico implantado na educação; acredita-se que ele se refere ao fato de não se ter uma conexão entre o modelo vigente e as necessidades da sociedade. Assim, ele discute a possibilidade de modelos alternativos que tragam respostas às demandas sociais bem como às escolas.

Argumento idêntico ao anterior é levantado por Silveira e Groenwald (2003, p.111) quando relatam:

Por outro lado, o ensino atual de Matemática tem revelado resultados preocupantes que revelam as marcas de um trabalho sem significado para o aluno, mostrando a necessidade de propor mudanças no ensino de Matemática, para melhor compreensão dos conhecimentos matemáticos incorporando as mudanças pretendidas na formação deste indivíduo idealizado para o mundo real.

Observa-se na citação acima uma preocupação com a relação entre a Matemática e a realidade. Deduz-se, por conseguinte, que é necessária uma inter-relação da Matemática com

outras áreas do conhecimento, para que ela passe a ter um significado interessante para os estudantes. Isto pode ser feito em projetos de ensino voltados para aplicações práticas, que é a meta principal desta dissertação; tendo a interdisciplinaridade um papel fundamental dentro deste objetivo, pois buscaram-se aplicações da Matemática em algo real: nos circuitos elétricos, que são partes funcionais de todo um sistema de transmissão de energia.

Uma das finalidades deste trabalho é mostrar que a Matemática deve ser inserida na crescente preocupação com a formação integral dos alunos do ensino técnico como cidadãos críticos, capazes de perceber a importância da Matemática na profissão escolhida e saber utilizá-la de modo a atender às suas necessidades. Para tanto, deve-se tratar o ensino da disciplina, levando-se em conta a riqueza da visão interdisciplinar na relação entre ensino e aprendizagem. Acredita-se que essa questão parte de uma política do Estado que se distribui para as instituições responsáveis por desempenhar o papel interdisciplinar.

Tomando como base este argumento, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 9.394/96 (BRASIL, 1996) tem entre seus objetivos, a integração de conhecimentos baseada num processo dinâmico de interdisciplinaridade e contextualização. Esta última ocupa uma importância relevante, por unir a interdisciplinaridade ao saber útil. Ou seja, os conhecimentos de várias disciplinas são aglutinados para a compreensão de uma situação ou de um problema.

Como bem coloca Abreu (2001, p.4) tratando da questão dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), para a disciplina de Química no ensino médio:

Quanto à contextualização, ela é entendida como forma de garantir a integração do conhecimento escolar com a realidade social, facilitando o processo de aprendizagem. Os textos oficiais defendem que o ensino atual está descontextualizado, pois os conhecimentos trabalhados são muito abstratos.

A citada autora ressalta a importância da contextualização como uma ferramenta garantidora da integração do conhecimento. Pelo que ela afirma, conclui-se que há uma relação mútua entre a contextualização e a interdisciplinaridade, uma vez que esta última visa também ao trabalho ensino-aprendizagem integrado por meio de vários campos do conhecimento.

Do ponto de vista do aluno, acredita-se, a contextualização proporciona a ele uma visão de que o saber não se resume ao acúmulo de conhecimentos técnico-científicos, mas é constituído de diversos aspectos que permitem ao estudante resolver situações até então por ele desconhecidas. Por outro lado, a fragmentação desestimula os alunos, por não

conseguirem estabelecer uma visão do todo como asseveram Garruti e Santos (2004, p.190-191):

Os conteúdos são ensinados desarticulados do cotidiano dos alunos, que não conseguem estabelecer relação entre a teoria e a prática, pois as informações recebidas não apresentam relações com sua realidade. Exemplificando, aprendem cálculos e equações complexas em Matemática irrelevantes em seus contextos de vida. Os alunos não são estimulados a formarem uma visão global do mundo.

Como pode ser visualizado na citação da pesquisadora, realmente fica difícil para os alunos estabelecerem relações entre os conteúdos e a realidade, se o ensino não é contextualizado, tampouco interdisciplinar. Acredita-se também, que o contexto dá substância ao conteúdo e deve estar baseado na vida social e no cotidiano do aluno. Principalmente, porque ele vive em um mundo cercado de fenômenos ditados pela natureza, bem como pelas relações sociais. Portanto, o cotidiano e os ambientes físico e social devem fazer a ponte entre o que se vive e o que se aprende na escola.

Nesse ponto, o currículo escolar também é um outro elemento do processo educacional que desempenha talvez a mais importante função que na promoção da interdisciplinaridade, devendo ser o currículo tratado como um processo desenvolvido dentro de uma visão integradora de conhecimentos. Ou seja, o estudo de disciplinas de forma isolada é um modelo que deve ser mudado. Como relata Pereira (2006, p.01):

Os estudos apontam para um currículo multidisciplinar atual, onde permanece um modelo fragmentado, em que há justaposição de disciplinas diversas, sem relação aparente entre si. Enquanto que no novo modelo curricular, de base interdisciplinar, o mundo não é visto de forma fragmentada. As informações, as percepções e os conceitos compõem uma significação total, completa. A intenção de analisar o atual currículo escolar, faz-se no primeiro momento, no sentido de orientá-lo rumo à nova proposta, pois, quanto mais se acelera a produção do saber humano mais se faz necessário garantir que não se perca a visão do todo.

Conforme argumenta a autora, os estudos mais modernos apontam para um currículo multidisciplinar, em que os alunos não devem receber os conteúdos prontos. Ao contrário, deve haver uma interligação entre os assuntos para que se permita que os estudantes, a partir da compreensão de conceitos, possam estabelecer relações entre os diversos conteúdos, permitindo-lhes uma visão global.

Acredita-se que a questão da interdisciplinaridade deve ser trabalhada logo na elaboração do currículo. Por esse ângulo, fica difícil imaginar práticas interdisciplinares que

não sejam elaboradas de acordo com diretrizes curriculares determinadas por meio de um trabalho técnico que traga ao encontro o corpo docente.

Coll (1987, p.43), tratando sobre a questão das atividades escolares presentes em currículo, considera que:

As atividades educativas escolares correspondem à ideia de que existem **certos aspectos** do crescimento pessoal, considerados importantes no âmbito **da cultura do grupo, que não poderão ser realizadas satisfatoriamente ou que não ocorrerão de forma** alguma, a **menos que seja fornecida uma ajuda específica**, que sejam exercidas atividades de ensino especialmente pensadas para esse fim. São atividades que correspondem a uma finalidade e são executadas de acordo com um plano de ação determinado, isto é a serviço de um projeto educacional.

Pelo que o autor coloca, há uma relação direta entre o projeto educacional da escola e o currículo. Concorda-se aqui com este pensamento e acredita-se que este seja um dos problemas presentes no IFPI, a partir do que foi colhido nas entrevistas com professores e questionários respondidos pelos alunos. Esta parte será discutida em detalhes no item Descrição e Análise dos Resultados.

5.3 A Transdisciplinaridade

Segundo Pereira (2005, p. 5), "a transdisciplinaridade é o saber que se obtém a partir de todos os saberes da cultura, isto é, da Ciência, Filosofia, Arte, Religião e Senso Comum. É um saber que pertence à esfera maior dos conhecimentos humanos".

Partindo do conceito apresentado pelo autor, vê-se que se trata de algo amplo, que vai além dos conteúdos disciplinares, procurando abranger os vários temas inerentes à vida social do ser humano. Dessa forma, no caso da Matemática, a transdisciplinaridade é vista como uso adequado de entidades, definidas abstrata e logicamente, em temas que interessam ao cotidiano, como por exemplo: o estudo do meio ambiente, dos problemas sociais, da inflação, entre outros.

Ainda sobre o conceito de transdisciplinaridade, Kopke e Cordeiro Filho (2005, p.2) afirmam:

Como o próprio prefixo `trans' indica, diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo 'entre' as disciplinas, `através' das diferentes disciplinas e 'além' de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente, para a qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento.

Aqui é apresentada a ideia de que embora a transdisciplinaridade seja formada a partir da inter-relação das disciplinas, transcende a esta esfera, tendo um caráter holístico, com uma abordagem mais geral sobre os temas, numa perspectiva unificadora.

Na elaboração do novo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi ressaltado o tema da transdisciplinaridade, como se pode ver no trecho extraído do documento de fundamentação teórica do citado exame.

No cerne da ideia de transdisciplinaridade está o fato de que, na organização do trabalho escolar, as pessoas, e não os objetos ou os objetivos disciplinares deveriam estar no centro das atenções. É preciso ir além das disciplinas situando o conhecimento a serviço dos projetos das pessoas. A função precípua da escola básica é a formação da cidadania e não a formação de especialistas em qualquer das disciplinas. (MEC- 3009).

De acordo com o texto oficial, vê-se que há uma preocupação clara com a transcendência do conhecimento meramente disciplinar, dentro de um panorama atual em que as disciplinas são "engessadas" e apresentadas de forma restrita a temas isolados. O MEC prega a modificação deste quadro para que o ensino seja trabalhado em uma perspectiva mais ampla num horizonte transdisciplinar. Como defende D'Ambrósio (1997, p.1):

O conhecimento é então encarado como modos, estilos, técnicas de explicar, de conhecer, de lidar com a realidade como ela se manifesta em distintos ambientes naturais e culturais. Obviamente, esses modos estilos e técnicas não se realizam no modelo disciplinar, nem mesmo nos seus variantes da multidisciplinaridade e da interdisciplinaridade. Exigem uma visão transdisciplinar do conhecimento.

D'Ambrósio mostra que o conhecimento é algo extenso, formado em diversos ambientes em que o homem vive, acontecendo no berço da realidade, como ela se apresenta. Concorda-se aqui com o pensamento do autor, entendendo-se que conhecer é um fenômeno complexo, que não pode ser limitado a qualquer metodologia simplificadora.

A complexidade, julga-se, reflete-se nas diversas formas de interação do homem com a natureza. Portanto, há uma espécie de "incapacidade" de definir de maneira simples o que representa aprender. A palavra complexidade tem uma natureza semântica grandiosa porque transporta no seu seio muitos aspectos da vida humana, que se manifesta, por exemplo, nas diversas formas de interação e de pensamento. Portanto, a cognição é colocada em função do sujeito da aprendizagem; é a ação dele que vai ser valorizada e trabalhada dentro de uma perspectiva ampla: interdisciplinar, transdisciplinar e curricular envolvendo todos os fatores direta ou indiretamente associados à aprendizagem.

Ressalta-se, no entanto, que este trabalho está orientado para uma perspectiva interdisciplinar, já que os dados da pesquisa não são suficientes para uma análise transdisciplinar.

6 CONTEXTUALIZANDO

6.1 Os Números Complexos

Neste item far-se-á uma descrição um tanto sucinta sobre os números complexos, dado que entre os objetivos desta dissertação estão presentes apenas aqueles relacionados à aplicação deste conjunto numérico no estudo dos circuitos de corrente alternada.

6.1.1 Definição

Um número complexo Z é escrito da seguinte forma $z = a + bi$, em que a e b são números reais; a é a parte real do número complexo denotada por $\text{Re}(z)$ e b é chamada a parte imaginária, denotada por $\text{Im}(z)$.

6.1.2 Propriedades

O conjunto dos números complexos simbolizado pela letra \mathbb{C} , goza das seguintes propriedades:

- (i) É fechado em relação às operações de adição (+) e multiplicação (-)
- (ii) A adição é associativa;
- (iii) Possui um e somente um elemento neutro para a adição;
- (iv) Cada elemento de \mathbb{C} só possui um e somente um elemento oposto;
- (v) A multiplicação é associativa e comutativa;
- (vi) \mathbb{C} possui um e somente um elemento neutro para a multiplicação;
- (vii) Cada elemento de \mathbb{C} , diferente do elemento neutro da adição, possui um e somente um inverso;
- (viii) A multiplicação é distributiva em relação à adição;
- (ix) Todo número real pertence a \mathbb{C}
- (x) A soma de dois números reais em \mathbb{C} é igual à sua soma no sistema dos números reais;
- (xi) O elemento neutro da adição em \mathbb{C} é o número 0 dos reais;
- (xii) O elemento neutro da multiplicação em \mathbb{C} é o número 1 dos reais;

- (xiii) O conjunto \mathbb{C} possui o elemento especial i que goza da seguinte propriedade:
 $i^2 = -1$ chama-se i de unidade imaginária;
- (xiv) Todo número complexo pode ser escrito da forma $a + bi$, com a e b pertencentes aos reais.

O conjunto de propriedades acima forma o sistema dos números complexos.

A seguir, estão dispostos os processos algébricos de algumas das seguintes operações com os complexos: soma, subtração, multiplicação e divisão.

6.1.3 A operação de adição

Dados dois números complexos $z_1 = a + bi$ e $z_2 = c + di$, com a, b, c e d pertencentes aos reais, a soma é $z_1 + z_2 = (a + c) + (b + d)i$.

6.1.4 A operação de subtração

Dados dois números complexos $z_1 = a + bi$ e $z_2 = c + di$, com a, b, c e d pertencentes aos reais, a subtração é $z_1 - z_2 = (a - c) + (b - d)i$.

6.1.5 A operação de multiplicação

Dados dois números complexos $z_1 = a + bi$ e $z_2 = c + di$, com a, b, c e d pertencentes aos reais, a multiplicação é:

$$Z_1 \times Z_2 = [(a + bi) i] \times [(c + d) i] = a.c + a.d i + b.c. i + b.d. i^2 = (a.c - b.d) + (a.d + b.c) i$$

em que se fez uso das propriedades (viii) e (xiii).

6.1.6 A operação de divisão

A divisão no conjunto dos complexos é definida tal como nos reais, sendo que fazendo-se uso do elemento conjugado. Assim, dado um número complexo $z = a + bi$, o seu conjugado é definido por $\bar{z} = a - bi$. Daí por exemplo, se quisermos dividir o número complexo $z = a + bi$ por $w = c + di$, a divisão será dada por:

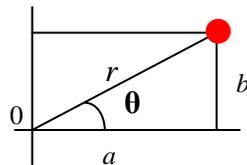
$$\frac{z}{w} = \frac{a+bi}{c+di} = \frac{(a+bi)(c-di)}{(c+di)(c-di)} = \frac{ac+bd-(ad-bc)i}{c^2+d^2}$$

6.1.7 Representação gráfica de um número complexo

Dado um número $z = a + bi$, este pode ser representado, no plano de Argand-Gauss, descrito abaixo na forma modular como:

$$|z| = r = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ em que } \theta = \tan^{-1} \frac{b}{a}$$

Eixo imaginário



Eixo real

Figura 5 – Representação Gráfica de um Número Complexo

Esta forma de representação de um número complexo bastante útil mais adiante neste texto, quando se estiver tratando da notação fasorial no estudo dos circuitos de corrente alternada.

6.2 Correntes e Tensões Alternadas Senoidais

Discutir-se-á neste tópico a análise de circuitos nos quais a intensidade da fonte varia com o tempo obedecendo do tipo $v(t) = V \sin(\omega t + \theta)$ denominada função senoidal, em que t representa o tempo, ω a frequência angular e θ o ângulo de fase.

No caso aqui, dá-se enfoque para a tensão fornecida pelas empresas geradoras de energia elétrica, a qual é denominada tensão de Corrente Alternada (CA, do inglês *Alternate Current, AC*). Em termos mais rigorosos, a terminologia *tensão CA* ou *corrente CA* não é suficiente para caracterizar uma forma de onda senoidal, refere-se apenas ao aspecto da variação da grandeza elétrica com o tempo, o que pode ocorrer de infinitas formas. Portanto, para ser mais preciso em relação ao trabalho, é necessário que se utilize o termo *senoidal*. A figura abaixo representa um esboço da função senoidal.

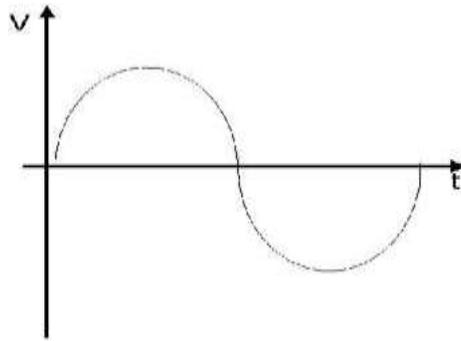


Figura 6 – Esboço Gráfico da Função Senoidal da Tensão $V = V_{máx} \text{sen}(wt + \theta)$ no domínio do tempo t

$T = 1/(2.\pi.f)$ é o período; f é a frequência.

