NÚMEROS COMPLEXOS E CORRENTE ALTERNADA: UM CONTEXTO INTERDISCIPLINAR

Andréa Cantarelli Morales – acmorale@ucs.br
Cassiano Scott Puhl – c.s.puhl@hotmail.com
Isolda Gianni de Lima – iglima@ucs.br
Universidade de Caxias do Sul – UCS – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis
95070-560 – Caxias do Sul – RS

Resumo: *Este artigo apresenta uma consulta sobre o conhecimento de números complexos, que são aplicados em cálculos no estudo de correntes alternadas. O estudo foi feito com alunos da disciplina de Eletricidade e Instrumentação, que integra o currículo de diversos cursos de Engenharia. Os resultados apontam uma disparidade entre as realidades dos alunos que estudaram em escolas públicas ou particulares com relação ao conhecimento sobre números complexos e alguma vivência em atividades relacionadas a operações com esses números. A teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel, e conceitos de interdisciplinaridade, segundo Ivani Fazenda, fundamentam as reflexões, discussões e providências pedagógicas sugeridas, visando recuperar lacunas ou defasagens quando identificadas. Como metodologia, considerou-se a subjetivista reflexiva, na qual o sujeito age e interage com o objeto para construir conhecimento. No decorrer do trabalho, também se considera as diferentes linguagens utilizadas na representação de números complexos, como aspecto que pode ser relevante na identificação dos mesmos conceitos, levando em consideração, especialmente, as formas de expressão dos números complexos na Matemática e em circuitos elétricos em corrente alternada.*

Palavras-chave*: Circuitos elétricos, Números complexos, Aprendizagem significativa, Interdisciplinaridade.*

1. INTRODUÇÃO

Os conhecimentos de formação básica das Ciências Exatas constituem um lastro de informações, aplicação e fundamentação para a construção de novos conceitos, específicos em cursos de Engenharia. A Matemática, a Física, a Química e a Biologia podem estar, em combinações variadas, formando redes de subsídios que sustentam novas aprendizagens. Referiu-se que é possível uma rede de relações, pois os diversos panoramas didáticos e pedagógicos apresentam concepções e práticas muito diversas e, por vezes, o contexto interdisciplinar não toma forma, nem se forma, nas estruturas cognitivas dos estudantes.

No caso deste trabalho, propõe-se uma reflexão sobre um contexto naturalmente interdisciplinar no qual conceitos de Matemática são utilizados para construir conceitos de eletricidade. A Matemática é capaz de desencadear diversos sentimentos em cada estudante, apenas por se mencionar, por exemplo, em uma turma de Engenharia, que serão realizadas atividades que requerem cálculos envolvendo números complexos. Só a expressão números *complexos* gera, em muitos, reações de desagrado e preocupação. E nada disso tem muito sentido, pois a Matemática, ao contrário, quando está presente como conhecimento prévio, não apenas ancora novas construções cognitivas, como, tendo sentido os seus conceitos requeridos, suficientemente para serem reconhecidos com recursos de apoio, é o pilar de novas aprendizagens significativas. Porém, muito deste sentimento adverso fica como lembrança marcante ao se tentar resgatar algumas representações e significados em torno de algum conhecimento de Matemática, que, nesse caso e para muitos estudantes, resulta de uma visão utilitária e não decifrável, de uma linguagem simbólica, definida de forma abstrata e muitas vezes de difícil compreensão.

Vivenciando essa realidade, comum em aulas de cursos de Engenharia, buscou-se identificar a extensão dessas necessidades. Para tanto, foi realizada uma consulta a alunos da disciplina de Eletricidade e Instrumentação, oferecida para alunos dos diversos cursos de Engenharia. Como instrumento de pesquisa, aplicou-se um questionário e, com a análise dos dados, verificou-se sua receptividade e interação com relação ao reconhecimento e aplicação de operações com números complexos para resolução de atividades sobre eletricidade em corrente alternada. Além disso, foi possível a identificação de dificuldades com relação às diferentes linguagens utilizadas na própria Matemática e no ambiente da aula de Eletricidade e Instrumentação.

