

O ENSINO DE NÚMEROS COMPLEXOS

Prof. Msc. Rafael Vassallo Neto

Instituto Federal do Rio de Janeiro – Campus Volta Redonda

Rafael.vassallo@ifrj.edu.br

Resumo:

Este trabalho representa uma comunicação científica acerca de pesquisa bibliográfica que tem como objetivo principal a discussão sobre o ensino de Números Complexos no Brasil. Apresenta uma reflexão acerca dos dados do SAEB, PCN e estudos anteriores sobre a temática, nela procurou-se defender a manutenção deste conteúdo no ensino médio, bem como reforçar o seu potencial integrador dos conhecimentos internos à Matemática. Destacaram-se, ainda, as implicações do Movimento da Matemática Moderna sobre o ensino de Números complexos.

Palavras-chave: Números Complexos; Educação Matemática; Currículo; Movimento da Matemática Moderna.

1. Introdução

Os dados colhidos na prova do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), os apresentados pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e os apresentados pelo Sistema Nacional de Avaliação da educação Básica (SAEB) sobre a educação brasileira indicam que há dificuldade e desafios no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Percebe-se que o atual ensino de Matemática necessita ser revisto e que, de certa forma, perdemos de vista os valores conceituais matemáticos, a sua origem e a relevância de seu ensino.

Diante destes desafios é importante darmos significados ao saber matemático. As discussões propostas por Pimenta (1996), acerca da formação de professores e saberes docentes, nos levam a pensar acerca de algumas questões, são elas: Qual o motivo de ensinarmos determinado conteúdo matemático? Qual a importância deste conteúdo com a vida prática? Qual a forma metodológica mais apropriada ao ensino de determinado conteúdo matemático?

Em busca da resposta a estas questões, Ole Skovsmose (2000) afirma que a reflexão crítica questiona os porquês, o como, o para quê e quando utilizamos esta Matemática no

nosso mundo. Ele propõe uma educação problematizadora, analisando criticamente a realidade de um problema.

Mover-se do paradigma do exercício em direção ao cenário para investigação pode contribuir para o enfraquecimento da autoridade da sala de aula tradicional de matemática e engajar os alunos ativamente em seus processos de aprendizagem. Mover-se da referência à matemática pura para a referência à vida real pode resultar em reflexões sobre a matemática e suas aplicações. (...) caminhar entre os diferentes ambientes de aprendizagem pode ser uma forma de engajar os alunos em ação e reflexão e, dessa maneira, dar à educação matemática uma dimensão crítica. (SKOVSMOSE, 2000, p.66-67)

Assim, buscar caminhos para identificar e construir espaços investigativo-reflexivos pode ressaltar a necessidade de interligação e aplicação dos conteúdos matemáticos. A construção destes espaços indica o domínio dos conceitos matemáticos e pedagógicos, bem como das concepções históricas e filosóficas.

Será tão difícil relacionar os conteúdos matemáticos? Os professores deveriam ter um domínio dos pressupostos básicos de cada disciplina lecionada no curso de matemática, para encontrar exemplos de uma área que possam ilustrar os conceitos de outra. (CURY, 2000, p.15)

Naturalmente, acredita-se que a geometria, em função de sua ligação mais imediata com a realidade, pode desempenhar um papel privilegiado na intermediação entre os diferentes conteúdos matemáticos como na apreensão e contato inicial com conceitos matemáticos.

[...] a geometria é uma intermediária natural, e possivelmente insubstituível, entre as linguagens naturais e o formalismo matemático, onde cada objeto é reduzido a um símbolo e o grupo das equivalências é reduzido à identidade do símbolo escrito consigo mesmo. A partir deste ponto de vista, o pensamento geométrico pode ser um estágio impossível de ser omitido no desenvolvimento normal da atividade racional do homem. (THOM, apud FIORENTINI, et al, 1992, p.51)

Este trabalho propõe a discussão acerca do ensino e aprendizagem dos Números Complexos. A experiência profissional de mais de 18 anos na Educação Básica e no Ensino Superior, permitiu observação que grande parte dos professores, em exercício, desconhece a íntima relação entre geometria e álgebra. Nestes anos, após a exclusão do deste conteúdo do currículo mínimo de matemática do Estado do Rio de Janeiro, de novas pesquisas acerca do ensino, acentuou-se a preocupação com os processos de ensino e aprendizagem dos números complexos e da forma pouco integradora como são abordados os elementos associados e sua representação dissociada dos elementos geométricos.