Uma das principais razões para que este trabalho se prenda à tensão alternada senoidal é que esse tipo de tensão é gerado nas usinas de energia elétrica em todo o mundo. Outras razões incluem seu uso em diversos sistemas elétricos, eletrônicos, de comunicação e industriais.

Além disso, esta forma de onda tem diversas características que resultam em um tipo de comportamento exclusivo quando aplicada aos componentes elétricos básicos, como capacitores e indutores.

A aplicação de ondas senoidais aumenta o nível de complexidade matemática para sua descrição, uma vez que é necessária a utilização de números complexos para a resolução de problemas que envolvem os circuitos atravessados por este tipo de tensão.

6.2.1 Tensão elétrica alternada senoidal: características e definições

6.2.1.1 Geração de energia

As tensões elétricas alternadas senoidais podem ser geradas por diversas fontes. A mais comum é aquela que obtida nas tomadas elétricas residenciais, que fornecem tensão alternada cuja origem é uma usina geradora; essas usinas são em geral alimentadas por quedas-d'água, óleo, gás ou fissão nuclear. Em cada caso, mostrados nas figuras 7 e 8, há exemplos de dispositivo gerador de ondas senoidais.



Figura 7 – Ilustração de Dispositivo Gerador de Ondas Senoidais (Motor Gerador)

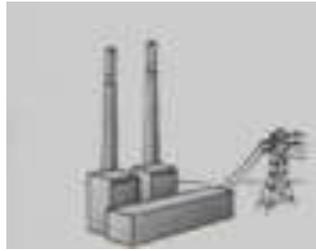


Figura 8 – Ilustração de Dispositivo Gerador de Ondas Senoidais (Usina Geradora)

6.2.1.2 Definições

A forma de onda senoidal, com seus parâmetros, é vista na figura 9 e será agora usada como modelo para definição de alguns termos básicos, que podem ser aplicados a qualquer forma de onda senoidal.

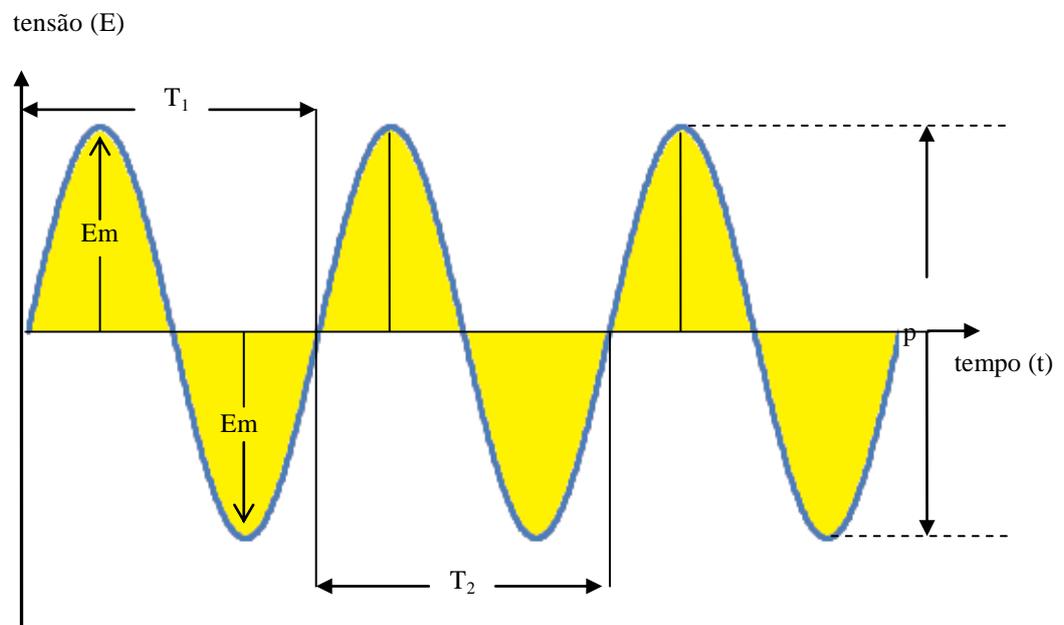


Figura 9 – Representação Gráfica da Forma de Onda Senoidal e Respective Parâmetros

É importante lembrar que, ao longo do estudo das diversas definições, o eixo vertical dos gráficos é usado para representar tensões e correntes, enquanto o eixo horizontal sempre representa o tempo.

São aqui definidos os seguintes parâmetros da senóide:

- a) Valor instantâneo: Amplitude de uma forma de onda em um instante de tempo qualquer. É representado por letras minúsculas (e_1, e_2).
- b) Amplitude de pico: Valor máximo de uma forma de onda em relação ao valor médio. É representado na figura 5 por letras maiúsculas como E_m .
- c) Valor de pico: Valor máximo de uma função medido a partir do nível zero. No caso da forma de onda vista na figura 5, a amplitude de pico e o valor de pico são iguais, pois o valor médio da função é zero volt.
- d) Valor pico a pico: Diferença entre os valores dos picos positivo e negativo, isto é, a soma dos módulos das amplitudes positiva e negativa. É denotado por E_{p-p} ou V_{p-p} .
- e) Forma de onda periódica: Forma de onda que se repete continuamente após um certo intervalo de tempo constante. A forma de onda vista na figura 5 é periódica.
- f) Período (T): Intervalo de tempo entre repetições sucessivas de uma forma de onda periódica ($T_1 = T_2$ na figura 5), enquanto pontos similares sucessivos podem ser usados para determinar o período T.
- g) Ciclo: Parte de uma forma de onda contida em um intervalo de tempo igual a um período. Os ciclos definidos por T_1, T_2 estão apresentados na figura 5.
- h) Frequência (f): O número de ciclos que ocorrem em 1 s. Matematicamente representa o inverso do período. Quando a unidade de tempo considerada na função é o segundo a unidade de frequência é o Hertz.

Como a frequência é inversamente proporcional ao período – ou seja, à medida que um aumenta o outro diminui na mesma proporção -, as duas grandezas estão relacionadas pela seguinte equação:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{1}{f} \quad (1)$$

Em que:

f = frequência em Hz

T = período em segundos (s)

Os termos definidos anteriormente podem ser aplicados a qualquer função periódica. Entretanto, a forma de onda senoidal é particularmente importante, pois facilita imensamente a análise matemática e dos fenômenos físicos associados com os circuitos elétricos. Uma função periódica qualquer, obedecendo a determinadas condições, pode ser expressa com uma soma de senóides, por meio de expansão em série de Fourier. Cada componente dessa série tem frequência diferente e é denominada harmônica.

É possível mostrar por meio de processos matemáticos avançados que qualquer outra função periódica que não a senoidal determinará um comportamento diferente aos circuitos por onde ela passa.

Em outras palavras, se a tensão (ou a corrente) em um resistor R , indutor L ou capacitor C , for senoidal, a corrente resultante (ou a tensão, respectivamente) em cada um também terá características senoidais, conforme mostra a figura 10. Caso fosse aplicado ao circuito um outro tipo de função periódica, isso não aconteceria. Ou seja, a função deformar-se-ia ao atravessar os componentes.

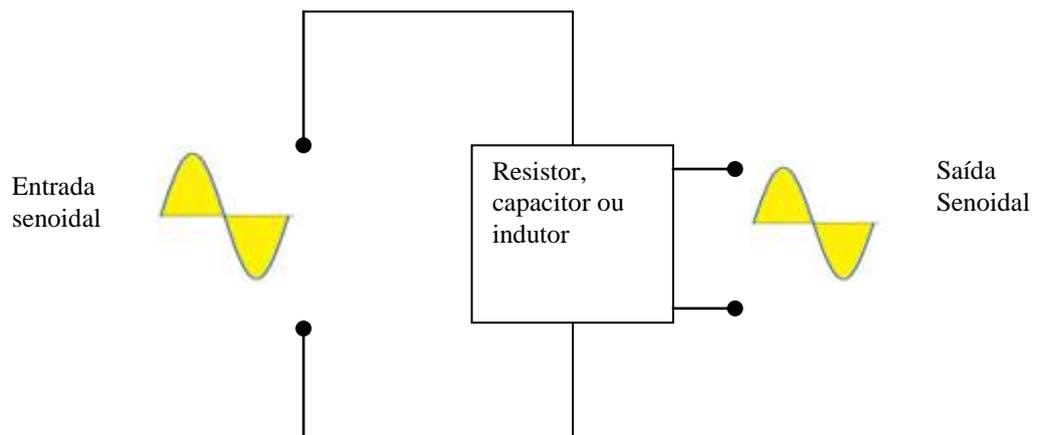


Figura 10 – Representação da Onda Senoidal que Atravessa em Circuito Formado por um Resistor, Indutor ou Capacitor

6.3 A Notação Fasorial

Existe uma relação entre os números complexos e as funções senoidais de maneira que dada uma função senoidal $v(t) = V \text{ sen } (wt + \theta)$ em que:

V representa a amplitude; t representa o tempo; w a frequência angular e θ o ângulo de fase, representando o quanto a onda senoidal está atrasada ou adiantada em relação a outra. Por exemplo, se a forma de onda corta o eixo horizontal com inclinação positiva e adiantada de 90° ($\pi/2$), como na figura 11, o gráfico é chamado de função *coseno*. Ou seja:

$$\text{sen}(wt + 90^\circ) = \text{sen}\left(wt + \frac{\pi}{2}\right) = \text{cos}wt \quad (2)$$

$$\text{cos}wt = \text{cos}(wt - 90^\circ) = \text{cos}\left(wt - \frac{\pi}{2}\right) \quad (3)$$

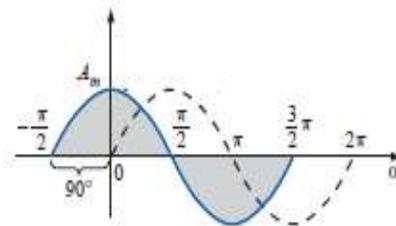


Figura 11 – Representação Gráfica das Relações de Fase entre uma Onda Senoidal e uma Onda Cossenoidal

Pode-se escrever a função $v(t) = V \text{sen}(wt + \theta)$ com amplitude e fase somente. Isso será agora demonstrado através da equação de Euler escrita abaixo.

$$e^{j\theta} = \text{cos}\theta + j \text{sen}\theta = \text{cos}wt + j \text{sen}wt \quad (4)$$

Com $\theta = wt$ e a letra i , normalmente usada nos textos dos livros de matemática, foi substituída pela letra j , como é comum no jargão das áreas de Eletrônica, uma vez que, nessa área do conhecimento, a letra i já utilizada para representar a corrente elétrica.

O fasor é o número complexo $A = z \angle \theta$ que a partir da equação anterior pode ser representado como:

$$A = z \cdot e^{j\theta} = z \text{cos}\theta + j z \text{sen}\theta \quad (5)$$

Multiplicando-se A por $e^{j\theta}$ e tomando-se a parte real do produto, obtém-se:

$$Ae^{j\omega t} = z e^{j\theta} e^{j\omega t} = z e^{j(\omega t + \theta)}$$

$$Z e^{j(\omega t + \theta)} = z \cos(\omega t + \theta) + j z (\sin(\omega t + \theta)) \text{ em que } \operatorname{Re}[Ae^{j\omega t}] = z \cos(\omega t + \theta)$$

A partir do que foi exposto acima, vê-se que uma função senoidal pode ser representada por número complexo por meio da notação fasorial, em que a amplitude z representa o módulo e o ângulo de fase. Ou seja, na forma polar de um número complexo. Essa é uma forma mais e mais rápida de se realizar as operações de multiplicação e divisão dos números complexos, que aparecem com muita frequência na análise de circuitos de corrente alternada, como apresentado abaixo.

A multiplicação de dois números complexos é mais facilmente feita em coordenadas polares. No caso, adotou-se dois fasores: $A = A_M \angle \theta$ e $B = B_M \angle \varphi$, em que:

A_M = módulo do fasor A; θ = fase do fasor A

B_M = módulo do fasor B; φ = fase do fasor B

Por processos matemáticos um pouco dispendiosos é possível mostrar que:

$$A \times B = (A_M \angle \theta) \times (B_M \angle \varphi) = (A_M \times B_M) \angle (\theta + \varphi)$$

Ou seja, para multiplicar dois números complexos, basta multiplicar os módulos e somar os ângulos de fase.

Assim também, a divisão é feita da seguinte forma:

$$A / B = (A_M \angle \theta) / (B_M \angle \varphi) = (A_M / B_M) \angle (\theta - \varphi)$$

No caso, basta dividir A_M por B_M e subtrair os ângulos de fase.

6.4 Relação entre os Números Complexos e os Circuitos de Corrente Alternada

Com a notação fasorial é possível estabelecer uma relação entre os circuitos de corrente alternada e os números complexos, pelo fato de que as funções senoidais que são abordadas neste trabalho podem ser escritas da forma fasorial, como visto anteriormente.

Por exemplo, dada a função $v(t) = 50 \sin(2t + 90^\circ)$ esta pode se escrita na notação fasorial da forma: $\mathbf{V} = 50 \angle 90$, em que 50 representa a amplitude e 90° o ângulo de fase. Lê-se da seguinte forma: “vê é igual a 50 com fase 90”.

Os circuitos de corrente alternada são aqueles em que a tensão, a corrente ou a potência são variáveis no tempo. Normalmente são compostos por uma ou várias fontes geradoras de tensão ou corrente associadas a capacitores, resistores e indutores ou apenas pelas fontes e cada um desses componentes ou uma combinação deles.

6.4.1 Definição de impedância

De acordo com a Lei de Ohm, a tensão aplicada a um resistor faz com que surja uma corrente, conforme escrita abaixo:

$$V = R.I, \text{ onde:}$$

V =tensão sobre o resistor;

R =valor do resistor;

I = valor da corrente.

A equação anterior é um caso particular quando a corrente e tensão são constantes. Porém, quando ambas variam com o tempo numa determinada frequência, a Lei de Ohm é aplicada de uma forma mais ampla: em vez da resistência R , adota-se uma impedância Z , que leva em conta as perdas em função da frequência do sinal, pois nos circuitos de corrente alternada nem sempre há somente o efeito ou componente resistivo, mas poderá haver também tanto os efeitos quanto componentes capacitivos e indutivos.

Considerando que os sinais tratados no presente trabalho serão sempre senoidais, a tensão V e a corrente I podem ser representados na forma fasorial. Daí, escreve-se assim a Lei de Ohm:

$$\mathbf{V} = \mathbf{Z}.I, \text{ onde:}$$

\mathbf{V} = fasor da tensão;

\mathbf{Z} = impedância;

\mathbf{I} =fasor da corrente.

Por outro lado, é necessário afirmar-se aqui que a impedância Z é um número complexo do tipo $z = a + jb$, em que a parte real a representa as perdas provocadas por efeitos puramente resistivos. Já a parte imaginária b representa as perdas associadas aos efeitos capacitivos ou indutivos ou a conjugação dos dois. Estes dois últimos efeitos citados dependem da frequência de operação do sinal.

6.4.1.1 Circuitos RLC

Os circuitos denominados RLC representam o caso mais geral dos circuitos de corrente alternada. Nestes circuitos estão presentes os efeitos resistivos, capacitivos e indutivos. Daí a denominação pelas iniciais maiúsculas RLC.

A seguir é mostrada uma figura representando ilustrando um exemplo deste tipo de circuito, composto por um resistor R , um indutor L e um capacitor C interligados em série e alimentados por uma fonte de tensão, variante no tempo, V .