Neste artigo, apresenta-se tal contexto como interdisciplinar, numa reflexão que surge de uma experiência de interação e discussão sobre conhecimentos relacionados e interesse pedagógico, entre uma professora de Eletricidade, uma de Matemática e um mestrando em Ciências e Matemática, Esses, consideram o objeto a ser construído e a transformação do sujeito que aprende, levando-o a novos conhecimentos, e, assim, utilizam uma metodologia reflexiva e subjetivista sendo o sujeito o principal agente sobre o objeto (BRANDÃO; STRECK, 2011).

Como referencial teórico, considera-se a aprendizagem significativa, de David Ausubel (AUSUBEL *et* al, 1980), em que o aprendizado parte de conhecimentos prévios dos indivíduos, sendo que o novo conhecimento se forma a partir de conhecimentos já existentes e da transformação, também desses, no processo de construção de novos conhecimentos.

Sendo o cenário interdisciplinar, de conhecimentos relacionados, entre as questões matemáticas e a análise de circuitos elétricos, os estudos tiveram como fonte os conceitos apresentados por Ivani Fazenda, que considera que para se pensar interdisciplinarmente, deve-se partir do princípio de que nenhuma forma de conhecimento é em si mesma racional, mas que devemos interagir com outras formas de conhecimento e ao mesmo tempo nos deixar interpenetrar nelas (FAZENDA, 2005, p.17).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este artigo focaliza em especial as concepções prévias de estudantes sobre números complexos, tema que já foi objeto de diversos estudos, como consta em Manzon (2010), e que constitui um conhecimento prévio a ser aplicado na resolução de problemas sobre circuitos em correntes alternadas. A origem deste trabalho remonta à teoria de Ausubel, no conceito chave denominado por este autor de aprendizagem significativa: um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. (AUSUBEL *et al*, 1980, MOREIRA; MASINI, 2001-2011).

Assim, quando algo de um conhecimento novo se relaciona com algo que o indivíduo já conhece, que já faz parte da sua estrutura cognitiva, essa nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica. Esse conhecimento prévio é chamado por Ausubel de subsunçor, e a aprendizagem significativa somente ocorre quando a nova informação tem ancoragem em subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva de quem está recebendo a informação. Para Ausubel, a estrutura cognitiva do indivíduo é altamente organizada formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados a conceitos mais gerais, e essa hierarquização nada mais é do que a hierarquia dos subsunçores. Com a estruturação de um novo conhecimento, há a modificação e o crescimento (também de alguns subsunçores), já que a nova informação teve ancoragem nos mesmos.

Em oposição, Ausubel define aprendizagem mecânica como sendo "a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva." (MOREIRA; MASINI, 2001-2011, p.18). Ainda, segundo Ausubel, nos adultos, ocorre a assimilação de conceitos "que é a forma pela qual adquirem novos conceitos, pela recepção de seus atributos criteriais e pelo relacionamento desses atributos com ideias relevantes já estabelecidas" (MOREIRA; MASINI, 2001–2011, p. 20). Para uma melhor assimilação de conceitos, Ausubel sugere a utilização de organizadores prévios, materiais apresentados ao aluno antes da informação em si, que servem de ponte cognitiva entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber, sendo utilizados na estrutura cognitiva do aluno para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

No sentido de evidenciar a aprendizagem significativa, Ausubel esclarece que somente questionando os alunos sobre os conceitos supostamente aprendidos, há grande chance de se obter respostas prontas, mecanizadas. Para uma real confirmação da aprendizagem é necessária a apresentação de questões ou problemas novos e não familiares ao aprendiz, problemas que impliquem numa alteração do conhecimento existente.

A teoria de Ausubel não é exatamente nova. Mas o que se considera relevante é, do ponto de vista de uma teoria educacional, o fato de gerar quadros teóricos fecundos e consistentes. Uma prova disso são publicações, bastante recentes, que tratam da teoria de Ausubel, como em Moreira e Masini (2001–2011).

No contexto deste estudo, é fundamental considerar também a interdisciplinaridade que advém, naturalmente, da relação entre os conceitos a serem aprendidos, uns como novos e outros como pré-condições – algumas vezes frágeis ou inexistentes para os estudantes - como âncoras aos novos conhecimentos. O conhecimento a construir exige articulação com objetos de estudo de diferentes disciplinas em um contexto relacionado ao campo de atuação do aprendiz. Essa articulação é um dos sentidos da interdisciplinaridade, que orienta princípios pedagógicos que precisam estar presentes nas ações educativas.