A pesquisa tem caráter bibliográfico, onde foram reunidos os referenciais teóricos que colaboram no esclarecimento, na análise acerca do ensino de números complexos no Brasil. Nela realizamos algumas discussões sobre a necessidade de manutenção deste conteúdo no ensino médio e procuramos, ainda, encontrar justificativas para a apresentação abstrata e descontextualizada. Por fim procurou-se ressaltar o caráter unificador dos números complexos para a matemática, em especial na aproximação da álgebra e da geometria de forma que revele a necessidade de reformulação metodológica e teórica baseada na experiência histórica.

2. O Ensino de Números Complexos

Quando se pensa no motivo de ensinar certo conteúdo matemático, apoia-se na concepção da importância na resolução de problemas cotidianos, nas aplicações no dia a dia e ainda em seu caráter instrumental necessário à construção do conhecimento em outras áreas. Sendo assim, certo conteúdo deve ser escolhido diante da interferência na construção de habilidades e competências intelectuais, que proporcionam a agilidade do raciocínio dedutivo do aluno.

Diante da sua importância da Matemática na construção das habilidades e competências necessárias à formação do aluno, e dos problemas enfrentados em seu ensino, tais como: natureza enciclopédica do ensino, a comunicação e investigação teóricas deficientes e a falta de significados dos conteúdos, surge à necessidade de reverter o ensino centrado em procedimentos mecânicos e sem significados para o aluno (PCN, 2000). Por consequência, existe a necessidade de mudanças metodológicas, de buscar novos objetivos e rever conteúdos, em vista das necessidades sociais.

A aprendizagem matemática deve estar ligada à compreensão de significados, ou ainda, de estabelecer as relações entre os objetos matemáticos e as situações que envolvam problemas reais. Temos que a busca de metodologias compatíveis com as necessidades sociais pressupõe articulação entre vários conteúdos da matemática e de outras disciplinas. Assim, um problema não pode ser visto isoladamente do seu contexto, uma vez que, possui várias facetas e torna-se complexo.

No ensino da matemática, destacam-se dois aspectos básicos: um consiste em relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras); outro consiste em relacionar essas representações com princípios matemáticos. Neste processo, a comunicação tem grande importância e deve ser estimulada, levando-se o aluno a ‘falar’ e a

‘escrever’ sobre a matemática, a trabalhar com representações gráficas, desenhos, construções, a aprender como organizar e tratar dados. (PCN, 2000, p.19)

Na busca de significados, a matemática deve ser resultado de um todo conectado, onde a informação tratada como elemento estanque deve ceder lugar a uma abordagem que busque conexões. Por consequência, a seleção de conteúdos deve pressupor o favorecimento destas conexões, destes significados e possuir relevância na busca do desenvolvimento social/intelectual dos alunos.

Tendo por base este panorama é que acreditamos que os números complexos são imprescindíveis no currículo das escolas de nível médio e superior. A exclusividade dos reais para representações cotidianas pode reduzir significados, conexões e representações próprias da matemática.

Na busca de significados e contextos, o conhecimento matemático, articulado e conectado internamente e externamente, deve levar em conta a história da matemática. Esta alusão possibilita a sua compreensão como saber historicamente construído e necessário à organização da vida em sociedade, assim pode revelar o grau de importância de certo conteúdo tanto no passado como sua resignificação no presente.