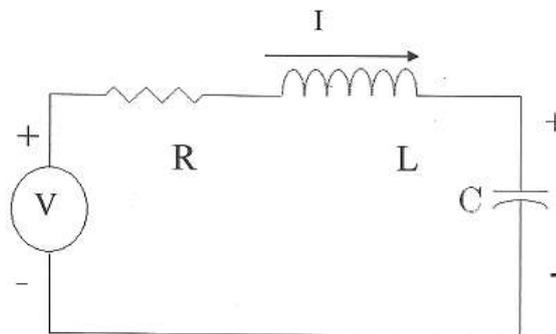


Figura 12 – Representação de um Circuito RLC

Suponha que V seja o fasor representativo de uma tensão variante no tempo, dada por:

$$v(t) = 120 (\cos 377t + 90). \text{ Daí } V = 120 \angle 90^\circ$$

Do mesmo modo, podem-se supor valores hipotéticos para os componentes. Por exemplo:

$$R = 10\Omega; L = 20 \text{ mH e } C = 1000 \mu\text{F}.$$

No caso do capacitor é definida a reatância capacitiva $X_C = \frac{1}{j\omega C}$ em que ω representa a frequência angular em radianos por segundo e C o valor do capacitor em Farads. Normalmente o que se busca encontrar é o módulo da reatância que é dado por:

$$|X_C| = \sqrt{\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

Em que f é a frequência, em ciclos por segundo. Ou seja, em Hz. Portanto, para o valor adotado, a reatância capacitiva $C = 1000 \mu\text{F}$.

Da função da tensão $v(t)$ extrai-se que $\omega t = 2\pi f t = 377t$, daí $f = 60 \text{ Hz}$.

Neste caso, o módulo da reatância capacitiva é calculado conforme apresentado abaixo:

$$|X_C| = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 0.001} = \frac{1}{0,12\pi} \cong 2,65 \Omega \quad (6)$$

Para o indutor L é definida a reatância indutiva X_L , representando as pedras por efeito indutivo, pela equação:

$$X_L = j\omega L \quad (7)$$

Daí, o módulo de X_L é:

$$|X_L| = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \text{ expresso em } \Omega.$$

Para o caso dado produto $2 \cdot \pi \cdot f$ é 377 e $L = 20\text{mH} = 20 \cdot 10^{-3} = 0,02 \text{ H}$, donde se obtém:

$$|X_L| = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 377 \cdot 0,02 = 7,54 \Omega.$$

A partir dos valores encontrados para as reatâncias capacitiva e indutiva e com o valor do resistor adotado, é possível encontrar-se a corrente I que atravessa o circuito. Para isso basta utilizar-se da Lei de Ohm para os circuitos em corrente alternada.

Ou seja, $V = Z.I$ em que a partir desta equação encontra-se facilmente o valor de I , expressando-se esta grandeza em função das outras duas. Ou seja: $I = \frac{V}{Z}$. Essa é equação em que a função $v(t)$ está expressa fasorialmente e Z representa a impedância total do circuito.

Para se encontrar a impedância total do circuito e o respectivo ângulo, deve-se realizar a soma das reatâncias na forma retangular, juntamente com o valor do resistor como descrito abaixo:

$$Z = X_c + X_L + R = -j2,65 + j7,54 + 10 = 10 - j4,89 \quad (8)$$

Encontra-se então o módulo de Z , como é feito a seguir:

$$|Z| = \sqrt{10^2 + 4,89^2} = 11,3\Omega \quad (9)$$

Determina-se então o ângulo de Z :

$$\text{O ângulo de } z \text{ é } \varphi = \tan^{-1} \frac{4,89}{10} \quad (10)$$

A divisão fasorial de V por Z torna possível encontrar-se o fasor corrente:

$$I = V/Z = (120 \angle 90^\circ) / (11,13 \angle 26,06^\circ) = 10,78 \angle 63,94^\circ \quad (11)$$

Graficamente, os fasores da tensão e da corrente encontrados, podem ser representados por meio do diagrama fasorial, como mostra a figura seguinte.

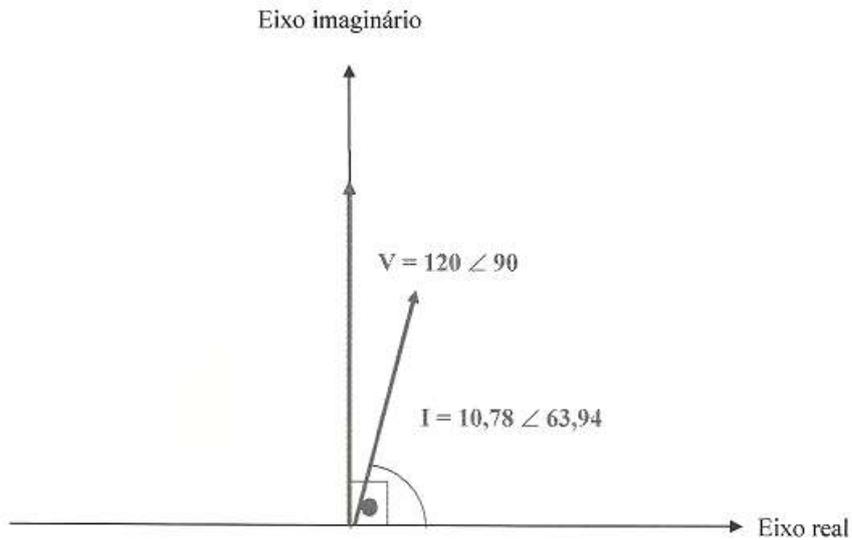


Figura 13 – Representação do Diagrama Fasorial para Tensão e a Corrente

Do mesmo modo que foi desenvolvido para a corrente, pode ser feito para a potência. No caso, esta será dividida em três tipos:

- a) Potência aparente: é normalmente simbolizada nos circuitos de corrente alternada pela letra esse maiúscula, S. Representa a potência total fornecida pela fonte ao circuito dada pela equação seguinte:

$$S = V \cdot I \quad (12)$$

No caso do exemplo dado, fasorialmente para calcular a potência aparente, basta multiplicar os fasores da corrente e da tensão. Assim, como:

$V = 120 \angle 90^\circ$ e $I = 10,78 \angle 63,94^\circ$ obtém-se:

$$S = 120 \angle 90 \cdot 10,78 \angle 63,94^\circ = 1.293,61 \angle 53,94^\circ \quad (13)$$

A unidade de S é o kVA ou kilovolt-ampère. Essa também é uma forma de se identificar a potência aparente, pela própria unidade de medida.

- b) Potência ativa: É potência efetivamente entregue à carga. Ou melhor, é aquela que é transformada em trabalho. Por exemplo, no caso de um motor elétrico, é a potência que dá movimento ao motor. Normalmente é simbolizada pela letra P. A unidade de P é o kW.

Uma vez calculada a potência aparente, basta extrair o módulo da parte real de S para se encontrar o valor da potência ativa.

Assim, pode-se decompor S para a forma retangular, como segue.

$$s = S (\cos\varphi + j\text{sen}\varphi) \quad (14)$$

O termo $\cos \varphi$ é denominado **fator de potência** e indica o quanto da potência aparente é efetivamente transformado em potência ativa. Assim, quanto mais próximo de 1 está o fator de potência, maior é o rendimento do circuito.

Este parâmetro vem indicado nas contas de luz de edifícios, fábricas e demais empreendimentos que são alimentados por sistema trifásico. A recomendação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), é que este parâmetro seja no mínimo igual a 0.92.

No exemplo anterior, considerando $\varphi = 153,94$ o fator de potência é:

$\cos 153,94 = - 0,898$. O significado prático deste número é que cerca de 89,8% da potência aparente é transformada em potência ativa.

Por fim, substituindo os valores adotados em (14), encontra-se:

$$S = 1293,6.(\cos 153,94 + j \text{sen } 153,94) = - 1162,01 + j 568,29 \quad (15)$$

Assim, o valor, em módulo de $P \cong 1,162$ kW.

c) **Potência Reativa:** É a potência que existe armazenada nos campos eletromagnéticos presentes nos circuitos de corrente alternada. É normalmente simbolizada pela letra Q . Embora esta potência não gere trabalho, é fisicamente necessária a sua existência para que seja possível a transferência de energia nos circuitos de corrente alternada. Para encontrar o valor de Q , basta extrair a parte imaginária de S .

Assim de (15), extrai-se o valor de $Q = 568,29$ KVar.

A unidade de Q é o Kvar, lê-se "kilovolt-ampére reativo". Portanto, do mesmo modo que os dois tipos de potência anteriormente descritos, a própria unidade identifica a potência reativa.

De modo semelhante ao dos fasores da tensão e da corrente, pode-se desenhar um diagrama fasorial representativo das potências. Normalmente denominado **triângulo das potências**, como mostra a figura 14:

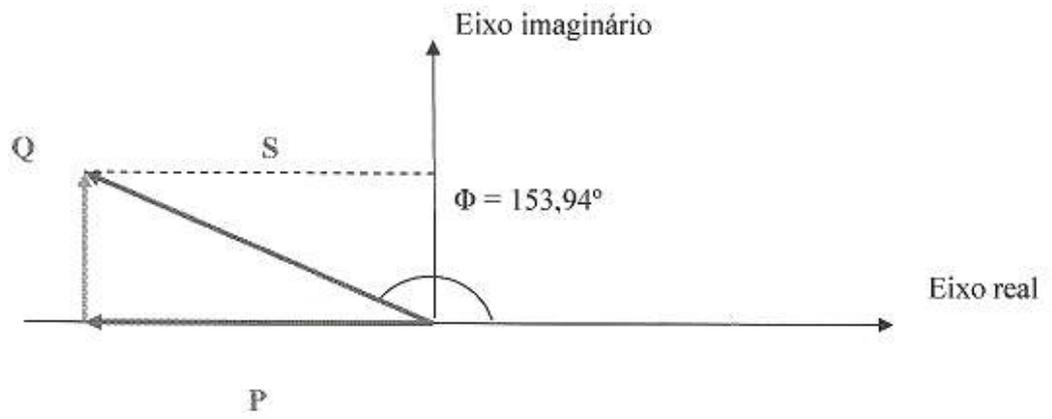


Figura 14-Representação do Diagrama Fasorial das Potências

7 METODOLOGIA

Neste item, buscou-se uma forma de trabalho focada em atividades aplicativas, compreendendo aplicações práticas dos números complexos nos circuitos envolvendo os números complexos para a resolução de problemas com circuitos de corrente alternada em que os alunos deveriam chegar aos resultados.

Foi escolhida uma turma do 3º ano do curso de Eletrônica do IFPI, durante o segundo semestre do ano de 2008. Naturalmente, todos os passos da pesquisa foram dados em direção ao objetivo central a ser alcançado; ou seja, adotar estratégias auxiliassem na descoberta de como os alunos reagiriam ao ser-lhes mostrado um modo diferente de abordar os números complexos em uma disciplina específica da área profissional.

Inicialmente, optou-se pela investigação de trabalhos científicos relacionados ao tema do ensino dos números complexos em contextos de escolas com caráter profissionalizante. Assim, foram estudadas algumas dissertações de mestrado, além de teses de doutorado, que tratavam do tema. Entre os que serviram como base, constam os trabalhos de: Marcatto (1998), Rosa (1998) e Silva (2005), Araújo (2006), Ferreira (2006), Lovatel (2007) e Santos (2008), cujas metodologias eram semelhantes à que se pretendia, já que eles desenvolveram atividades aplicadas em sala de aula envolvendo o estudo dos números complexos no ensino médio.

A motivação, portanto, a decisão de trabalhar de modo semelhante explorando atividades com os alunos em sala era o ponto de partida do trabalho. No entanto, faltavam ideias de como implementar as tarefas, pois não se sabia ao certo por onde começar.

Depois de se refletir bastante para os propósitos de uma pesquisa de mestrado, com intuito de se realizar um trabalho que trouxesse uma importante contribuição para o IFPI, foram elaborados alguns tipos de exercícios relacionados à área de formação dos alunos e ao tema em questão, com o fim de que despertassem seus interesses para entender a importância e contribuição da teoria dos números complexos nos circuitos de corrente alternada.

Foram criadas 4 (quatro) atividades aplicativas envolvendo os números complexos e gradativamente foram sendo introduzidos os circuitos de corrente alternada. Então, na primeira atividade, foi-se desenvolvendo o tema de maneira que se pudesse ter uma ideia de como estava o aluno, o seu nível de conhecimento sobre os números complexos. Trabalhou-se este tema de uma maneira tal que se pudesse introduzir alguns conceitos contextualizados.

Para isso, colocaram-se, inicialmente, as funções senoidais e suas relações com os números complexos, conforme se encontram no Anexo A.

Após a elaboração dos quesitos, com o fim de aplicá-los, a turma foi dividida em pequenos grupos de dois ou três alunos. Daí, para cada equipe foi distribuída uma atividade para que juntos debatessem a forma de resolução. Durante a aplicação das atividades, houve gravações em vídeo e áudio das falas dos alunos interagindo com o professor em relação à resolução dos exercícios ou mesmo em entrevistas que ele fez com cada equipe, por meio de perguntas dirigidas a cada aluno, pertinentes aos objetivos da pesquisa. As citadas falas, extraídas das gravações em vídeo, estão transcritas e analisadas no capítulo 9, relativo à Descrição e Análise dos Resultados.

Após todas as etapas anteriores, procedeu-se à correção das atividades aplicadas a fim de se ter uma noção do aproveitamento dos estudantes, elaborando-se uma tabela simplificada, considerando intervalos bem amplos nos níveis de acertos dos alunos em relação ao tema dado.

Após a correção, foi elaborado também um questionário para avaliação das atividades pelos alunos. Este questionário permitiu uma verificação da viabilidade do projeto com base em 10 (dez) perguntas respondidas pelos alunos. Cada questão continha 5 (cinco) alternativas, sendo que a última era aberta, para que o aluno pudesse colocar seu ponto de vista caso não concordasse com as alternativas postas.

Aplicou-se também um outro questionário, tratado no capítulo 9, para que se pudesse traçar o perfil médio dos alunos do curso de Eletrônica, que é comentado no capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

As atividades foram desenvolvidas em 4 (quatro) aulas com uma duração média de uma hora e meia, em que o professor expôs o conteúdo introdutório em um painel eletrônico, (*data show*) fazendo um pequeno comentário sobre toda a proposta daquela determinada atividade. Julgou-se que, por se tratar de uma metodologia diferenciada em relação ao ensino tradicional com o aluno em primeiro plano, era necessária uma justificativa plausível para que os alunos concordassem em participar do trabalho.

Antes da realização de todo o trabalho, foi colocado para eles que a intenção da pesquisa era a de melhorar a forma de apresentar o conteúdo dos circuitos de corrente alternada com um enfoque nos números complexos. Acreditava-se que até aquele momento, antes de se iniciarem as atividades, os estudantes embora já tivessem estudado o tema dos complexos na disciplina de Matemática, não conheciam qualquer aplicação prática que relacionasse os complexos aos circuitos de corrente alternada. Pela observação inicial do

comportamento dos alunos, viu-se que eles demonstravam um certo ar de curiosidade em relação à proposta que lhes fora feita. No entanto, depois, no decorrer da pesquisa, eles se engajaram e participaram de forma ativa em todas as atividades.

A pesquisa é, na sua grande maioria, de cunho qualitativo, realizado por meio de Estudo de caso, com algumas poucas tabelas e alguns comentários analíticos em relação às transcrições das falas dos entrevistados.

De acordo com Ponte (2005, p.1):

Um estudo de caso é caracterizado como incidindo numa entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o seu “como” e os seus “por quês”, fazendo justiça à sua unidade e identidade próprias. Assume-se como uma investigação particularística, procurando descobrir o que nela há de mais essencial e característico. Um estudo de caso pode com vantagem apoiar-se numa orientação teórica bem definida; além disso, pode seguir uma perspectiva interpretativa, que procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes ou uma perspectiva pragmática, procurando simplesmente proporcionar uma perspectiva global, completa e coerente do objecto de estudo.

A definição acima mostra que o estudo de caso enquadra-se em uma categoria de pesquisa que é limitada pelo ambiente e pela situação em que se encontra o objeto a ser estudado. No caso presente, julga-se a escolha adequada, uma vez que se procura demonstrar através das respostas de dados coletados, em uma pesquisa de cunho analítico-qualitativa, com atividades aplicadas, bem como por entrevistas e questionários, a importância de um estudo contextualizado por meio de atividades envolvendo os números complexos no curso de técnico em Eletrônica em uma turma de 3º ano no IFPI.