Promover ações interdisciplinares no processo de ensinar prevê que o aprendizado não seja conduzido de forma isolada pelo professor, menos ainda, que os conteúdos se reduzam a uma exposição de tópicos. Uma atitude interdisciplinar requer a busca por alternativas para conhecer mais e melhor. É uma atitude de reciprocidade que impele à troca e ao diálogo com pares idênticos, com pares anônimos ou consigo mesmo, é uma atitude de desafio perante o novo e desafio de redimensionar o velho. Para isso, é também uma atitude de envolvimento e comprometimento com os projetos e com as pessoas neles envolvidas, que exige compromisso em construir sempre da melhor forma possível. (FAZENDA, 1994).

Assim, ainda conforme Fazenda, (1991), são fundamentos para um ensino interdisciplinar, o diálogo do professor com sua prática pedagógica, com seus conhecimentos e com uma autocrítica das suas experiências de ensino. Além disso, a prática da interdisciplinaridade requer a abertura e disposição para a parceria, uma forma de incitar o diálogo com outras formas e fontes de conhecimento e o ingresso em seus universos. Essa parceria representa um modo de experimentar outras formas de racionalidade, nenhuma suficiente em si mesma.

Os conceitos de interdisciplinaridade trabalhados neste artigo estão relacionados com a ousadia da busca, visando transformar a insegurança em um exercício de pensar, de construir, valorizando o diálogo e a aceitação do pensar do outro, o que, conforme Fazenda (2005), exige a passagem da subjetividade para a intersubjetividade.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA REALIZADA E RESULTADOS OBTIDOS

Este artigo teve como princípio a vivência de uma professora de eletricidade, que ao trabalhar circuitos de corrente alternada com seus alunos da Engenharia, pôde observar, muitas vezes, que vários alunos não tinham conhecimento sobre números complexos e que poucos indicavam que já haviam tido tal vivência. Este fato implica em dificuldades na resolução de problemas sobre tais circuitos. Em discussões com uma professora universitária de matemática, surgiu a oportunidade de uma maior reflexão no que diz respeito ao processo interdisciplinar relacionado com as ciências básicas, no caso a Matemática, e a construção de conhecimento para análise de circuitos elétricos em corrente alternada, envolvendo a reconstrução de conceitos relacionados aos números complexos.

Com o posterior envolvimento de um professor de matemática do Ensino Médio e mestrando em Ciências e Matemática nas discussões acima, objetivou-se conhecer a condição dos alunos sobre esse conhecimento e melhorar a questão interdisciplinar com relação à construção dos conceitos tratados em números complexos. Isso ocorreu pelo fato de os alunos vivenciarem esse processo inicial do conhecimento justamente no Ensino Médio e que posteriormente é retomado em diferentes aplicações na graduação, já com enfoque direcionado para as respectivas áreas da Engenharia, como no caso deste trabalho, que considera a análise de circuitos elétricos em corrente alternada.

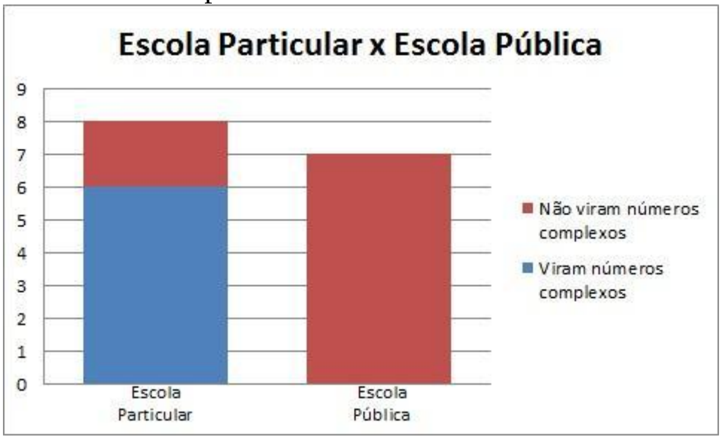
Para o desenvolvimento da pesquisa utilizou-se um questionário, que foi aplicado a uma turma de alunos de diversos cursos de Engenharia, em uma disciplina de Eletricidade e Instrumentação. O questionário teve o objetivo de buscar o conhecimento, formado ou não, dos alunos sobre o conteúdo de números complexos.