A aproximação da história da matemática com os conteúdos ensinados nas salas de aula pode produzir um ambiente fecundo e reflexivo, onde são apresentados os obstáculos epistemológicos na construção de determinado conhecimento matemático. Isso torna o processo mais humano, auxilia na construção do conhecimento e possibilita a superação das dificuldades apresentadas pelos alunos, uma vez que, diversos conteúdos foram envolvidos e perpassamos pelas dificuldades que aconteceram no percorrer da história.

No caso da história dos números complexos, a aproximação entre a álgebra e a geometria é própria do processo histórico. A retomada de tais aproximações propicia um rever da forma de apresentação do conteúdo, de seus significados e aplicações, bem como na mudança metodológica de ensino e aprendizagem.

Esta mudança no currículo, bem como na metodologia é algo esperado. A educação possui finalidade para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho (LDB, 1996). Segue, então, que a análise reflexiva deve ser base da atividade matemática e que os números complexos representam um ambiente propício a esta análise.

Cabe aqui salientar que os Parâmetros Curriculares Nacionais representam um documento que tem buscado, nos últimos anos, a construção das necessidades/finalidades e

das dimensões articuladoras da matemática, procurando significados, articulações e conexões, em busca da cidadania e formação desejadas.

O conhecimento matemático deve ser apresentado aos alunos como historicamente construído e em permanente evolução. O contexto histórico possibilita ver a Matemática em sua prática filosófica, científica e social e contribui para a compreensão do lugar que ele tem no mundo. (PCN, 2000, p.20)

Para encontrar os precedentes do quadro atual do ensino de matemática no Brasil, retomamos as reformas curriculares ocorridas nos últimos anos e procuramos analisar o ensino dos números complexos neste recorte histórico.

No século XX houve um grande avanço tecnológico e científico, no entanto, este desenvolvimento não ocorreu em todos os níveis e setores sociais. Na educação, por exemplo, não ocorreu um esforço correspondente, em consequente, foi um mecanismo estratégico de tais avanços.

Ao longo do Século XX, o notável desenvolvimento das ciências não foi acompanhado por um correspondente esforço educacional. O conhecimento científico não disseminou em todos os setores profissionais e sociais, como era necessário, mas influenciou o repensar da História da Educação e, portanto, do ensino da Matemática. (ARAÚJO, 2006, p.15)

No período anterior a 1950, a matemática estava preocupada com problemas sem aplicações cotidianas. Os exercícios eram ligados à aritmética, trigonometria e demonstrações geométricas, entre outros. Temos ainda que a teoria de conjuntos não fazia parte do currículo escolar médio. Já a partir da década de 50 foram iniciadas as discussões sobre o currículo escolar e o ensino da matemática, fato este que desencadeou as ideias do Movimento da Matemática Moderna (MMM).

Nas décadas de 1960 e 1970, o ensino matemático sofreu a influência do Movimento da Matemática Moderna. Ele foi apresentado como mecanismo necessário à modernização econômica, já que se acreditava que a matemática representava um caminho privilegiado para a construção do pensamento científico e tecnológico.

Neste caso, as reformas curriculares insistiam na aproximação da Matemática escolar e da Matemática pura, onde a linguagem da teoria de conjuntos serviria de elemento unificador. A matemática a ser ensinada deveria ser aquela construída por meio da lógica e das estruturas algébricas, algo que dava a sua linguagem um papel fundamental. Esta linguagem veio a se tornar um dos maiores problemas no ensino matemático, visto que estava fora do alcance dos alunos (PCN, 2000).

As discussões internas da matemática e a linguagem formalista da teoria dos conjuntos acabam por comprometer o processo de ensino de aprendizagem da matemática. Temos, então, um ensino abstrato que pouco dialogava com a realidade prática, e acontece, ainda, certa fragmentação dos conteúdos, algo que não era o objetivo do MMM.