Assim, a prioridade foi dada ao aspecto subjetivo do entrevistador, no sentido de extrair dos registros obtidos aqueles considerados importantes por ele. Como assinala Borba (2004, p.2):

O que se convencionou chamar de pesquisa qualitativa, prioriza procedimentos descritivos à medida em que sua visão de conhecimento explicitamente admite a interferência subjetiva, o conhecimento como compreensão que é sempre contingente, negociada e não é verdade rígida. O que é considerado "verdadeiro", dentro desta concepção, é sempre dinâmico e passível de ser mudado.

Como enfatiza o autor, a pesquisa qualitativa está voltada para os procedimentos descritivos de acordo com o observador, através de sua interferência subjetiva e não presa a qualquer "verdade" preestabelecida. Acredita-se que aí é que está o verdadeiro sentido de se aplicar a pesquisa qualitativa no presente trabalho; pois nesse pensar existe uma maior

liberdade para coleta e posterior análise dos registros, ainda que o pesquisador sujeite-se a um "risco" de ser criticado em seu trabalho, pelo fato de não apresentá-lo sob a forma de uma "questão fechada", mas que pode ser debatido e até continuado, na perspectiva de encontrar mais respostas futuras para possíveis indagações presentes.

Por outro lado, na elaboração das atividades, buscou-se atender ao que seria essencial para a pesquisa: a relação entre os conteúdos de matemática e eletrônica trabalhados. Como alerta Fernandes (2006, p.2):

Acredita-se que o professor só pode ajudar o aluno no processo de aprendizagem se puder oferecer pontos de vista distintos sobre um mesmo assunto, suas relações com outros conteúdos já estudados e suas possíveis aplicações em outras áreas do conhecimento.

Neste ponto, o pesquisador desperta para o aspecto da interdisciplinaridade como elemento importante na contextualização da matemática, com o que se concorda inteiramente; sendo este aspecto um elemento crucial no desenvolvimento da pesquisa.

Mais adiante, o mesmo autor (FERNANDES, 2006, p.15) reforça que:

É necessário criar uma metodologia que desperte o interesse dos alunos e um novo enfoque do professor de Matemática em suas aulas, buscando torná-la mais dinâmica e interessante, trabalhando suas aplicações práticas.

Foi com este espírito que se trabalhou na presente pesquisa: tentar despertar nos alunos um maior interesse pelos números complexos a partir da exposição da importância deste conjunto numérico nos cursos de Eletrônica e Eletrotécnica.

Por fim, na quarta atividade, em que se fez o estudo da potência elétrica, fez-se primeiro uma visita à subestação elétrica que alimenta o prédio do Campus Teresina Central do IFPI, para medição do fator de potência, que representa o cosseno do ângulo formado pelas partes real e imaginária da potência escrita na notação fasorial.

Após a aplicação de todas as atividades, cada uma delas foi corrigida e com base no resultado da correção foi elaborada uma tabela demonstrativa do nível de aproveitamento dos alunos em relação a cada uma delas.

Por fim, foi proposto um questionário com um padrão de múltipla escolha, objetivando colher uma avaliação dos alunos com relação às atividades propostas. Estes resultados estão apresentados no apêndice a este trabalho.

Finalmente, após todas as etapas anteriores, foram feitas entrevistas com 3 (três) professores de matemática que ministram o tema dos números complexos no curso técnico de

Eletrônica, com o fim de se avaliar a opinião desses profissionais sobre questões pedagógicas e curriculares no IFPI em relação ao tema pesquisado as quais são tratadas no capítulo de Descrição e Análise dos Resultados.

8 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para analisar os dados procurou-se entender em primeiro lugar: **como está sendo desenvolvido o ensino dos números complexos nessa turma?** A resposta pode ser extraída de entrevistas feitas com 2 (dois) professores que trabalham nessas turmas. Conforme relatado a seguir:

–Em qual ano do Ensino médio e como tem sido abordado o tema dos números complexos para os cursos técnicos aqui no IFPI? Pergunta o entrevistador.

–Olhe, tem sido abordado no terceiro ano. Tem sido trabalhado de forma teórica e aplicado à resolução de equações polinomiais, responde o professor.

Quando se fez a mesma pergunta a outro professor que também ministra esse tema para uma turma do terceiro ano em Eletrônica, obteve-se a seguinte resposta:

–Ele é abordado no terceiro ano, que corresponderia ao terceiro ano do ensino médio. Eu trabalhei no ano correspondente a esse módulo e confesso que a abordagem recai no tradicional. Você faz o pensamento numa linha meramente conceitual, abstrato, sem fazer "links" com a aplicabilidade. Pelo menos nos primeiros momentos, o aluno não percebe a importância dos números complexos nas aplicações. Principalmente na área de engenharia elétrica, que é um tema interessante. Eu acredito que seria interessante um trabalho de modelagem matemática para melhorar esse entendimento. Eu me lembro que eu caí no tradicional. Embora eu tenha feito um pouco de abordagem histórica dos números complexos, mas vejo que ainda é pouco. Não dá para deixar o aluno com o conceito perfeito.

Pelo que se pode ver na opinião dos profissionais que trabalham o tema dos complexos nos cursos técnicos em Eletrônica no IFPI, percebe-se que o ensino é aplicado de forma limitada à própria matemática, não fazendo uso de processos interdisciplinares e nem contextualizados.

Na visão dos alunos, durante a terceira atividade envolvendo a aplicação dos números complexos nos circuitos elétricos, foi feita uma pergunta a respeito das aplicações práticas com esses números, obteve-se então uma resposta convergente com os objetivos da pesquisa.

–Mas você acha que houve alguma diferença nesta forma de abordar a matemática? Por exemplo, são mostradas pelos professores de matemática algumas aplicações práticas dos números complexos? Pergunta o entrevistador.

–Não. São mostrados apenas números. É mostrada uma fórmula e são dados os números para se resolver a questão. Não se aplica nenhum caso real, responde o aluno.

Em relação ao porquê do ensino dos complexos ser restrito ao próprio campo da Matemática, acredita-se que deva ser principalmente devido à própria organização curricular da disciplina de Matemática para o terceiro ano do curso de técnico em Eletrônica do IFPI. Nele não constam projetos que envolvam práticas interdisciplinares. Na verdade, ainda é muito incipiente, trata-se apenas de uma pequena tabela, constando alguns itens relativos à disciplina, como é mostrado na página seguinte.

PROGRAMA DE DISCIPLINA	
DISCIPLINA: Matemática	CARGA HORÁRIA: 90h
CURSO: Técnico em Eletrônica	SÉRIE: 3ª
Ano: 2008	
OBJETIVO GERAL DA DISCIPLINA:	
- Demonstrar domínio e fluência nos conceitos matemáticos revelando capacidade na resolução de problemas em situações vivenciais, privilegiando o raciocínio, a intuição, o senso e a capacidade interpretativa.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	
- Compreender os conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas que permitem adquirir uma formação científica geral e avançar em estudos posteriores;	
- Aplicar seus conhecimentos matemáticos cotidianos; na atividade tecnológica e na interpretação da ciência.	
EMENTA:	
- Geometria, Trigonometria no Ciclo, Geometria Analítica (ponto e retas), Geometria Analítica (circunferência e cônicas), Números Complexos.	
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:	
METODOLOGIA:	
- Aulas expositivas e dialogadas;	
- Resolução de exercícios;	
- Trabalhos em grupo;	
- Pesquisa de campo	
VALIAÇÃO:	
- Prova escrita;	
- Seminários;	
- Listas de exercícios;	
- Comportamento, frequência e participação.	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	
ELABORAÇÃO:	
Professor(es):	
Visto do Gerente:	

Figura 15 – Programa da Disciplina Matemática para o Curso Técnico em Eletrônica do IFPI
 Fonte: Gerência de Ensino, 2009.

Vê-se pela figura anterior que se trata apenas de um pequeno roteiro, incompleto em alguns itens essenciais como o do Conteúdo Programático; ou seja, não constitui verdadeiramente um currículo.

César Coll na abertura da Segunda Reunião do Comitê Intergovernamental do Projeto Regional de Educação para a América Latina e o Caribe, PRELAC, realizada em Santiago do Chile entre os dias 11 e 13 de maio de 2007, disse: “O currículo não é como chiclete nem mesmo é horário escolar”.

Acredita-se que a mensagem que o pesquisador quis transmitir é a de que o currículo não é algo pronto e acabado e que tampouco encerra-se em si mesmo, mas um processo em constante transformação, em que toda a escola tem que estar envolvida. É um sistema que é constituído a partir de uma ação política da instituição. No entanto, há alguns obstáculos a serem vencidos para que se mude a visão do currículo como algo pré-ativo. Neste viés, concorda-se com Macedo (2006, p.103):

Trata-se, em última instância, de um modelo centrado na ação vertical do Estado sobre as escolas, depositário de uma concepção linear de poder. Concepção que leva os estudos a negligenciar os espaços de resistência abertos por ações não previstas, dificultando que sejam vislumbradas alternativas a não ser as relacionadas a modificações na estrutura econômica e política.

A pesquisadora coloca que o currículo como é concebido na maioria das escolas apenas como um modelo, de forma “engessada” não dando espaço para concepções alternativas. Segundo ela, este fato se deve a uma estrutura hierarquizada de poder.

Mais adiante, ela confirma essa opinião detalhando os efeitos dessa concepção de currículo sobre a ação dos professores: “O papel do professor como formulador do currículo e o espaço da escola como produção cultural é negado em prol de uma leitura mecanicista em que o dia-a-dia da escola é regido por normas que lhe são externas” (MACEDO, 2006, p. 103).

Acredita-se que este seja um dos problemas principais na questão curricular no IFPI, no que tange ao ensino dos números complexos no curso técnico em Eletrônica; ou seja, existe um trabalho articulado entre os professores no sentido de buscar alternativas de ensino que envolvam, por exemplo, a interdisciplinaridade e a contextualização, objetos desta dissertação.

Reiterando essa afirmação coloca-se, a seguir, um trecho de entrevista com um dos professores.

–O senhor considera importante que o Instituto Federal do Piauí apresente uma estrutura curricular da Matemática, relativa ao tema tratado acima (números complexos), voltada para aplicações práticas? Pergunta o entrevistador.

–Sim. É importante. Embora não se trabalhe isso nos planejamentos. Isso eu já falei, nossos planejamentos são falhos. Pois ao iniciarmos cada ano, pouco tempo é dedicado ao planejamento tendo, às vezes, que o professor definir em sala de aula o que será visto naquele ano. Pois não houve um encadeamento de conteúdo entre os professores. Inclusive, esse assunto dos números complexos, não está na programação do Novo Enem. O que mostra, por exemplo, que o professor em sala de aula é quem vai definir com falar ou se mesmo vai falar neste assunto, em sala de aula. Certamente, falará nesse assunto. Como sugestão, proponho que os planejamentos sejam feitos com os professores das áreas técnicas. Inclusive, há queixas de alunos com relação a essa interação entre as disciplinas básicas e as específicas, responde o professor.

Corroborando o que o professor entrevistado afirmou com relação às queixas dos estudantes, expõe-se aqui a questão de nº 5, de um questionário composto de 10 (dez) questões, que foi aplicado aos alunos e que se encontra no Apêndice F. Julga-se aqui importante este quesito para a resposta ao problema da pesquisa. Conforme mostrado abaixo:

Questão nº 5 - Em relação às atividades aplicadas em sala de aula

4,5% dos alunos acham que foram propostas de forma abstrata fora da realidade da disciplina de Análise de Circuitos;

9,1% dos alunos acham que pouco contribuem para o conteúdo da disciplina de Análise de Circuitos;

86,5% dos alunos acham que contribuem para a disciplina Análise de Circuitos e para o curso de Eletrônica.

A partir do que foi exposto, percebe-se um certo grau de convergência de opiniões entre professor e aluno, no sentido de que atividades contextualizadas, de cunho interdisciplinar – no caso aqui envolvendo números complexos aplicadas à disciplina de Análise de Circuitos– contribuem para uma melhor aprendizagem.

É importante destacar também que não se pretende fazer com que os resultados aqui obtidos sejam generalizados para situações distintas da que se pesquisou, porque não se

dispõe de dados em tal proporção. Neste prisma, ainda com base em Ponte (2005, p.09) coloca-se:

Os estudos de caso são muitas vezes criticados por não permitirem a generalização dos seus resultados. Referindo-se a um único caso, nada nos dizem sobre as suas semelhanças e diferenças com outros casos existentes, nem sobre a frequência de tal ou tal característica. Trata-se de uma crítica que subentende a tradição positivista, que persegue enunciados sobre a forma de "leis gerais" ou "generalizações", eventualmente "verificáveis", e que durante muitas décadas foi largamente dominante em Educação.

Como ressalta o autor, essas críticas são presentes por se basearem numa visão positivista. Porém, aqui buscou-se a confirmação da resposta em relação à hipótese adotada a respeito da importância da aplicação de atividades contextualizadas envolvendo os números complexos, tentando aproximar os pontos de vista do aluno e do professor em relação ao problema da investigação, sem buscar uma justificativa generalista. Portanto, as observações foram limitadas à turma pesquisada.

Os resultados são aqui tratados em função da própria ordem cronológica em que aparecem, levando-se em conta, portanto, o momento em que cada atividade foi realizada.

Levando-se em consideração a opinião do professor entrevistado, o fato de o novo ENEM não listar no seu programa o conteúdo dos números complexos é lamentável e de certa forma, julga-se que representa um alheamento do sistema de ensino oficial com a importância do tema aqui tratado para a vida profissional de muitos dos estudantes que necessitarão desse conhecimento mais tarde.

A primeira atividade aplicada em sala teve um caráter de pré-teste. Ou seja, foram aplicados alguns tópicos básicos em relação às funções senoidais e aos números complexos, com o objetivo de se verificar como estava o nível de domínio dos alunos em relação a estes tópicos.

Foi possível observar que os alunos sentiram dificuldade para esboçar o gráfico de uma função senoidal. Isto pode ser evidenciado a partir do diálogo transcrito abaixo entre o professor e um aluno:

– *Houve alguma questão que vocês encontraram alguma dificuldade?* Pergunta o professor.

– *A terceira, a gente não está sabendo o que ela quer,* responde o aluno.

– *Ela está pedindo o esboço do gráfico das funções, diz o professor.*

– *Quando você quer traçar um gráfico de uma função qual é a estratégia adotada? Por exemplo, se eu pedisse a você para traçar o gráfico da função $f(x) = 2x$, o que você faria?*

Pergunta o professor novamente e o trio continua calado.

– *Pense numa estratégia de como você faria para traçar o gráfico, tá certo? Diz o professor.*

– *Sei lá, pensem numa substituição de valores ou coisa do tipo, finaliza o professor.*

De certa maneira, o modo como os alunos se comportaram neste quesito causou preocupação, uma vez que era esperado que eles tivessem facilidade na operação com funções trigonométricas, dado o fato de já terem estudado este assunto na disciplina de Matemática; porém, não foi o que aconteceu. Acredita-se que pode ter sido a forma como foi trabalhado esse assunto em Matemática. Talvez não tenha sido explorada de uma forma conceitual e contextualizada, como uma função periódica com suas características próprias, mas de forma mecânica, com o uso de fórmulas, de modo que o aluno esquece tão logo conclui a disciplina.

Como salienta Carneiro (2004, p.4) ao tratar da abordagem geométrica dos números complexos:

Poderia ser dito que toda essa abordagem geométrica já está incorporada ao ensino tradicional, pois nada mais é do que a "forma trigonométrica ou "polar" dos complexos. Mas não é o que se vê por aí. A verdade é que o ensino dos números complexos permanece ainda excessivamente preso à sua origem histórica e até hoje não se beneficiou como poderia e deveria da revolução iniciada há 200 anos por Wessel, Argand e Gauss.

O autor refere-se ao aspecto de que o ensino, feito na forma tradicional, não contempla a análise dos números complexos envolvendo uma abordagem geométrica e, por conseguinte, trigonométrica. Acredita-se que isto pode ser um dos fatores que dificultaram a interpretação das funções pelos alunos.