Por se tratar de aula de eletricidade, é comum a representação do número complexo na forma algébrica, $a+bi$, ou na geométrica (a,b), num referencial cartesiano, chamado de plano complexo, que identifica os componentes a e b como catetos de um triângulo retângulo, o que favorece a representação na forma trigonométrica dos números complexos. Nessa aula de eletricidade, um caso particular de utilização das coordenadas polares também é utilizado, pois o número complexo fica determinado pelo módulo do vetor que o representa e pelo ângulo que faz com o semieixo positivo horizontal. É de interesse, então, que os alunos identifiquem e operem com os números complexos nessas formas.

Com isso, a pesquisa foi realizada junto à turma de 15 alunos, na aula de introdução aos estudos sobre correntes alternadas. Inicialmente, buscou-se identificar a procedência dos alunos, identificando se provinham de escolas particulares ou públicas de Ensino Médio, e se tinham estudado números complexos na escola. Posteriormente foram representados, na forma algébrica, alguns números complexos e foi solicitado aos alunos que os identificassem no plano complexo e que realizassem algumas somas desses números, na mesma representação algébrica.

Os gráficos abaixo demonstram um perfil do que foi possível identificar na pesquisa realizada.

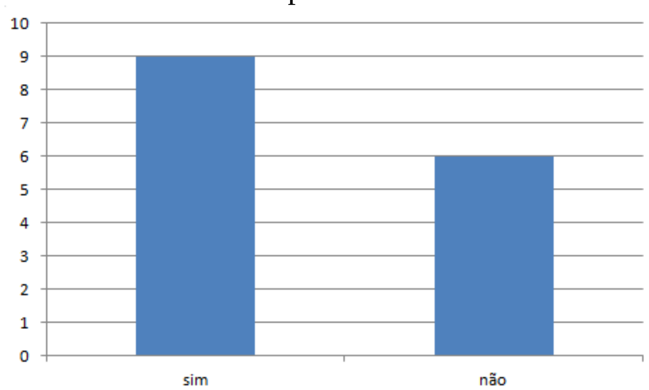
Figura 1: Relação de alunos entre escolas públicas e particulares que estudaram números complexos no Ensino Médio



A Figura 1 indica que, dos 15 alunos da turma, 8 (53%) estudaram em escolas públicas e 7 (47%) estudaram em escolas particulares. Ainda nessa figura pode ser observado que todos os alunos que estudaram em escolas públicas afirmaram não se lembrar de terem estudado números complexos e, dos oito alunos que estudaram em escola particular, dois não se lembravam de terem estudado números complexos.

Já, como ilustra a Figura 2, diante da representação algébrica de números complexos apresentada, houve uma pequena mudança nas respostas dos alunos, seis dos quinze alunos indicaram que, realmente, não se lembravam de número complexo e nem saberiam como efetuar as somas indicadas, enquanto nove alunos não só identificaram adequadamente a expressão do número complexo como também souberam resolver uma soma entre dois quaisquer dos números complexos apresentados.

Figura 2: Quantidade de alunos que identificaram a representação algébrica dos números complexos



Essas informações já são relevantes, pois revelaram que grande parte dos alunos, especialmente dos oriundos de escolas públicas, não se recorda de terem vivenciado atividades relacionadas com números complexos no Ensino Médio. Podem ser muitos e variados os motivos para esse fato, desde a forma como foram abordados os números complexos até a possibilidade de que professores, ou mesmo escolas, ignorarem este conteúdo ou não conseguirem integrá-lo no planejamento dos temas de estudo de nenhuma das séries.

Com isso, percebeu-se que, mesmo os alunos que conheciam ou operaram as somas de números complexos tinham apenas uma noção operatória, como é comum em muitos conteúdos de Matemática, que ficam como conhecimentos meramente mecânicos. Nesse aspecto, pode-se ressaltar que o ensino ocorre de forma descontextualizada, sem revelar o sentido de ideias e conceitos matemáticos. Os números complexos, apesar deste nome que têm, não são complexos e podem ser construídos com sentido e compreensão. A forma trigonométrica, ou polar, com a representação geométrica correspondente, promove a construção de significado para um número complexo e, somente dessa forma, é possível promover uma aprendizagem significativa, na qual o ente geométrico dá sentido para este novo objeto de conhecimento.