Esta unificação não se daria, entretanto, por uma integração mecânica desses campos, nem simplesmente pela exclusão de velhos temas ou inclusão de novos, mas, sobretudo, pela introdução de elementos unificadores tais como a teoria dos conjuntos, as estruturas algébricas e as relações que, acreditava-se, constituiriam a base para a construção lógica do novo edifício matemático. (FIORENTINI, 1992, p.45)

Na realidade, a proposta do MMM, onde o estudo da geometria é baseado nas transformações lineares e espaço vetorial não aconteceu. De acordo com Soares (2001) a geometria euclidiana continuou sendo ensinada nas escolas com o formato da teoria de conjuntos. Isto reforça que os professores não se sentiam a vontade para ensinar geometria, de acordo com uma abordagem diferente da tradicional e não estavam preparados para realizar a proposta defendida pelo MMM.

No caso do MMM, os livros didáticos foram os principais veículos de disseminação das ideias no Brasil (PCN, 2000). Alguns autores brasileiros tentaram imprimir as diretrizes do MMM, no entanto, a inadequação de alguns de seus princípios norteadores, como o excesso de formalismo e distorções que ocorreram na implantação, levou ao fracasso do movimento.

Diversas posturas assumidas pelo movimento da Matemática Moderna foram muito criticadas, já na década de 70, sobretudo aquelas que perpetuavam a ausência de contextualizações. Esta ausência de contextualizações, ao dificultar a correlação de diversos assuntos, fragmentou a apresentação dos mesmos nos livros didáticos e reforçou a utilização da linguagem simbólica da Teoria dos Conjuntos e da Lógica, até mesmo na apresentação dos assuntos geométricos. (MOTTA, 2008, p.76)

As ideias do NCTM, no período de 1980 e 1995, influenciaram reformas em vários países. No Brasil, algumas delas foram discutidas e incorporadas ao currículo escolar, algumas foram bem sucedidas, onde se buscou a ênfase na resolução de problemas cotidianos e multidisciplinares, e outras possuem pouca ou nenhuma relevância, como o uso, ainda frequente em algumas escolas, da teoria de conjuntos nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

Sobre este pano de fundo histórico podemos analisar o ensino dos números complexos e encontrar justificativas para a apresentação abstrata e descontextualizada.

Percebemos, ainda, resquícios das ideias do MMM em ações que avaliam a retirada ou acréscimo de conteúdos no currículo. Cabe dizer que há certo equívoco em se referir a cotidiano e contextualização como algo presente no dia-a-dia do aluno. Sobre este pretexto, conteúdos são retirados do currículo e memorizada sua importância.

Ao se afirmar que determinados conteúdos não são interessantes para o aluno, sem uma análise detalhada, empobrecemos a gama de possibilidades e articulações das representações matemáticas e do processo de ensino e aprendizagem.

Desse modo, muitos conteúdos importantes são descartados ou porque se julga, sem uma análise adequada, que não são de interesse para os alunos, ou porque não fazem parte de sua realidade, ou seja, não há uma aplicação prática imediata. Esta postura leva ao empobrecimento do trabalho, produzindo efeito contrário ao de enriquecer o processo ensino-aprendizagem. (PCN, 2000, p.26)

É baseado no empobrecimento do currículo, da articulação e da aprendizagem que defendemos a permanência dos números complexos na educação básica. Para tanto, se faz necessário uma abordagem que se adéqua aos anseios dos alunos, professores e necessidades sociais. Com relação ao conceito de números complexos, cita-se:

Para que os números complexos tornem-se mais concretos, precisaremos buscar um novo conceito numérico, capaz de renovar a percepção que nossos alunos têm das práticas matemáticas cotidianas. (MOTTA, 2008, p.83)

Ressalta-se que os números complexos possuem aplicações importantes, tais como: na Física: como vetores e na análise de corrente elétrica; na Astronomia: na análise das órbitas de corpos celestes; na computação gráfica: onde se inserem e investigam atividades de rotação, translação, homotetias e isometrias; na Cartografia: onde se produz mapas e se inserem vetores e sistemas de pares ordenados e se produz rotas e dados informativos; e na própria matemática: os números complexos promovem aproximações entre diversos conteúdos, viabilizando a aproximação algébrica e geométrica a articulação interna dos conteúdos matemáticos.