Nesse aspecto, Araújo (2006, p.53) ao questionar os seus alunos sobre a noção de números complexos, antes da aplicação de atividades em sua pesquisa, afirma que:

O objetivo de tais questionamentos foi verificar a reação dos alunos diante da mudança da metodologia de ensino e nos informar sobre o nível de conhecimento dos alunos a respeito dos números, bem como os seus interesses em relação aos complexos e suas aplicações no mundo real. Nesse sentido, nenhuma explicação que antecederesse essa primeira atividade foi dada.

Também aqui se observa na citação anterior o quanto se tem a mudar no sistema tradicional de ensino, no que diz respeito à noção da Matemática aplicada à realidade do estudante. No caso presente, em relação aos números complexos.

Verificou-se em outro diálogo a questão da ausência de práticas interdisciplinares no ensino dos números complexos na turma pesquisada, como descrito abaixo:

Um dos alunos lhe pergunta:

– *Professor, como vou fazer este gráfico?*

O professor responde:

– *Faz uma tabela, com os valores do tempo.*

Depois o professor passa a observá-los e percebe que um dos alunos toma a iniciativa de construir a tabela, dizendo:

– *Ei, bota aí o tempo, variando.*

Um dos alunos, digamos assim "condicionado" pela "rígida" convenção dos eixos cartesianos passada pelo ensino da Matemática, diz:

– *Não, é porque aqui é "y" e aqui é "x".* Referindo-se ao aspecto dos eixos das ordenadas e das abscissas, respectivamente. No caso, o eixo das amplitudes e do tempo. Mas, mesmo assim, consegue fazer o esboço pedido.

Aqui fica uma nítida observação da dissociação do ensino da Matemática das outras disciplinas, pois entende-se que o fato de um aluno sentir-se preso rigidamente a uma mera convenção literal denotativa de um sistema de eixos mostra tal deficiência. Esta deve ser imputada à forma como a Matemática é ministrada nos cursos do ensino médio. Desse modo,

mais do que nunca, um caso concreto como este, vem mostrar que é necessário um enfoque voltado para a aplicação da Matemática como ferramenta de trabalho, em outras áreas do conhecimento, como na Física, por exemplo, com o fim de se quebrar essas convenções e, portanto, se poder apresentar uma visão ampla da Matemática.

No caso presente, justifica-se a utilização do tema Análise de Circuitos de Corrente Alternada, em que, por exemplo, o eixo das abscissas no gráfico cartesiano representa o tempo. Já a amplitude da onda, corresponde ao eixo das ordenadas.

Finalmente, na Atividade nº 3 (Apêndice C) ficou nítida a percepção dos alunos a respeito da importância das aplicações dos números complexos nos circuitos de corrente alternada, trazendo uma resposta para a pergunta anteriormente feita. Isso pode ser visto no diálogo seguinte:

– Quais são as vantagens que vocês enxergaram na aplicação desta metodologia? Vocês estão achando proveitosa?

Essa pergunta visou à percepção pelos alunos da importância da metodologia para o entendimento das atividades. Procurou-se trabalhar de uma forma diferente priorizando o máximo possível a interação entre os alunos acreditando-se que a troca de informação entre eles despertasse um maior interesse pelos temas abordados nas atividades.

Um dos alunos responde:

– É sim. Principalmente porque a gente tá pegando um conhecimento que a Matemática não dá.

O aluno se referiu às aulas dos professores de Matemática, pela continuação do diálogo percebe-se que o aluno está colocando a questão da falta de contextualização dos conteúdos das aulas de Matemática. Pode-se visualizar tal afirmação no próximo trecho.

Continua o aluno:

– Não trata da questão específica do nosso curso, da disciplina que a gente tá pagando. Isso é de fundamental importância pra gente. Principalmente a análise de gráficos, como foi feita aqui, é uma diferença do que é mostrado no ensino médio. Vem a ser adequada para o nosso... para o que a gente tá vendo aqui.

Nota-se aqui pela fala do aluno uma valorização da análise gráfica como um aspecto importante do ensino da Matemática. Considera-se este um ponto positivo para os resultados da pesquisa, já que o estudo dos números complexos se assemelha muito ao estudo de vetores no plano.

Uma aluna pertencente à mesma equipe responde:

– *Basicamente eu acho a mesma coisa. Integrar a Matemática de uma maneira diferente à Eletrônica, que é o curso que a gente tá vendo, dá uma noção das duas e o conhecimento se torna assim muito mais amplo.*

Na resposta acima, detectou-se a percepção da aluna com relação à importância da interdisciplinaridade como elemento integrador do conhecimento.

O professor se aproxima de outra equipe e pergunta:

– *Eu gostaria que vocês falassem aqui o que vocês acharam desta metodologia.*

Um dos alunos responde:

– *Eu acho que conciliar a Matemática com a Eletrônica e os números complexos facilita mais a compreensão da gente.*

– *E você, o que achou?* Pergunta o professor a outro aluno.

– *Foi exatamente a mesma coisa que ele disse. Facilita mais os cálculos com os números complexos.*

– *Você acharia melhor que a aula fosse somente expositiva? Isto é, mostrando tudo no quadro para você copiar? Ou você acha melhor tentar resolver os problemas?* Pergunta o professor.

– *Eu acho que deve ser feito das duas maneiras. Uma explicação no quadro e exercícios pra gente tentar resolver,* responde o aluno.

O professor pergunta a um aluno de outra equipe:

– *E você, o quê que acha dessa metodologia em que o aluno deve resolver os problemas?*

– *Tem uma vantagem que a gente tá praticando, absorvendo mais coisas. Eu acho que desta maneira as coisas ficam mais claras pra gente,* responde o aluno.

– *E com relação a esta forma de junção da teoria dos números complexos à teoria dos circuitos de corrente alternada o que você acha?* Pergunta o professor.

– *Ela simplifica mais os cálculos com circuitos.*

O aluno se refere aqui ao uso da notação fasorial dos números complexos, que simplifica as operações de multiplicação e divisão, que são bastante utilizadas nos circuitos de corrente alternada, dado o fato de que as grandezas mais necessárias de serem conhecidas são a tensão e a corrente elétricas, que são definidas a partir da Lei de Ohm, cuja expressão generalizada é $V = Z \cdot I$, em que V representa a tensão, Z a impedância e I a corrente, todas elas definidas a partir de um número complexo; ou se faz uma multiplicação, ou uma divisão.

Neste ponto, cita-se Mello (2005, p.18-19) quando afirma:

A maneira tradicional de analisar circuitos elétricos é pela análise fasorial, ou seja, pela representação gráfica dos fasores de tensão e de corrente que são funções senoidais. Aplicando as leis da trigonometria, podemos verificar o comportamento da tensão e da corrente nos diferentes circuitos em Corrente Alternada. No entanto, esse tipo de análise é limitada, na resolução de circuitos mais elaborados, o que nos remete à análise complexa, isto é, analisar circuitos elétricos sob a ótica dos números complexos.

Concorda-se com a colocação do autor; no entanto, lembra-se que na verdade o próprio fato de se analisar circuitos de corrente alternada adotando-se uma função senoidal como entrada, que é a forma ensinada na maioria dos livros, neste trabalho e na dissertação do autor mencionado, já constitui uma limitação. Além disso, um circuito mais complexo pode ser decomposto em circuitos menores em que se pode aplicar a Análise Fasorial. Portanto, aqui mostrou-se para os alunos a análise fasorial como uma forma mais simples de se trabalhar com alguns circuitos de corrente alternada. Porém, em sala de aula, durante as atividades, foi feita uma ressalva de forma bastante incisiva de que a análise é inicialmente

mais vantajosa em circuitos de corrente alternada mais simples. Foi comentado ainda que esse tipo de análise só pode ser utilizado quando a entrada é uma função senoidal. No caso de funções periódicas diferentes como a onda quadrada, por exemplo, é necessário a decomposição daquela função em Série de Fourier que é um tema que foge ao nível do ensino médio.

Ainda investigando sobre as aulas de Matemática sobre números complexos na turma pesquisada, escolheu-se o trecho de diálogo seguinte:

– *Foi mostrada alguma aplicação deste tipo na disciplina de Matemática?* Pergunta o professor.

– *Foi mostrado o assunto dos números complexos, mas não desta forma, responde o aluno.*

Essa afirmação é depois confirmada pelos professores que foram entrevistados. Ou seja, realmente o que se imaginava antes da pesquisa em relação à falta de contextualização se confirmou na prática após a coleta dos dados.

O professor pergunta a outra equipe:

– *Eu gostaria que vocês me falassem aqui sobre o que vocês acharam desta metodologia com resolução de problemas inserindo os conteúdos de Matemática e Eletrônica.*

Responde um dos alunos:

– *Existe uma vantagem, que até a gente tava falando aqui. Este é um modo que o senhor está encontrando pra tanto a gente botar em prática o que a gente aprendeu na Eletrônica como também na matemática, assimilando os dois e vendo as dificuldades que se tem em uma e na outra, e no final a gente chegar num consenso do que a gente pode melhorar mais, do que tem que aprender. Os próprios exercícios mostram estas dificuldades.*

Aqui neste último trecho do diálogo já se nota uma análise comparativa entre a matemática e eletrônica feita pelo próprio aluno. Tem-se uma impressão de que ele conseguiu visualizar a necessidade de interação entre as disciplinas. Pelo menos, pelo que está dito, é possível perceber que o aluno observou o quanto um dos temas pode ajudar a entender melhor o outro.

O professor a um aluno de outra equipe:

– O que você está enxergando na aplicação desta atividade?

Responde o aluno:

– Percebi que existe uma maior facilidade para resolver os cálculos dos circuitos com os números complexos.

Continua o professor:

– Mas você acha que houve alguma diferença nesta forma de abordar a Matemática? Por exemplo, são mostradas pelos professores de matemática algumas aplicações práticas dos números complexos?

Responde o aluno:

– Não, são mostrados apenas números. É mostrada uma fórmula e são dados os números para se resolver a questão. Não se aplica nenhum caso real.

Continua o professor:

– Então você acha que a aplicação a um caso concreto melhora o entendimento do aluno?

– Sim, sem dúvida, responde o aluno.

No diálogo transcrito vê-se que os alunos valorizaram as atividades realizadas e perceberam a importância e a diferença na metodologia adotada. Essa afirmação também pode ser confirmada nos resultados do Questionário de Avaliação das Atividades no Apêndice F. Considera-se que o objetivo foi atingido em relação ao problema da pesquisa. Ou seja, os alunos julgaram interessante o ensino dos números complexos de uma forma contextualizada, aplicada ao ensino dos circuitos de corrente alternada.

8.1 Transcrição e Análise dos Diálogos nas Atividades

8.1.1 Atividade n° 1

Essa atividade (Apêndice A) foi desenvolvida em equipes de 3 (três) alunos, em uma aula com duração de cerca uma hora e 20 minutos. Por ter sido a primeira, teve um caráter de pré-teste. Ou seja, foi proposta com a intenção de verificar como estava o nível de conhecimento dos alunos sobre a operação com os números complexos, mas já com o intuito de se introduzirem também algumas aplicações dos números complexos como a relação entre estes e as funções senoidais.

Para elaboração dessa atividade, tomou-se como base o trabalho de Araújo (2006). Como já dito antes, o trabalho dessa pesquisadora trata de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do CEFET do Rio Grande do Norte, sobre o tema dos números complexos voltada para a Matemática propriamente dita, numa turma de ensino médio que não cursava a área de Eletrônica. No entanto, foi possível extrair-se alguns pontos que ajudaram neste trabalho, destacados a seguir:

- A vantagem do trabalho em equipe no que se refere à motivação dos alunos;
- Os problemas na compreensão de conceito nas observados nas indagações dos alunos;
- A forma de procedimento tradicionalmente imposta aos alunos buscando trabalhar com fórmulas em vez de tentar entender um conceito;
- A dificuldade inicial em relação à resistência dos alunos em trabalhar nas atividades por estarem acostumados a uma postura passiva apenas como ouvintes.

Houve diversas intervenções do professor durante essas atividades, porém, há algumas que foram consideradas mais importantes, por tratarem diretamente do modo de resolver as questões e que, por isso mesmo, foram analisadas conforme o texto seguinte:

O professor aproxima-se de uma das equipes, (como já frisado, cada equipe foi composta por três alunos) para e observa o que eles estão discutindo:

– *Ei, olha aqui a função, olha é $f_1(x) = \sin(x + \pi/2)$, fala um dos alunos para um dos colegas de sua equipe.*

– *É, o x vai estar neste intervalo aqui, ó. $(-2\pi$ até $+2\pi)$, disse um dos alunos.*

– *Vai começar daqui, né?* Disse o outro aluno referindo-se ao ponto -2π do intervalo dado.

– *E aí, faz tudo junto?*

O aluno está querendo dizer que seria possível traçar ambas as funções num mesmo sistema de eixos. Para ele parece ser uma coisa nova a justaposição de duas funções trigonométricas em um mesmo sistema de eixos, o que deveria ser algo trivial para o nível do ensino médio. Acredita-se que isto se deva ao fato de não ter sido visto na própria matemática e nem em outras disciplinas.

Outro aluno traçou o ciclo trigonométrico e "definiu" as posições que seriam vertical e horizontal. Disse o aluno:

– *O cosseno começa aqui.* (do eixo vertical do primeiro quadrante, no sentido horário para o primeiro quadrante).

– *Aí o seno já começa daqui.*

– *Ó, o ciclo trigonométrico. A resposta é mais ou menos assim, bem aqui assim.*

Em seguida, o professor aproxima-se de um dos trios e indaga:

– *Houve alguma questão que vocês encontraram alguma dificuldade?* Pergunta o professor.

– *A terceira, a gente não está sabendo o que ela quer,* responde a aluna.

– *Ela está pedindo o esboço o gráfico das funções, diz o professor.*

– *Quando você quer traçar um gráfico de uma função, qual é a estratégia adotada? Por exemplo, se eu pedisse a você para traçar o gráfico da função $f(x) = 2x$, o que você faria?* Pergunta o professor novamente e o trio continua calado.

– *Pense numa estratégia de como você faria para traçar o gráfico, tá certo?* Diz o professor.

– *Sei lá, pensem numa substituição de valores ou coisa do tipo.* Finaliza o professor.

– *As outras questões vocês conseguiram, né?* Pergunta o professor.

– *É, a gente tá tentando para fazer cada uma delas.*

– *Ok, diz o professor.*

Observou-se aqui **uma sensível insegurança dos alunos em relação** à manipulação gráfica com as funções. Não se pode precisar a que se deve esta deficiência. No entanto, é possível afirmar que ela afeta sobremaneira o entendimento do tema dos números complexos principalmente no que tange à notação fasorial.

Ao deixar o trio anterior, o professor se aproxima de outro trio e aborda-os:

– *E vocês, como estão por aqui?* Pergunta o professor.

– *A gente viu isso aqui, ó: $f(x) = \text{sen}(x + 1)$, a gente não sabe se isso aqui é igual a um sobre secante.*

– *Vocês acham que podem fazer isso direto?*

A discussão aqui travou-se no aspecto de que os alunos estavam imaginando que $\text{sen}(x + 1) = 1 + \text{sen } x$. Ou seja, estavam ignorando o argumento contido na função.

– *Acho que sim, professor*, responde um aluno.

– *Por exemplo, o seno de $(a + b)$. Como é que se distribui esta expressão?* Pergunta o professor.

– *Ah, seno de a vezes o cosseno de b mais o seno de b vezes o cosseno de a .*

– *É isso aí*, diz o professor.

– *Bem, agora acho que vocês têm condições de continuar, não é?* Diz o professor.

– *Sim, agora tá mais fácil*, responde o aluno.

Percebeu-se aqui neste último trecho dificuldades dos alunos em associar o conteúdo algébrico ao gráfico das funções trigonométricas. Talvez esse tenha sido o maior entrave durante a aplicação das atividades, já que quando se associa à função trigonométrica a um fasor, a principal vantagem reside exatamente na facilidade de manipulação pela transformação algébrica da função para o fasor e vice-versa. Naturalmente, para isso o aluno deve dominar o conteúdo algébrico e saber associá-lo ao esboço dos gráficos das funções senoidais.

O professor se aproxima agora de um outro trio.

– *E aí, vocês já fizeram as questões?* Pergunta o professor.

– *Sim, a gente já fez*, responde um dos alunos.