Na sequência da consulta, como última pergunta do questionário, foi apresentado aos alunos à expressão $z = 15\underline{|22°}$, que é um número complexo representado na forma polar, indicando que um vetor z tem módulo de 15 e faz um ângulo de 22° com o eixo positivo horizontal do plano cartesiano. Foi solicitado aos alunos que identificassem a representação dos elementos destacados no plano cartesiano. O que se obteve como retorno foi que nenhum dos alunos soube identificar tal representação.

Assim, confirma-se, mais uma vez, além das experiências cotidianas da sala de aula, que muitos alunos ingressam na Engenharia com lacunas e defasagens, que provocam dificuldades de compreensão e de aprendizagem em atividades que envolvem cálculos com números complexos. De fato, para muitos, o subsunçor, apoio para uma nova aprendizagem, não existe ou não está completo na estrutura cognitiva.

O professor universitário, por sua vez, também se sente limitado diante da falta de conhecimentos prévios que sustentem as aprendizagens a serem promovidas. Alguns, com maior sensibilidade pedagógica, tomam para si a responsabilidade de auxiliar os alunos, buscando recompor aprendizagens requeridas para o avanço dos estudos, sabendo que esses conceitos âncora são necessários para que cada nova aprendizagem que se pretende promover seja ou não significativa. Outros, no entanto, referem apenas aplicações práticas, outra vez de cunho manipulativo, de regras e fórmulas, do conteúdo que está sendo trabalhado, repetindo a mesma postura didática que pouco colabora para a construção de conhecimentos.

4. APRENDER EM QUALQUER TEMPO

Os resultados da pesquisa confirmaram o desconforto e a estranheza que mostram muitos alunos quando precisam aplicar alguns conceitos de números complexos e realizar operações, mesmo que sejam apenas somas, em problemas que envolvem análise de circuitos elétricos em correntes alternadas. Buscando por alternativas, como auxílio à reconstrução de significados e para a apropriação das operações necessárias, organizou-se um conjunto de recursos que, neste trabalho, são compartilhados e propostos como sugestões de possibilidades metodológicas para a aprendizagem de números complexos.

O desenvolvimento da destreza algébrica, tão somente, não cria significado ou sentido para um conceito. É possível, e é comum, encontrar alunos que resolvem muito bem vários tipos de contas e processos algébricos ou aritméticos, utilizando-se de um bom treino de passos apresentados pelo professor, sem que seja estabelecido qualquer vínculo de compreensão ou significado sobre os conceitos envolvidos. A aprendizagem, sendo assim, é mecânica e colabora pouco para o desenvolvimento de estruturas cognitivas, pois diante de uma situação problema, por exemplo, muitos desses mesmos alunos, não identificam que determinada operação, a mesma que sabem fazer bem, deve ser aplicada. Segundo Ausubel (AUSUBEL *et* al, 1980), a aprendizagem mecânica também se faz necessária para a formação das estruturas cognitivas, pois para que a aprendizagem seja significativa é necessário alavancar o novo conhecimento em subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

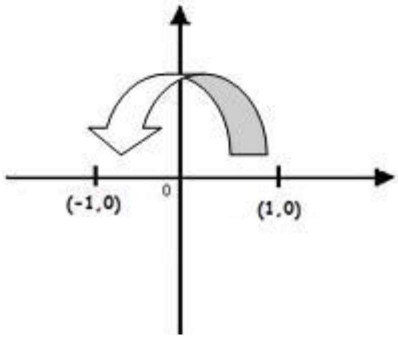
Mudando essa perspectiva de aprendizagem mecânica, sugere-se algumas possibilidades de dinamizar o processo de construção de conhecimento, por processo de aprendizagem significativa.

Para uma abordagem didática, se for o caso, o professor pode optar por um enfoque geométrico, aproveitando o conhecimento sobre o plano cartesiano e vetores, que faz parte do contexto de estudos quando se trata de correntes alternadas. Uma forma de promover a construção do significado de números complexos consiste na possibilidade de associá-los a vetores do plano.