Assim, a utilização dos números complexos no ensino médio visa ajudar a reverter o processo de fracasso na aprendizagem, de modo que o aluno supere a visão fragmentada da Matemática. O que justifica sua manutenção e o valida como conteúdo que interliga saberes.

A justificativa da manutenção dos números complexos ou sua inserção na matriz curricular de matemática pode ser obtida pelos dados das matrizes de referência do SAEB/2009, que apresentam a estrutura de temas a serem avaliados nos testes de

Matemática da Prova Brasil e do próprio SAEB. Passo a citar alguns deles, de forma a evidenciar que estes objetivos estão ligados ao ensino de números complexos. São eles: “Identificar figuras semelhantes mediante o reconhecimento de relações de proporcionalidade; Identificar a localização de pontos no plano cartesiano; Resolver problemas envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.” (MEC, 2008, p.78).

Outro documento que pode ser citado são as Orientações Curriculares para o Ensino Médio/2008. Elas informam que: “[...] partimos do princípio de que toda situação de ensino e aprendizagem deve agregar o desenvolvimento de habilidades que caracterizem o “pensar matematicamente.” (MEC/SEB, 2008, p.70). Tais afirmações revelam que a seleção de conteúdo deve ser criteriosa, histórica e que os conteúdos não devem ser trabalhados de forma estanque, mas buscando articulações entre eles. Segue então que o número complexo é importante neste contexto, pois se apresenta como elemento que interliga e articula.

Em contra posição aos dados anteriores, geralmente, os livros didáticos mantêm os números complexos, mas não se preocupam com a realidade e desenvolvimento histórico do conteúdo, quanto ao seu aparecimento, natural, na solução de equações do terceiro grau. Talvez, estas posturas dissociadas da realidade histórica e a formação deficitária dos professores sejam relevantes na opção de exclusão dos números complexos da educação básica.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio reforçam a manutenção dos números complexos quando afirma que devemos analisar as funções polinomiais para além das funções afins e quadráticas. O documento apresenta ainda que a geometria deve estar atrelada a problemas práticos de orientação, leitura de mapas, estimativas e comparações de distâncias. Uma geometria que se articule com a trigonometria, eis um bom espaço para inserção dos números complexos.

É desejável, também, que o professor de Matemática aborde com seus alunos o conceito de vetor, tanto do ponto de vista geométrico quanto algébrico. Em particular, é importante relacionar as operações executadas com as coordenadas com seu significado geométrico. A inclusão [...] viria a corrigir a distorção causada pelo fato de que é um tópico matemático importante, mas que está presente no ensino médio somente nas aulas de Física. (MEC/SEB, 2008, p.77)

Mais uma vez apresentam-se situações e objetivos que levam a manutenção dos números complexos no ensino médio e revela que a articulação entre as disciplinas da

educação básica necessita de ser repensada. Portanto, vislumbra-se um ensino que incorpore os elementos algébricos e geométricos.

Atualmente as escolas ainda sofrem influências do MMM (PCN, 2000; MOTTA, 2008). A apresentação fragmentada e dissociada de contextos e aplicações se faz presente nos livros didáticos de matemática. O aspecto anterior é reforçado pela análise dos livros didáticos, de Ensino Médio, promovida pelo Instituto de Matemática Pura e aplicada (IMPA, 2002). Outro referencial tomado para reforçar este aspecto é o catálogo do Programa do Livro Didático para o Ensino Médio 2009: Matemática – PNLEM/2009 que apresenta a síntese avaliativa e análise dos livros selecionados.

A análise dos livros texto de Ensino Médio realizada pelo IMPA levou em conta três componentes básicas: a conceituação, a manipulação e a aplicação. Sobre a definição deste panorama chegamos a algumas afirmações gerais, onde, embora não fosse feita a análise de todos os livros e materiais disponíveis para o Ensino Médio, a análise reflete genericamente as atitudes e hábitos predominantes no ensino dos números complexos.