– *Professor, a gente fez uma curva assim, ó.*

– *Professor, a terceira nós não conseguimos fazer*, diz um dos alunos.

– *Vocês tentaram?* Pergunta o professor.

– *Sim, a gente tentou... mas tá difícil*, diz a aluna.

– *Quando você quer traçar o gráfico de uma função, o que você faz?* Pergunta o professor.

– *Ah, eu uso urna estratégia,* responde a aluna.

– *Que estratégia?* Pergunta o professor, mas a aluna permanece calada.

– *Por exemplo, se você quiser traçar o gráfico da função $f(x) = 2x$. O que você faz?* Pergunta o professor.

– *Posso atribuir valores, não?* Diz a aluna, com o ar de dúvida.

– *Claro. Pois da mesma forma você pode traçar o gráfico da função senoidal, atribuindo valores,* diz o professor.

– *Agora acho que dá para continuar, não é?* Diz o professor.

– *Sim, agora tá mais fácil,* diz a aluna.

Percebeu-se neste último caso que embora os alunos já tenham o conhecimento adquirido, de alguma forma, sentem-se inseguros; talvez pela própria timidez diante da câmera de filmagem ou mesmo pelo fato de não estarem em primeiro plano cotidianamente no processo de ensino-aprendizagem. Daí comportam-se de forma passiva, sendo necessárias algumas intervenções do professor, no sentido de motivar e estimular a turma, mostrando para eles que têm condições de desempenhar as tarefas por si próprios, pesquisando em seus apontamentos, nos livros e demais fontes de consulta.

Segundo Mendes (2001, p.31):

O ensino através de atividades pressupõe uma interação mútua entre o professor e os estudantes e os próprios estudantes durante o processo gerativo da matemática escolar. Essa é uma das principais características da proposta, visto que os tópicos a serem aprendidos estão para serem experimentados, discutidos e representados simbolicamente pelos próprios aprendizes. A partir daí acreditamos que o conhecimento já está incorporado à estrutura cognitiva de quem aprende. Para que isso ocorra com plenitude é necessário estabelecermos certa estruturação às atividades a serem realizadas pelos alunos.

Com o reforço do pensamento acima exposto, conclui-se o entendimento de que a interação entre o professor e o aluno, bem como entre eles próprios, na forma de atividades desenvolvidas, possibilita um processo gerativo do conhecimento de uma maneira diferente da tradicional, em que o professor apenas expõe e os alunos ficam na posição de ouvintes inertes; não que se esteja aqui desprezando o método expositivo, que tem a sua importância dentro do processo educacional, mas não deve ser o único.

Ainda comentando o que foi colocado na citação anterior, as atividades devem ser estruturadas para o fim de se estimular o aluno a pensar e a descobrir como resolver os exercícios, pois isto traz a necessidade de pesquisar e portanto, de descobrir uma nova forma de aprender.

8.1.2 Atividade n° 2

Esta atividade (Apêndice B), em relação à anterior, já tem o caráter mais focado em conceitos que são importantes e que, por isso mesmo, devem ser ressaltados na prática do ensino dos circuitos de corrente alternada. Ou melhor, nela são enfatizados os aspectos das funções periódicas variantes no tempo, normalmente denominadas de "sinais", no jargão dos cursos técnicos em Eletrônica e Eletrotécnica, pelo fato de serem formas de ondas geradas a partir de fenômenos eletromagnéticos também periódicos.

Busca-se também aqui explorar a relação existente entre os números complexos e as funções periódicas, de tal maneira que os alunos possam enxergar o aquilo que não lhes mostram nas aulas de Matemática.

A seguir, são relatadas as transcrições e análises dos diálogos entre os alunos e o professor:

O professor aproxima-se de um dos trios e observa a interação entre eles. Um dos alunos, ao resolver a questão de n° 2, diz ao seu colega de equipe:

– A amplitude aqui vai dar 10, né não?

Responde o outro: *É, vai dar 10.*

O primeiro aluno observa:

– *Mas, o resultado disso aqui tem que ver a parte negativa, referindo-se ao aspecto da variação na posição da amplitude no eixo das ordenadas. Para isso ele desenha o ciclo trigonométrico e mostra ao colega. E assim continuam a resolução da questão.*

Em seguida, o professor debate com um dos trios e os auxilia na construção do esboço do gráfico pedida na 2ª questão. Quando então o aluno lhe pergunta:

– *Professor, como vou construir este gráfico? Ao que o professor lhe responde:*

– *Uma possibilidade é atribuir valores. Por exemplo: quando o valor do tempo $\pi/2$, quanto vai dar? Quando o tempo for $2n$ quanto vai dar? Entendeu?*

Dáí o aluno faz uma subdivisão no eixo dos tempos de cinco intervalos regulares, desde 0 até 2π e vai construir o gráfico, mostrando ao colega a forma como entendeu a sugestão dada pelo professor.

O professor encontra outro trio com a mesma dificuldade de traçar o esboço do gráfico da função senoidal. Um dos alunos lhe pergunta:

– *Professor, como vou fazer este gráfico?*

O professor responde:

– *Faz uma tabela, com os valores do tempo.*

Depois o professor passa a observá-los e percebe que um dos alunos toma a iniciativa de construir a tabela, dizendo:

– *Ei, bota aí o tempo, variando.*

O outro aluno responde:

– *Não, é porque aqui é "y" e aqui é "x". Referindo-se ao aspecto dos eixos das ordenadas e das abscissas, respectivamente. No caso, o eixo das amplitudes e do tempo. Mas, mesmo assim, consegue fazer o esboço pedido.*

O professor aproxima-se de uma dupla de alunas e uma delas lhe pergunta:

– *Professor, esse esboço que o senhor tá querendo é assim: os dois gráficos defasados um do outro?*

Responde o professor:

– *Sim, é isso mesmo. Continue até o valor do tempo atingir 2π . (Refere-se o professor ao fato de o esboço, até então realizado pela aluna, não perfazer um período).*

8.1.3 Atividade n° 3

Esta atividade (Apêndice C) já demonstra uma utilização prática propriamente dita dos números complexos nos circuitos de corrente alternada. Antes de ser aplicada, os alunos tiveram aulas específicas sobre a teoria dos circuitos de corrente alternada, de modo que após isto, foi aplicada a teoria dos números complexos como meio de resolução dos problemas. Fato este que foi inaugurado com a Atividade n° 3, cujos diálogos são a seguir transcritos:

O professor aproxima-se do primeiro grupo e pergunta:

– *Quais são as vantagens que vocês enxergaram na aplicação desta metodologia? Vocês estão achando proveitosa?*

Um dos alunos responde:

– *É sim. Principalmente porque a gente tá pegando um conhecimento que a Matemática não dá (o aluno se referiu às aulas dos professores de Matemática).*

Continua o aluno:

– *Não trata da questão específica do nosso curso, da disciplina que a gente tá pagando. Isso é de fundamental importância pra gente. Principalmente a análise de gráficos, como foi feita aqui, é uma diferença do que é mostrado no ensino médio. Vem a ser adequada para o nosso... para o que a gente tá vendo aqui.*²

Uma aluna pertencente à mesma equipe responde:

– *Basicamente eu acho a mesma coisa. Integrar a Matemática de uma maneira diferente à Eletrônica, que é o curso que a gente tá vendo, dá uma noção das duas e o conhecimento se torna assim muito mais amplo.*

O professor se aproxima de outra equipe e pergunta:

– *Eu gostaria que vocês falassem aqui o que vocês acharam desta metodologia.*

Um dos alunos responde:

– *Eu acho que é conciliar a Matemática com a Eletrônica e os números complexos facilitam mais a compreensão da gente.*

– *E você, o que achou?* Pergunta o professor a outro aluno.

– *Foi exatamente a mesma coisa que ele disse. Facilita mais os cálculos com os números complexos.*

– *Você acharia melhor que a aula fosse somente expositiva? Isto é, mostrando tudo no quadro para você copiar? Ou você acha melhor tentar resolver os problemas?* Pergunta o professor.

– *Eu acho que deve ser feito das duas maneiras. Uma explicação no quadro e exercícios pra gente tentar resolver,* responde o aluno.

O professor pergunta a um aluno de outra equipe:

²Diálogo já analisado no início do capítulo 8.

– *E você, o que acha dessa metodologia em que o aluno deve resolver os problemas?*

– *Tem uma vantagem: que a gente tá praticando, absorvendo mais coisas. Eu acho que desta maneira as coisas ficam mais claras pra gente, responde o aluno.*

– *E com relação a esta forma de junção da teoria dos números complexos à teoria dos circuitos de corrente alternada, o que você acha?* Pergunta o professor.

– *Ela simplifica mais os cálculos com circuitos.* (O aluno se refere aqui ao uso da notação fasorial dos números complexos que simplifica as operações de multiplicação e divisão, que são bastante utilizadas nos circuitos de corrente alternada, dado o fato de que as grandezas mais necessárias de serem conhecidas são a tensão e a corrente elétrica, que são definidas a partir da Lei de Ohm, cuja expressão generalizada é $V = Z.I$, em que V representa a tensão, Z a impedância e I a corrente, todas elas definidas a partir de um número complexo; ou se faz uma multiplicação, ou uma divisão.)

– *Foi mostrada alguma aplicação deste tipo na disciplina de Matemática?* Pergunta o professor.

– *Foi mostrado o assunto dos números complexos, mas não desta forma,* responde o aluno.

O professor pergunta a outra equipe:

– *Eu gostaria que vocês me falassem aqui sobre o que vocês acharam desta metodologia com resolução de problemas, inserindo os conteúdos de Matemática e Eletrônica.*

Responde um dos alunos:

– *Existe uma vantagem, que até a gente tava falando aqui. Este é um modo que o senhor está encontrando pra tanto a gente botar em prática o que a gente aprendeu na Eletrônica como também na Matemática, assimilando os dois e vendo as dificuldades que se*

tem em uma e na outra e no final a gente chegar num consenso do que a gente pode melhorar mais, do que tem que aprender. Os próprios exercícios mostram estas dificuldades.

O professor pergunta a um aluno de outra equipe:

– O que você está enxergando na aplicação desta atividade?

Responde o aluno:

– Percebi que existe uma maior facilidade para resolver os cálculos dos circuitos com os números complexos.

Continua o professor:

– Mas você acha que houve alguma diferença nesta forma de abordar a Matemática? Por exemplo, como é mostrada alguma aplicação prática dos números complexos?

Responde o aluno:

– Não, só foram mostrados apenas números. É mostrada uma fórmula e são dados os números para se resolver a questão. Não se aplica nenhum caso real.

Continua o professor:

– Então você acha que a aplicação a um caso concreto melhora o entendimento do aluno?

– Sim, sem dúvida, responde o aluno.

Mais uma vez, de acordo com a resposta do aluno, percebeu-se que houve uma valorização do tema dos números complexos, em relação às atividades na forma em que foram propostas. Ou seja, contextualizadas e aplicadas à sua área profissional. Estas

declarações dos alunos de forma espontânea demonstram que eles estão preocupados com essa questão.

8.1.4 Atividade n°4

Os diálogos referentes à Atividade n° 4 (Apêndice D) são apresentados a seguir:

O professor se aproxima de um dos trios e pergunta sobre a 3° questão, que trata do artigo relativo à Resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), percebendo a dificuldade dos alunos com esse quesito, pergunta:

– *Lendo este artigo, como vocês traduziram?*

O aluno responde:

– *É que ele tenta considerar potência reativa zero, que é o ideal. Daí o cosseno vai ser 1 e o ângulo vai ser zero. (A intenção aqui foi mostrar que o conteúdo dos números complexos é algo importante para a vida profissional deles. Tanto, que serve até como parâmetro legal para avaliação do desempenho de uma subestação de energia elétrica).*

O professor pergunta:

– *Mas ele tá falando que é ideal?*

O aluno responde:

– *Não. Ele tá dizendo que o cosseno é 0,92.*

O professor complementa:

– *Pois é. Então não é o ideal, né? É o que a norma aceita.* O professor pergunta:

– *Qual é o outro aspecto importante que vocês visualizaram nesta norma?* Ocorre um pequeno silêncio e daí a pouco um aluno responde:

–É que a potência pode ser indutiva ou capacitiva.

Referindo-se à experiência feita em campo na subestação do IFPI, o professor pergunta:

– No caso da aula prática que fizemos, a potência era indutiva ou capacitiva?

O aluno responde:

– Como o ângulo (p lá era maior do que zero, é indutiva.

Responde o professor:

– Isso. No caso, havia também os capacitores para compensação, não é mesmo?

O professor se aproxima de outro grupo e observa que os alunos estão respondendo a 3a questão. Daí, ele pergunta:

– Vocês viram alguma coisa interessante nesta questão? Pois vocês afirmaram aqui na resposta escrita que a situação ideal é que o ângulo seja zero e o cosseno seja 1.

Uma aluna responde:

– Ele tá classificando em indutiva e capacitiva.

O professor complementa:

– Quer dizer então que a potência pode ser indutiva ou capacitiva, né? Ok. O professor pergunta novamente:

– Na aula prática que a gente teve, o que você observou?

Responde o aluno:

– Que o cosseno lá deu 0,97, próximo de 1.

O professor complementa:

– *Lá existia uma carga capacitiva, lembra?* Responde o aluno:

– *Sim.*

O professor se aproxima de outro grupo e pergunta:

– *Qual a questão que vocês estão resolvendo?*

– *Essa aqui da potência.* Continuam os alunos:

– *Mas a gente não está sabendo representar como o senhor tá pedindo.*

O professor complementa:

– *Usa a forma retangular de um número complexo.*

O aluno pergunta:

– *Forma retangular? O que é isso? Não, professor a gente nunca viu falar nisso, não.*

O professor pergunta:

– *Nas aulas de Matemática vocês não viram isso, não?* Continua o professor:

– *Representa pra mim um número complexo no plano de Argand-Gauss.*

O aluno escreve o número no sistema de eixos.

– *Qual é o ângulo que é formado entre os números nos eixos?* Pergunta o professor.

– *Noventa graus, responde o aluno.*

– *Então? Essa é a forma retangular, responde o professor.*

– *Mas o professor de Matemática não falou isso pra gente, não. A gente viu a forma básica: $z = a + bi$, dizem os alunos.*

– *Mas essa é exatamente a forma retangular, responde o professor.*

O professor se aproxima de uma das turmas e pergunta:

– *E vocês? Têm alguma dúvida?*

Os alunos respondem:

– *A terceira questão, professor.*

O professor diz:

– *Mas vocês responderam aqui, ó.*

O aluno diz:

– *A gente colocou que como o fator de potência deve ser no mínimo 0,92, ele está próximo do ideal que é 1.*

Uma aluna de outra equipe se aproxima do professor e diz:

– *Professor, eu respondi essa aqui, mas não sei se está certa.*

O professor responde:

– *O cálculo está correto. Mas eu queria que você escrevesse a potência na forma retangular de um número complexo.*

A aluna permanece calada. O professor então pergunta:

– *O que você aprendeu sobre a forma retangular de um número complexo?*

– *Não sei, não,* diz a aluna.

O professor pergunta:

– *Como é que você escreve um número complexo de forma geral?*

– *$a + bi$?* Indaga a aluna.

– *Pois é. Essa é a forma retangular. No caso aqui da potência, a parte real representa a potência ativa e a parte imaginária, a potência reativa.*

O professor se aproxima da última equipe e pergunta:

– *E vocês? O que estão fazendo?*

Um aluno responde:

– *Bem, professor, nós estamos fazendo a última questão.* Pergunta novamente o professor:

– *Como é que vocês encontrariam aqui o valor da impedância, por exemplo?*

Responde o aluno:

– *A gente divide a tensão pela corrente.*

– *E daí?* Pergunta o professor.

A equipe permanece calada e um deles responde, com ar de dúvida:

– *Eu acho que a gente usa aquele negócio que o senhor falou... fasor. Aí, divide os módulos e subtrai o ângulo do numerador do ângulo do denominador.*

– *Ok. É por aí mesmo*, responde o professor.

Pode-se observar neste último diálogo a falta de contextualização presente no aprendizado de Matemática, já que os alunos não conhecem sequer uma outra denominação, como a forma retangular dos números complexos. Ou seja, não haviam percebido uma relação entre a geometria e os números complexos, embora saibam representá-los graficamente. Isso reforça a necessidade de um trabalho interativo no curso técnico de Eletrônica entre a Matemática e as outras áreas nas quais ela se aplica.