Para isso, apresenta-se o Plano de Argand-Gauss e a ideia que há entre vetor no plano, representado por (a, b), que parte da origem e tem ponto final (a, b), e a representação a+bi. O conceito novo, que surge neste contexto, é o da unidade imaginária i.

Como uma forma de compreender essa unidade imaginária, Spinelli (2013) sugere tomar, por exemplo, o vetor que parte da origem e tem extremo final em (1, 0) e averiguar, explorando com os alunos, que a multiplicação desse vetor por -1 produz um giro de 180°, pois (1, 0).(-1) = (-1, 0), como mostra a Figura 4.

Figura 4: Rotação do vetor em 180°



No passo seguinte, pode-se questionar e investigar sobre como produzir uma rotação de 90° para os vetores. Espera-se concluir com os alunos que, sendo o giro de 180° produzido pela multiplicação (1, 0).(-1) = (-1,0), tem-se que o mesmo giro poderia resultar de dois giros seguidos de 90°. Assim, (1, 0).(-1) = (1, 0)$\sqrt{-1}\ \sqrt{-1}$ = (-1,0), sendo $\sqrt{-1}$ o fator que produz o giro de 90°.

Dessa ideia, surge a identidade da unidade imaginária i como $\sqrt{-1}$, e pode-se evoluir para a ideia geral da multiplicação de números reais, tomados sobre o eixo real do Plano de Argand-Gauss, ou de outros quaisquer a+bi, não nulos, por números imaginários puros, como rotações de vetores com possível ampliação ou redução dos seus módulos. Assim, por exemplo, multiplicar (-3+2i) por (2i) é como ter o dobro do módulo do vetor que parte da origem e tem extremos em (-3, 2) e girado em 90°.

O conceito de unidade imaginária de um número complexo pode, então, ser introduzido por meio da sua representação geométrica, estabelecendo relações entre vetores e rotações, conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do estudante.

Para que os alunos possam ampliar e aprofundar os novos conhecimentos sobre números complexos, paralelamente ao estudo de correntes alternadas, pode-se contar, também, com recursos tecnológicos que apresentem um diferencial, algo que estimule e instigue o aluno a aprender, algo que o faça buscar e querer conhecer. Se o aluno é cativado pelo que está sendo trabalhado, tudo fica mais fácil, o ambiente da sala de aula fica mais agradável e mais propício para a aprendizagem.

Segundo Zorzan, com apoio da tecnologia, aprender matemática tem mais sentido, especialmente quando o propósito for "estimular a curiosidade, a imaginação, a comunicação, a construção de diferentes caminhos para a resolução de problemas e o desenvolvimento das capacidades: cognitiva, afetiva, moral e social" (2007, p.88). A tecnologia vem para auxiliar o professor a atingir esse objetivo pedagógico.

Com base na argumentação acima, pode-se utilizar diversos recursos disponíveis na web, oferecendo aos alunos de graduação a possibilidade de se envolverem numa aprendizagem autônoma, dinâmica e significativa, recomendando sites de conteúdos de interesse, como o de Matemática complexa, acessível em https://sites.google.com/site/matematicacomplexa/. Neste site há um estudo sobre números complexos que integra reflexão histórica, fundamentação teórica, pesquisas, aplicações e desafios, com os quais os estudantes podem avaliar o seu conhecimento e avançar ou retomar etapas ou caminhos, conforme sua necessidade e interesse. O ambiente é flexível, permitindo ao aluno seguir percursos de aprendizagem da forma que lhe for mais conveniente e significativa.

Para dinamizar o processo da construção geométrica dos números complexos, podem-se propor aplicativos com os quais o estudante interaja, manipulando objetos para produzir e compreender ideias, em processos de assimilação e acomodação. Segundo Delval,

> A assimilação é a incorporação de algo exterior ao organismo e implica uma modificação desse elemento externo, ou seja, a modificação do meio pela ação do organismo. Já a acomodação consiste numa modificação simultânea do próprio organismo. Ou seja, quando o organismo incorpora algo do exterior e o modifica, também modifica a si mesmo. (Delval, 2003, p.16)

Assim, no site http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/complexos/apresentacao.html, o estudante pode ser ativo no processo de construção do conhecimento. O aplicativo GeoGebra está disponível e possibilita a construção dinâmica de figuras geométricas. O conhecimento se modifica e se amplia, e o próprio meio externo pelo qual se está aprendendo também se altera, pois o que antes era o plano cartesiano, agora se reconstrói como plano de Argand-Gauss para a aplicação dos números complexos.