Na análise dos livros ocorre o privilégio da manipulação. Temos que a parte relativa aos conceitos é deficiente, pouco articulada e descontextualizada entre os conteúdos internos na matemática (ARAÚJO, 2006).

No ensino de Matemática, em especial no de números complexos, o livro didático é um instrumento essencial para o professor de matemática.

O livro didático é o instrumento essencial utilizado pelo professor para realizar o seu trabalho. Dele são tiradas as listas de exercícios, é nele que estão as definições, os exemplos, as observações, as demonstrações e a linguagem a ser usada na comunicação com a classe. Muitas vezes (quase sempre) o livro didático é onde o professor aprende aquilo que vai transmitir a seus alunos, pois em geral não estudou na faculdade (se é que frequentou alguma) um número considerável de assuntos que fazem parte do currículo escolar (LIMA, 2001, p.462).

O livro didático, por vezes, é o único instrumento de referência bibliográfica para o professor. Segue que sua abordagem, seu conteúdo e forma, são determinantes na prática pedagógica do professor de matemática. Portanto, a mudança da forma fragmentada e pouco articulada do ensino dos números complexos passa pela alteração das apresentações conduzidas pelos livros didáticos.

Pode-se afirmar que, nos livros didáticos, a aritmética dos números complexos não apresenta grandes problemas, mas a significação das operações e articulações com outros tópicos é deficiente. Os números complexos não são analisados sobre o olhar das

transformações geométricas, algo que pode possibilitar a articulação dos conteúdos da matemática e propiciar uma abordagem significativa.

A aritmética dos números complexos não apresenta dificuldades. A conexão com a Geometria, porém é deficiente, o que é estranho, pois a Geometria Analítica acabou de ser estudada. É mais um exemplo de falta de conexão entre os capítulos. As aplicações geométricas das operações entre complexos (principalmente a multiplicação), tão belas como variadas, não são exploradas. Isto é imperdoável, pois todo matemático ou usuário da Matemática, ao pensar num número complexo, sempre o imagina como um ponto do plano coordenado e as operações são interpretadas como transformações geométricas. (LIMA, 2001, p.467)

A história da matemática não é tratada com o devido respeito aos fatos. LIMA afirma sobre números complexos que: “Não há um preâmbulo histórico situando a posição desses números na evolução das ideias matemáticas.” (LIMA, 2001, p.42). A maioria dos livros analisados não cita que foi a resolução das equações do 3º grau que obrigou os matemáticos a encararem os números complexos, e em boa parcela deles não há preâmbulo histórico ou quando é feito, não é satisfatório.

A análise dos livros didáticos (IMPA, 2001) e o documento do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM, 2009) revelam que os números complexos não são explorados satisfatoriamente nos livros didáticos e aulas. Geralmente ocorre a omissão de situações de aplicação e contextualização do conceito e normalmente a história dos números complexos apresenta-se isolada e desarticulada do corpo de conteúdo do livro. “Em geral, a apresentação de cada tópico é acompanhada por uma nota histórica, salientando sua origem e motivação.” (BRASIL, SEB/FNDE, 2008, p. 47). Não há uma discussão sobre o desenvolvimento histórico, apenas a apresentação de fatos isolados. Esta abordagem reforça o afastamento da história da matemática do conteúdo dos números complexos.

A grande maioria dos livros não faz referência a aplicações dos números complexos, algo que auxilia na compreensão e aprendizagem de tais números. Esta é uma deficiência da grande maioria dos livros didáticos de Matemática no Brasil.

A leitura inicial não contém referência alguma ao processo histórico bem conhecido que levou à introdução dos números complexos, nem tampouco suas aplicações à Geometria Plana, um assunto elementar, ao alcance dos alunos, que pode servir perfeitamente para justificar, neste nível de estudos, a consideração desses números. (LIMA, 2001, p. 375)

Estes livros não atendem satisfatoriamente as expectativas de um enfoque conceitual e histórico que aplique os números complexos em outras áreas e motive a

aprendizagem do aluno. Podemos afirmar que faltam contextos importantes a serem explorados nas apresentações destes números nos livros didáticos de ensino médio e que tal situação os credenciam a exclusão do currículo pela maioria dos professores.