8.2 Transcrição e Análise das Entrevistas com os Professores

Neste tópico procura-se analisar as entrevistas com os professores que lecionam o tema dos números complexos nos cursos técnicos de Eletrônica no IFPI.

Por uma questão ética, evitou-se mencionar os nomes dos entrevistados substituindo-se os nomes por letras do alfabeto.

8.2.1 Entrevista com o professor A

1 - Em qual ano do ensino médio e como tem sido abordado o tema dos números complexos para os cursos técnicos aqui no IFPI?

R - Olhe, tem sido abordado no terceiro ano. Tem sido trabalhado de forma teórica e aplicado na resolução de equações polinomiais.

2 - O senhor aplica exemplos da vida prática em suas aulas de números complexos? Quais?

R - Rapaz, na prática, a nível de ensino médio, eu utilizo já dentro da Física pra mostrar que, com o auxílio da unidade imaginária, nós podemos dar um giro em um vetor de 90 graus. E, mostrando que no caso das equações, mesmo de segundo grau, há soluções para todas elas. Os alunos se surpreendem quando eu dou um probleminha que é básico. Por exemplo, dividir o número 10 em duas partes de modo que o produto dê 40. Eles tentam fazer isso na calculadora e notam que não é possível, montam uma equação e caem num resultado básico, que é o discriminante negativo. A partir daí, eu mostro a importância dos números complexos. Na prática, no ensino médio a gente aplica é só resolvendo equações.

3 - O senhor considera importante que sejam aplicados exemplos nas aulas? Existem vantagens? Quais?

R - É importante para fixar ideias e formalizar a importância do conteúdo. Por ser um conteúdo relativamente recente no contexto histórico, a sua aplicação a nível médio ainda é escassa. Por exemplo, eu comento nas aulas que existe o Teorema Fundamental da Álgebra que afirma que para uma equação de grau k , existem k raízes. Isso muitas vezes só é possível se considerarmos os números complexos.

4 - Na estrutura curricular da disciplina de Matemática relativa aos números complexos existe alguma referência a aplicações?

R - Todo o conteúdo da área de Matemática, ao nível do ensino médio (principalmente) nós procuramos abordar os conteúdos de forma teórica e prática. Mas na verdade, no currículo da disciplina não constam essas aplicações. O professor em sala de aula é que vai buscar isso aí.

5 - O senhor considera importante que o IFPI apresente uma estrutura curricular da Matemática, relativa ao tema tratado acima, voltada para aplicações práticas?

R - Sim. É importante. Embora não se trabalhe isso nos planejamentos. Isso eu já falei: nossos planejamentos são falhos. Pois ao iniciarmos cada ano, pouco tempo é dedicado ao planejamento; tendo às vezes, que o professor definir em sala de aula o que será visto naquele ano. Já que não houve um encadeamento de conteúdo entre os professores. Inclusive, esse assunto dos números complexos, não está na programação do Novo ENEM. O que mostra, por exemplo, que o professor em sala de aula vai definir como falar ou se mesmo vai falar neste assunto, em sala de aula. Certamente, falará nesse assunto. Como sugestão, proponho que os planejamentos sejam feitos com os professores das áreas técnicas. Inclusive, há queixas de alunos com relação a essa interação entre as disciplinas básicas e as específicas.

6 - O senhor tem sugestões para melhorar o ensino dos números complexos nos cursos técnicos do IFPI? Quais?

R - Rapaz, essa pergunta aí foi boa. Bom, seria importante tratarmos a história dos números complexos, para fazer com que professor e aluno percebam que é um assunto que até o século XIX, ainda estava se formalizando e que no século XVI ainda se discutia a existência dos números negativos, uma vez que os números não surgiram na sequência que

abordamos em sala de aula. Acho que só, após estas colocações é que deveríamos partir para as operações com esses números e possíveis aplicações.

A entrevista com o professor A mostra que existem realmente falhas no ensino dos números complexos nos cursos de Eletrônica no IFPI. Essas deficiências surgem na própria elaboração do currículo da disciplina de Matemática. Pois segundo o entrevistado aponta, os próprios planejamentos são falhos. O professor é que acaba por ser responsável por todo o conteúdo a ser ministrado. Naturalmente, essa é uma situação que tem que ser urgentemente sanada.

Outro aspecto importante da entrevista refere-se à questão do ensino dos números complexos estar voltado apenas para temas da própria Matemática, para a resolução de equações polinomiais. Isto mostra também que há a necessidade de um intercâmbio entre os professores da área técnica com os da área de Matemática através de um planejamento integrado, como sugere o professor A. Na prática, significa a aplicação da interdisciplinaridade no currículo, como abordado anteriormente na discussão dos teóricos que defendem tal metodologia.

8.2.2 Entrevista com o professor B

1 - Em qual ano do ensino médio e como tem sido abordado o tema dos números complexos para os cursos técnicos aqui no IFPI?

R - Ele é abordado no quarto ano, que corresponderia ao terceiro ano do ensino médio. Eu trabalhei no ano correspondente a esse módulo e confesso que a abordagem recai no tradicional. Você faz o pensamento numa linha meramente conceitual, abstrata, sem fazer links com a aplicabilidade. Pelo menos nos primeiros momentos, o aluno não percebe a importância dos números complexos nas aplicabilidades. Principalmente na área de engenharia elétrica, que é um lema interessante. Eu acredito que seria interessante um trabalho de modelagem matemática para melhorar esse entendimento. Eu me lembro que eu caí no tradicional. Embora eu tenha feito um pouco de abordagem histórica dos números complexos. Mas vejo que ainda é pouco. Não dá para deixar o aluno com o conceito perfeito.

2 - O senhor aplica exemplos da vida prática em suas aulas de números complexos? Quais?

R - Olha, como eu tinha falado anteriormente, uma abordagem interessante seria a modelagem matemática como mecanismo de apoio. Eu não fizesse caminho. Na verdade, eu fiz apenas comentários sobre a aplicação. Mas desse modo não foi possível colocar uma ideia concreta. Apenas citei a possibilidade do uso, mas não a própria aplicabilidade. O aluno quer sair daquele emaranhado de fórmulas. Mas o professor não busca formular uma situação cotidiana. Eu diria que não, que não fiz aplicações. Isto exigiria um estudo na área da Física, da Eletricidade e de outras matérias. Normalmente, o professor de Matemática fala que é importante, mas não mostra as aplicações. Aliás, eu lembro que uma vez convidei um professor de Engenharia Elétrica, o professor Francisco Santos, e ele fez quase que uma modelagem com o uso dos números complexos. Ou seja, eu trouxe uma pessoa que possui maior domínio para mostrar as aplicações. Os alunos gostaram bastante. Mas já foi no final do semestre, poderia ser ao longo do curso. Seria muito mais interessante, pois se estaria dando sentido àquilo que se está ensinando.

3 - O senhor considera importante que sejam aplicados exemplos nas aulas? Existem vantagens? Quais?

R - Olha, as aplicações são de extrema importância para o aprendizado. Primeiro que as aplicações podem estabelecer o elo com o cotidiano do aluno. Somente as aplicações possibilitam isto. As aplicações iniciam o princípio da modelagem matemática. Embora muitas vezes o professor faça-as de forma fechada. Isto termina ficando ainda um pouco conceitual. Mesmo que o problema seja relacionado com situações. Mas o aluno não vivenciou o fenômeno, não percebeu o movimento. O aspecto da criatividade fica a dever. Mas não deixa de ser uma situação que permita a visibilidade da Matemática. O ponto ideal é o aluno viver experiências, ter observações e avançar, permitindo que ele utilize os sentidos de percepção. O ensino trabalha em um aspecto inverso: lança-se um conceito abstrato distante da experiência e o aluno é conduzido por um movimento de conceitos que, muitas vezes ele não dá importância. O professor continua naquela linha tradicional, repetitiva e por aí vai. Mas, para isso, exigem-se novos conceitos, uma mudança que passa por uma formação continuada dos professores. Não basta um mestrado, é necessário um estudo com métodos que funcionem e os resultados sejam comprovados por pesquisas na área de Educação Matemática. Como fazer pedagogia de projetos em sala de aula? Como fazer o uso da modelagem na sala de aula? E assim todas as outras tendências atuais da Educação Matemática. Deveriam ser conduzidas de maneira prática. Em cima de um só tema. E depois e avançando em outros temas.

4 - Na estrutura curricular da disciplina de Matemática relativa aos números complexos existe alguma referência a aplicações?

R - Não. Eles não colocam aplicações. Eles colocam os números complexos como uma extensão dos conjuntos numéricos. Fica a cargo do professor possibilitar essa linha de aplicabilidade. Aí é que mora o perigo. Porque o professor muitas vezes não o faz. E quando tenta adotar aplicações é resolvendo exercícios relativos aos próprios números complexos. Fica preso à Matemática. Não externa os conceitos para utilizá-los num horizonte prático. Quando se fala em aplicabilidade, o professor entende como trabalhar exercícios correlacionados com os conceitos matemáticos.

5 - O senhor considera importante que o IFPI apresente uma estrutura curricular da Matemática, relativa ao tema tratado acima, voltada para aplicações práticas?

R - Sim. Eu diria não só importante, mas de fundamental importância, para fazer jus à própria instituição, que é tecnológica. Fazer conceber um ensino voltado para as tecnologias. Não é interessante explicar este assunto sem aplicações, para serem feitas somente no futuro por um outro professor. Por que não o professor de Matemática fazer essas aplicações? Inclusive nas notações específicas da Engenharia? Normalmente o engenheiro tem um conhecimento matemático, tem uma Matemática mais prática, porque utiliza-a no dia-a-dia. Seria interessante uma ponte entre os professores das diferentes áreas, buscando uma interdisciplinaridade. Sem isso, o ensino fica fragmentado. Acabam se formando blocos de ensino: "ilhas" que não estimulam o aluno. Muitas vezes os professores são levados a pensar que o aluno não tem interesse. Mas, na verdade, é própria abordagem que não produz significados para os alunos. Você tem que mostrar ao aluno que aquilo é uma ferramenta indispensável para ele.

6 - O senhor tem sugestões para melhorar o ensino dos números complexos nos cursos técnicos do IFPI? Quais?

R - É o que eu estava falando, primeiro aproximar-se da pesquisa em Educação Matemática, acompanhar os trabalhos relacionados com temas práticos e ao mesmo tempo trazer esses resultados para a sala de aula. Utilizar o resultado das pesquisas na metodologia. Eu vejo que todo professor tem essa natureza de um eterno aprendiz, para converter essa ferramenta na vida prática. Então, minha sugestão é aproximar-se das pesquisas e trazer para a sala de aula. Se conheci o método e tive sucesso, devo apresentá-lo aos colegas. Mas isso demanda muito esforço. Eu vejo que em nossa escola cada professor se

isola em suas velhas práticas. L' corre-se o risco de cada um achar que está apresentando seu assunto de forma atual. Eu vejo que a ação do professor e do educador matemático tem uma singularidade que conduz para uma individualidade no processo educacional. Diz muito do perfil de cada profissional. Mas não inviabiliza de se mudar o perfil. Embora eu ache que não se ensina metodologias. Mas se pode melhorar esse olhar para a prática. Um olhar mais detalhado com preocupações de mudança. Mas é necessário muito esforço. Até mesmo para oxigenar a própria vida profissional.

Nesta entrevista ficou ainda mais clara a percepção do professor de que é necessária uma mudança na metodologia de ensino dos números complexos no IFPI. O professor B colocou alguns pontos que são considerados relevantes para o problema da pesquisa. Quais sejam:

- a) O ensino dos números complexos para o curso de Eletrônica do IPPI é feito de forma meramente conceitual e abstrata. Portanto, descontextualizada;
- b) A ideia de um processo prático como a modelagem matemática, como mecanismo de apoio;
- c) O ensino dos números complexos deve estar voltado também para aplicações tecnológicas como elemento motivador da aprendizagem e não somente apresentado como um emaranhado de fórmulas.

Diante das afirmações do professor B, vê-se que realmente existe a necessidade de um ensino direcionado para a área técnica, de forma contextualizada. Conforme ele argumenta, trata-se de uma instituição de cunho tecnológico. Portanto, o que se espera são novos procedimentos no IFPI. Para que se atinja esse objetivo, há que se adotar uma pedagogia orientada por projetos, envolvendo a interdisciplinaridade, como exemplifica o professor B na entrevista. Isto vem confirmar o que se levantou na teoria. Ou melhor, o papel da interdisciplinaridade no processo de ensino aprendizagem. No caso aqui, aplicado ao ensino dos números complexos no IFPI.

8.2.3 Entrevista com o professor C

1 - Em qual ano do ensino médio e como tem sido abordado o tema dos números complexos para os cursos técnicos aqui no IFPI?

R - No terceiro ano. Em geral, os professores de Matemática têm algumas dificuldades nas aplicações dos conhecimentos de números complexos nas diversas áreas. Então, a maioria deles se restringe ao desenvolvimento dos conteúdos do ponto de vista teórico. No entanto, podemos visualizar os números complexos como um instrumento que serve para operações de rotação e facilitar operações no espaço R^2 com vetores utilizando o produto. Isto vai refletir nas aplicações que eu mesmo não tenho muito conhecimento.

2 - O senhor aplica exemplos da vida prática em suas aulas de números complexos? Quais?

R - Em geral utilizo do conhecimento histórico do desenvolvimento do estudo dos números complexos para mostrar a natureza humana na busca de novos métodos e técnicas para resolver problemas até então não solucionados.

3 - O senhor considera importante que sejam aplicados exemplos nas aulas? Existem vantagens? Quais?

R - Sim. Podemos fazer uma reflexão sobre a formação dos professores que atuam na educação básica, que muitas vezes não tiveram no seu desenvolvimento profissional uma preocupação com as aplicações dos conteúdos estudados e conseqüentemente isto dificulta o desenvolvimento de aplicações práticas nas suas aulas, restringindo-se a exemplos teóricos. As vantagens existem devido a muitos cursos que fazem uso dessa teoria.

4 - Na estrutura curricular da disciplina de Matemática relativa aos números complexos existe alguma referência a aplicações?

R - Sim. De forma superficial que não dá embasamento para o professor desenvolver as aplicações efetivamente.

5 - O senhor considera importante que o IFPI apresente uma estrutura curricular da Matemática, relativa ao tema tratado acima, voltada para aplicações práticas?

R - Sim. Isto é importante porque o IFPI tem vários cursos que fazem uso deste conteúdo, destas aplicações.

6 - O senhor tem sugestões para melhorar o ensino dos números complexos nos cursos técnicos do IFPI? Quais?

R - Sim. A primeira sugestão seria que fosse feita uma interpretação geométrica dos números complexos, pois as suas aplicações dependem muito destas interpretações. A segunda é que os professores que desenvolvem este conteúdo devem interagir mais efetivamente com os professores da área técnica, para que possam compreender e desenvolver as aplicações a ela inerentes. Terceira, que as coordenações estabeleçam esta relação entre os professores que desenvolvem o conteúdo dos números complexos e os profissionais da área técnica, que utilizam este conhecimento.

Consideram-se os pontos mais importantes da entrevista com o professor C a necessidade de uma interpretação geométrica dos números complexos, bem como a interação entre os professores das áreas técnicas.

O posicionamento do professor C ratifica o posicionamento dos entrevistados A e B, colocando a imprescindibilidade de uma junção dos professores das áreas técnicas e os da Matemática, em planejamento integrado; ou seja, a prática da interdisciplinaridade como forma de se poder melhorar o ensino dos números complexos. Isso pressupõe uma atitude por parte dos dirigentes de ensino do IFPI no sentido de promover tais práticas, como disse o professor C, exemplificando em relação aos coordenadores.