Para estudantes que têm algum conhecimento para aprimorar, ou mesmo ampliar e construir um maior significado, sugere-se um ambiente com maior desafio, que se encontra em: http://m3.ime.unicamp.br/app/webroot/media/software/1239/introducao.html. Se o aluno achou fácil o manuseio dos outros sites, ele pode se aventurar no estudo através desse site que apresenta conhecimentos mais avançados e com linguagem mais formal.

Para os alunos que preferem imagem e som, há vários vídeos disponíveis na internet que auxiliam no conhecimento e compreensão de conteúdos. Sobre os números complexos, há muitos recursos em vídeos, mas alguns são muito interessantes, especialmente para aqueles estudantes que não conseguem se concentrar e aprender através da leitura. Destacam-se, entre eles (disponíveis no YouTube), os vídeos de "Me Salva!", basicamente com explicações sobre diferentes conteúdos e os da "Matemática Multimídia", com três capítulos sobre os números complexos: "um sonho complexo", "o sonho não acabou" e "o sonho contínua". Tais vídeos trazem o desenvolvimento histórico dos números complexos de uma forma diferenciada, agradável e interativa, capaz de simplificar e facilitar a compreensão.

Além de sites e vídeos, também na internet, há jogos educacionais. Segundo Moran, “aprendemos pelo prazer, porque gostamos de um assunto, de uma mídia, de uma pessoa. O jogo, o ambiente agradável, o estímulo positivo podem facilitar a aprendizagem” (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2003, p. 24). Para conhecimento e prática de atividades lúdicas encontra-se, em http://www.gilmaths.mat.br/Jogos%20Flash/complexos.swf, um jogo com desafios, em grau crescente de complexidade, sobre números complexos.

As diferentes linguagens propostas, nos diversos recursos sugeridos, auxiliam também na assimilação de conceitos iguais em diferentes modos da sua comunicação. Os números complexos são apresentados de diferentes formas: na trigonométrica, em que se tem o número complexo como $z = |z|\ (\cos\theta + i\ \text{sen}\ \theta)$; na forma exponencial natural, onde $z = |z|\ e^{i\theta}$, sendo, em ambas, $|z|$ o módulo e θ o argumento de z; na forma algébrica, sendo $z = a+bi$ ou, como um par ordenado (a, b). Já, no estudo de correntes alternadas, encontra-se mais na forma $z = |z| \underline{|\theta}$ ou $|z|_\theta$, onde $|z|$ e θ, estão definidos anteriormente. E ainda podendo ser expressa por uma forma polar no contexto matemático, sendo um par de coordenadas polares do tipo $(|z|,\theta)$. Diferentes representações com mesmos significados.

Tendo aplicação no contexto de análise de circuitos em corrente alternada, pode-se pensar num trabalho interdisciplinar, fazendo esta construção em paralelo com o professor de Matemática, mostrando que a Matemática é uma construção feita por humanos, na qual se desenvolvem descobertas e “criam” novas situações para facilitar as representações simbólicas e seus cálculos. Mas é importante, também, que professores de outras disciplinas, que utilizam a Matemática, sejam colaboradores para que os conhecimentos necessários sejam reconhecidos e significados.

O que foi sugerido pode ser utilizado em propostas diferenciadas, auxiliando a preencher lacunas, de modo que os estudantes desenvolvam, o mais possível, aprendizagens significativas e, o menos possível, aprendizagens mecânicas, de repetição de modelos e de práticas desprovidas de sentido.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo serviu para verificarmos a importância de o professor identificar o conhecimento prévio dos alunos, pois, dependendo do conhecimento prévio da turma em geral, é possível seguir por uma ou outra articulação metodológica. Dessa forma, é possível uma intervenção do professor visando apoiar e favorecer a construção de conceitos para os alunos. Os conhecimentos prévios são um apoio fundamental para o planejamento de intervenções necessárias para que ocorra assimilação de conceitos ainda não estruturados.