8.3 O Perfil dos Alunos da Turma Pesquisada

Foi pesquisado um total de 20 alunos, que se encontravam presentes no dia de aplicação do questionário; no entanto, o total de alunos da turma é 24 alunos. A partir de um questionário elaborado e aplicado aos alunos da turma pesquisada, após a análise dos dados, obteve-se o resumo apresentado em forma de tabela, na página seguinte:

Questão	Enunciado	Resultados			
1	Qual é a sua idade?	65% tem entre 18 e 19 anos	15% têm entre 17 e 18 anos	10% têm entre 16 e 17 anos	10% têm acima de 19 anos
2	Qual é o seu sexo?	73% são do sexo masculino		27% são do sexo feminino	
3	Há quanto tempo estudam no IFPI?	100% afirmaram que estudam há quatro anos			
4	O quanto gostam de estudar matemática?	42% afirmam que gostam muito, além dos conteúdos vistos em sala de aula	57% afirmam que gostam de forma regular somente o suficiente para passar de ano	1% afirma que gostam pouco. Menos do que o conteúdo visto em sala.	
5	Você já repetiu algum ano na escola?	91% responderam que não		9% disseram que sim, no ensino fundamental	
6	Você já repetiu em alguns dos anos a disciplina de matemática	100% responderam que não			
7	Você mora:	90% responderam que moram com os pais		10% responderam que moram com parentes	
8	A distância entre sua casa e a escola é:	50% responderam que a distância é acima de 6 km, na área urbana de Teresina	15% responderam que é entre 4 e 5 km	20% responderam que é entre 4 e 5 km	
9	Para você a tranquilidade e as condições materiais (ambiente silencioso, sala de estudo, mesa, computador etc) no ambiente de sua moradia para estudar é:	65% responderam que é bom	20% responderam que é ótimo	10% responderam que é regular	5% responderam que é péssimo
10	Você já trabalhou em algum projeto educacional promovido pela escola?	100% responderam que não			
11	Quanto tempo você dedica por dia aos estudos além do tempo em que permanece na escola?	35% responderam em torno de 4 horas	20% responderam em torno de 1 hora	35% responderam em torno de 2 horas	10% responderam nenhum tempo
12	Você é ou já foi monitor da disciplina de matemática?	100% responderam que não			
13	Quais dos temas estudados em matemática que você mais gostou?	50% citaram Análise combinatória. A maioria argumentou que é porque é de fácil visualização.	40% das opiniões dividiram-se entre matrizes, determinantes, geometria, trigonometria, polinômios e equações. Alguns argumentaram que são temas mais concretos (geometria e trigonometria) e por ser de simples manipulações (equações, polinômios, Matrizes e determinantes).	Apenas 10% citaram os números complexos.	
14	Qual é a sua opinião a respeito da utilidade da matemática na sua vida pessoal?	80% consideram a matemática importante para a vida e para a profissão, mas não detalharam esse nível de importância.	15% afirmaram que é importante para a vida profissional e pessoal e citaram algumas aplicações como nas áreas científicas tecnológicas.	5% consideram que a matemática não tem nenhuma importância para a vida pessoal e profissional.	
15	Você acha que o IFPI promove o ensino da matemática orientado para a sua profissão? Justifique.	15% responderam que não. E acrescentaram que a matemática está mais voltada para o ensino médio.	15% responderam que não. E acrescentaram que a matemática está mais voltada para o ensino médio.	15% responderam que promove em alguns assuntos e em outros não.	10% responderam que sim. Mas não justificaram.

Figura 16 – Perfil dos Alunos do Curso Técnico em Eletrônica do IFPI

Fonte: O autor, 2009.

Pela análise dos resultados do questionário, pode-se traçar o perfil médio do aluno desta turma. Colocando-se os seguintes tópicos conclusivos.

- a) É uma turma formada de jovens;
- b) A maioria é do sexo masculino;
- c) Com um tempo médio de 04 (quatro) anos que estuda no IFPI;
- d) Gostam de estudar Matemática;
- e) Com índice de repetência baixíssimo;
- f) Moram um pouco distante da escola, já que o IFPI está localizado no centro de Teresina e os bairros mais distantes da área central da cidade estão a cerca de 15 Km;
- g) Dispõem de um bom ambiente de estudo em casa; considera-se este um fator de muita importância para a aprendizagem;
- h) Nunca trabalharam em nenhum projeto promovido pela escola. Este é um problema preocupante. Pois o que se espera de uma instituição de ensino, principalmente da área de tecnologia, é que engaje seus alunos e professores em projetos; sejam de cunho meramente acadêmico, social, ou de extensão, fazendo com que a escola cumpra o seu papel de agente de transformação da sociedade, proporcionando ações de desenvolvimento e cidadania;
- i) Dedicam pouco tempo aos estudos; considera-se, pelos percentuais colhidos, que há necessidade de que os alunos sejam estimulados a se dedicarem mais aos estudos além da sala de aula;
- j) Nunca foram monitores da disciplina de Matemática; na verdade, isto se deve ao fato de que no IFPI não há um programa de monitoria no ensino médio. Seria de grande importância a criação de um sistema de monitoria para os alunos;
- k) No que tange aos temas que gostam de estudar em Matemática, percebeu-se uma tendência maior para a análise combinatória; acredita-se que isto se deve ao aspecto prático deste tema. O que confirma a posição defendida por esta dissertação, através dos teóricos e das entrevistas com os professores. Ou seja, é possível inferir pelos dados, que é necessário um estudo da Matemática de forma mais concreta possível. No caso dos números complexos, apenas 10% citaram este tema. Considerando-se a amostra de 20 alunos pesquisada, isto significa que apenas dois alunos demonstraram gosto pela teoria dos complexos. Julga-se que isso se deva ao fato de que a forma de apresentação deste assunto pelos

professores de Matemática seja limitada à própria Matemática, como colocaram os professores entrevistados.

- l) A maioria considera a matemática como um fator importante para a vida pessoal e profissional, embora apenas alguns poucos tenham explicado o porquê dessa importância;
- m) A maioria respondeu que o IFPI não promove o ensino orientado para a profissão; julga-se este ponto crítico. Já que se trata de uma instituição de cunho tecnológico, em que a Matemática deveria apresentar-se como uma ferramenta fundamental nos estudos dos alunos e para isso o Instituto deve participar ativamente por meio de seus órgãos de ensino: pró-reitorias, diretorias, chefias e coordenações.

8.4 Análise dos Resultados do Questionário de Avaliação das Atividades

Nestes resultados foram pesquisados 22 alunos, de um total de 24 alunos. O questionário encontra-se no Apêndice F.

Questão	Enunciado	Resultados			
1	Acerca do método de ensino que adota a formação de equipes pelos alunos para que resolvam os exercícios de forma interativa.	13,6% acham indiferente a eficácia deste método quando comparado ao expositivo	50% acham que o método interativo é mais eficaz que o expositivo	36,45 acham que o método interativo é mais eficaz que o expositivo. Mas é necessária pelo menos uma introdução expositiva do assunto.	
2	Acerca do nível das questões propostas nas atividades.	77% acham que está adequado ao nível da turma e contribui para o aprendizado.		22,7% acham que está acima do nível da turma.	
3	Em relação à contextualização das questões em relação à disciplina de Análise de Circuitos.	13,6% acham que são pouco contextualizadas	27,3% acham que estão contextualizadas, mas não proporcionam o aprendizado.	59,1% acham que são contextualizadas e proporcionam o aprendizado.	
4	Em relação à organização do trabalho coletivo em sala de aula.	18,65% acham que não há organização.	40,9% acham que há organização, mas não suficiente para o bom desempenho das atividades.	45,45% acham que são contextualizadas e proporcionam o aprendizado.	
5	Com relação As atividades propostas envolvendo números complexos.	9,1% acham que pouco contribuem para o conteúdo da disciplina de Análise de Circuitos.	86,4% acham que contribuem para o conteúdo de Análise de circuitos.	4,5% acham que foram propostas de forma abstrata fora da realidade da disciplina das atividades.	
6	Com relação a simbologia utilizada e o enunciado das questões.	13,6% acham que a maioria dos símbolos utilizados e enunciados foram de difícil interpretação.	9,1% julgam completamente confusos.	45,5 acham que são pouco claros permitindo apenas em entendimento parcial.	32,3% acham que são claros e permitem um completo entendimento.
7	Com relação ao papel do professor que aplicou a atividade.	9,1% acham que ele não é objetivo.		90,9% acham que ele é objetivo e colabora o necessário nas atividades	
8	Em relação ao nível das questões propostas comparado ao nível de conhecimento dos alunos.	45,5% acham que as questões foram no nível deles.		54,5 acham que ele é objetivo e colabora o necessário nas atividades.	
9	Com relação à proposta de aplicações dos complexos em circuitos de corrente alternada.	9% acham que não é interessante		91% acham que é interessante para a compreensão de ambos os temas.	
10	Com relação à escolha de estudar o tema dos números complexos com aplicações contextualizadas.	4,5% acham que não é necessária a contextualização	50% acham que é melhor estudá-lo no contexto de uma situação real	40,9 acham que é melhor estudá-lo com aplicações. Porém, limitadas à eletrônica.	4,6 acham que é melhor estudá-lo sem aplicações e com enfoque específico no assunto dado.

Figura 17 – Resultados dos Questionários de Avaliação das Atividades

Fonte: O autor, 2009.

Pela análise dos resultados do questionário, pode-se concluir o que segue:

- a) a maioria dos alunos valorizou a metodologia com formação de equipes com trabalho interativo; acredita-se que isso se deva à troca de experiências entre as equipes o que facilita a solução dos problemas e portanto motiva-os mais a aprender;
- b) a maioria dos alunos julgou que as questões estão nos seus níveis de conhecimento; considera-se este item importante, por dar uma maior segurança ao pesquisador de que não colocou nenhum tema que viesse a prejudicar o entendimento dos alunos, trazendo prejuízos ao aprendizado;
- c) com relação à contextualização, 59,1% dos alunos considerou que as atividades foram contextualizadas e proporcionaram um maior entendimento do assunto. Esse item é talvez o mais importante de todos, porque ele ajuda sobremaneira na resposta à pergunta do problema da pesquisa, já que o que se desejava descobrir era se as atividades contextualizadas proporcionavam uma melhoria na aprendizagem dos números complexos. Observa-se que os dados convergem para uma resposta positiva por parte da turma pesquisada;
- d) Em relação ao nível de organização na aplicação das atividades, a maioria considerou que estava satisfatório. Não se pode aqui estabelecer o porquê dos que não ficaram satisfeitos, até mesmo porque não se pôde observar qualquer reclamação sobre este tópico em sala de aula na aplicação das atividades.
- e) Em relação às atividades envolvendo números complexos, a maioria (86,4%) considerou que contribui para o aprendizado da disciplina de Análise de Circuitos; esse resultado é um dos pontos convergentes para a resposta positiva ao problema da investigação. A partir do cruzamento deste item com o item c, é possível verificar que os alunos perceberam e valorizaram a importância de atividades contextualizadas envolvendo esse conjunto numérico;
- f) em relação à simbologia utilizada na pesquisa, pelos resultados colhidos considera-se que não foi atingido este objetivo. Acredita-se que se deva ao fato de que a vivência dos alunos com circuitos de corrente alternada ainda era muito incipiente à época em que as atividades foram propostas;
- g) com relação ao papel do professor que aplicou as atividades, a grande maioria julgou que ele foi objetivo; ou seja, na visão de 90,9% dos alunos, o professor se fez entender no que estava apresentando e colaborou para um maior entendimento dos alunos;

- h) com relação à proposta de se estudar os números complexos aplicando-os nos circuitos de corrente alternada, considera-se esse objetivo atingido, uma vez que 91 % dos alunos acham interessante para compreensão de ambos os temas e uma das propostas do trabalho foi apresentar os números complexos como ferramenta para compreensão dos circuitos de corrente alternada. Neste caso, considera-se a posição da maioria dos alunos como uma percepção da importância desse conjunto numérico na resolução dos problemas em circuitos de corrente alternada;
- i) em relação à proposta de se estudar os números complexos em uma situação contextualizada, a grande maioria aprovou a ideia, embora tenha havido uma certa divisão de opiniões com relação às aplicações serem mais gerais ou apenas limitadas à Eletrônica. Apenas uma minoria considerou importante o estudo desse tema limitado à própria Matemática. Desse modo, é possível concluir como resultado a aprovação da contextualização pela turma.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo que foi realizado no âmbito do IFPI é possível visualizar-se ainda se tem um longo caminho a percorrer no ensino da Matemática. Principalmente nos cursos profissionalizantes, em que a necessidade de contextualização é um fator de motivação para os estudantes. Acredita-se que um ensino baseado em situações do cotidiano de uma determinada profissão, tanto auxilia na compreensão dos processos matemáticos envolvidos como estimula a criatividade dos alunos para aplicarem os conhecimentos matemáticos em novas situações.

Outro aspecto importante a ser levantado é que o tema dos números complexos não está sendo trabalhado no IFPI, por exemplo: explorando o conteúdo trigonométrico associado aos complexos, quando são feitas análises gráficas envolvendo ambos os conteúdos. Julga-se que isso tornaria mais claro para os estudantes que na verdade não se trata de um conjunto com números imaginários, mas números que são apresentados em uma forma bidimensional, com um amplo leque de aplicação na eletrônica, bem como em outros temas, que não só os circuitos de corrente alternada, como por exemplo: na análise em frequência de sistemas de controle, no comportamento dos filtros passivos e ativos, entre outros.

Buscou-se também neste trabalho a orientação para atividades com os alunos acreditando-se que não tem sido uma prática comum no IFPI. Pelo que se percebeu nas entrevistas com os alunos, as aulas são baseadas em métodos expositivos com o estudante simplesmente decorando fórmulas e substituindo nas mesmas os dados em cada exercício proposto. Do mesmo modo, na entrevista com os professores pôde-se detectar que as aplicações são limitadas à própria Matemática, não havendo uma prática interdisciplinar. Segundo os entrevistados, não há um trabalho por parte do IFPI visando à interdisciplinaridade entre a Matemática e as outras disciplinas.

O problema da pesquisa, como já mencionado antes, foi voltado para a investigação do interesse dos alunos sobre o tema dos complexos quando este tema é inserido na Análise de Circuitos em Corrente Alternada. Pelos resultados apresentados no Capítulo 9, é possível verificar que os alunos gostaram de estudar o tema dos números complexos no contexto apresentado, quando, em sua maioria, responderam aos questionários demonstrando satisfação com a realização das atividades. Por outro lado, alguns entrevistados revelaram dificuldade para expressar com mais clareza a real importância das atividades para o aprendizado dos conteúdos expostos nos exercícios. Mas, acredita-se, isso se deva ao pouco

tempo que se teve para que os alunos pudessem amadurecer os assuntos e portanto formar uma ideia que se aproximasse mais da resposta ao problema da pesquisa.

Com relação às entrevistas dos professores, considerou-se que eles responderam às perguntas de forma satisfatória, uma vez que já possuem uma certa vivência com o tema apresentado e com os problemas estruturais de ensino no IFPI.

A partir desse panorama em que se encontra o ensino dos números dos números complexos, pode-se afirmar que são necessárias mudanças de atitude por parte do IFPI, no sentido de promover ações que venham a despertar um maior interesse dos alunos pelo estudo dos números complexos. Entre as mudanças, sugerem-se aqui algumas:

- a) elaboração de um currículo integrado, com a participação dos professores de todas as disciplinas buscando a interdisciplinaridade;
- b) a criação de projetos pautados em práticas interdisciplinares, com a participação os alunos e dos professores de Matemática e Eletrônica;
- c) estímulo e valorização de atividades interativas entre os alunos, no estudo de Matemática;
- d) além das aulas expositivas, a apresentação do tema dos números complexos através de problemas a serem resolvidos pelos alunos;
- e) elaboração de apostilas e outros instrumentos bibliográficos que possam complementar o conteúdo visto em sala de aula.

Supõe-se que sendo adotadas as sugestões colocadas, além de outras que possam surgir do encontro dos agentes que participam deste processo, vai-se conseguir uma melhoria considerável no ensino dos números complexos, pois estas propostas vêm ao encontro dos interesses de alunos e professores do curso de Eletrônica, portanto do IFPI, como visto nesta pesquisa.

Finalmente, o que se quis propor foi uma nova maneira de enxergar a matemática no ensino técnico-profissional. Portanto acredita-se que muito do que se colocou neste trabalho, pode ser aplicado a outros conteúdos em outras áreas do ensino profissionalizante.