A inter-relação de conceitos para a análise de circuitos elétricos em corrente alternada, com o conteúdo específico de números complexos, serviu de base para novos estudos que já estão em andamento sobre a colaboração ou não de estratégias metodológicas que possam ajudar os alunos a buscar os conceitos já conhecidos em sua estrutura cognitiva, ou construí-los, permitindo relacionar os mesmos com um novo conteúdo, fazendo a transposição da linguagem da matemática para os circuitos elétricos.

Com o objetivo de diminuir e preencher lacunas de aprendizagem, realizou-se este estudo. O estudante, porém, é o sujeito do processo, e o professor é mediador que promove condições, favorecendo a aprendizagem e a construção de significados.

Este trabalho abre espaço também para futuros estudos relacionados a interdisciplinaridade com relação ao aluno reconstruir o seu conhecimento buscando atividades extracurriculares orientadas pelos próprios professores, como exemplos podemos citar os sites tratados neste artigo. Esta questão coloca a responsabilidade do aprendizado sobre o aluno, sendo assim o professor acaba por exercer seu verdadeiro papel que é o de mediador.

A Matemática é uma construção permanente. O professor, de Matemática ou de outra ciência que utilizam ideias e leis que se expressam matematicamente, deve incentivar e estimular os alunos a buscar e construir conhecimentos requeridos, preenchendo lacunas quando os conceitos faltam ou estão inacabados.

Este trabalho teve o propósito principal de compartilhar reflexões. A finalização do estudo permitiu a sugestão de recursos que podem auxiliar na construção do conhecimento através de leituras, análises, exemplos, exercícios, construções geométricas ou outras interações, sugerindo, acima de tudo e cada vez mais, que o aprender deve ter um sentido e gerar compreensão.

6. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980

BRANDÃO, Carlos Rodrigues; STRECK, Danilo Romeu (Org.). **Pesquisa participante: o saber da partilha**. Aparecida: Idéias e Letras, 2011.

DELVAL, Juan. **Aprender a aprender**. 6.ed. Campinas, SP: Papirus, 2003.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. São Paulo: Loyola, 1991.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papirus, 1994.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: definição, projeto, pesquisa**. In: Fazenda, I.C.A. (Org.). Práticas Interdisciplinares na escola. São Paulo: Cortez, 2005. p. 15-18.

FAZENDA, I. C. A. **A aquisição de uma formação interdisciplinar de professores**. In: Fazenda, I.C.A. (Org.). Didática e interdisciplinaridade. São Paulo: Papirus, 1998. p. 11-20.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 7.ed. Campinas, SP: Papirus, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2.ed. São Paulo: 2001-2011. 2a. Reimpressão.

SPINELLI, W. **Nem tudo é abstrato no reino dos complexos**. Estudo orientado por Nilson José Machado. Disponível em HTTP://www.nilsonjosemachado.net/sema20091027.pdf. Acesso: jun, 2013.

ZORZAN, A. S. L. **Ensino-aprendizagem**: **algumas tendências na educação matemática**. Disponível em http://www.sicoda.fw.uri.br/revistas/artigos/1_7_76.pdf. Acesso: fev, 2013.

COMPLEX NUMBERS AND ALTERNATING CURRENT: AN INTERDISCIPLINARY CONTEXT

Abstract: *This article presents a research data, in the form of consultation, with students of the discipline of electricity and instrumentation, which is part of the curriculum of several engineering courses, on the knowledge of complex numbers, which are applied in calculations in the study of alternating currents. The results show a disparity between the realities of students who have studied in public or private schools with respect to knowledge about complex numbers and some experience in activities related to operations with these numbers. The theory of meaningful learning, of David Ausubel, and concepts of interdisciplinarity, according to Leslie Farm based reflections, discussions and pedagogical measures suggested to retrieve gaps or lags when identified. How to methodology, it was considered the subjectivist reflective, where the subject acts and interacts with object to construct knowledge. In the course of work, also considering the different languages used in the representation of complex numbers, as something which can be relevant in identifying the same concepts, taking into account, in particular, ways to express complex numbers in mathematics and in electrical circuits in AC power.*

Key-words: *Electrical circuits, Complex numbers, Significative learning, Interdisciplinarity.*