A história da Matemática deve ser encarada como conteúdo articulador e, sobretudo, como elemento motivador. Ela articulada com o ensino é um caminho de dar significado e melhorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem, em especial o dos números complexos.

O livro didático deve se adequar à realidade atual, propiciar discussões importantes à formação do aluno, situações que sejam importantes na vida moderna e em sociedade. Certamente alguns tópicos matemáticos podem ser substituídos por outros que sejam mais importantes, mas este não é o caso dos números complexos.

O livro deve ajudar a preparação do aluno para tarefas relevantes na sociedade de hoje. Para isso, ele deve libertar-se de tópicos e métodos ultrapassados, substituindo-os por outros que correspondam aos dias de hoje (LIMA, 2001, p.4).

Os números complexos podem ser abordados de maneira diferente da atual, de modo a exibir todo seu potencial unificador de conteúdos matemáticos, especialmente os algébricos e geométricos.

Ainda dentro deste item se enquadra a escolha dos assuntos tratados pelo livro, que deve conter material que, além de atraente e ilustrativo, seja relevante por seu conteúdo básico e por suas aplicações, tanto a outras áreas da Matemática como a outras Ciências e à vida de hoje. Naturalmente esta seleção, para ser bem feita, requer do autor uma visão ampla, consultas a especialistas diversos e uma pesquisa cuidadosa em fontes variadas. (LIMA, 2001, p. 5)

Os números complexos podem propiciar uma investigação significativa da realidade, no entanto um tratamento que se utilize da integração álgebra X geometria utilizando as transformações geométricas no plano podem propiciar condições atuais de aplicação e contextualização dentro e fora da matemática. Mas temos material didático para isto?

Devemos ter ainda em mente que o livro didático é a maior fonte de consulta de dados, conteúdos e metodologia, dos professores de Matemática. Portanto, ele deve apresentar abordagens que facilitem a integração de conteúdos e propiciar metodologias claras e atraentes de forma a dar clareza e objetividade aos conteúdos matemáticos.

Assim, é necessário que esse livro seja não apenas acessível e atraente para o aluno, como também que ele constitua uma base amigável e confiável

para o professor, induzindo-o a praticar os bons hábitos de clareza, objetividade e precisão, além de ilustrar, sempre que possível, as relações entre a Matemática e a sociedade atual (LIMA, 2001, p. 1).

A manutenção de tais números e exploração de metodologia integradora é confirmada pelos PCN/Matemática, quando afirma que devem ser exploradas situações que facilitem a criatividade e a autonomia dos alunos.

[...] o ensino da matemática prestará sua contribuição à medida que forem exploradas metodologias que priorizem a criação de estratégias, a comprovação, a justificativa, a argumentação, o espírito crítico, e favoreçam a criatividade, o trabalho coletivo, a iniciativa pessoal e a autonomia advinda do desenvolvimento da confiança na própria capacidade de conhecer e enfrentar desafios (PCN, 2000, p. 31).

Percebe-se que o catálogo do PNELEM/2009 apresenta a análise de algumas obras que reforçam a pouca articulação e contextualização dos números complexos e conseqüentemente o desenvolvimento de metodologias que propiciem o desenvolvimento do raciocínio, a capacidade de expressão e a autonomia.

Os diversos temas tratados praticamente não são articulados na obra, na medida em que os conteúdos dos capítulos são muito pouco interligados. Determinados assuntos são vistos em um só capítulo, o que contribui para a desarticulação na exposição do conhecimento matemático. Um tópico abordado em algum capítulo não é, geralmente, retomado. Conexões importantes não são devidamente exploradas. Os números complexos não são expressamente vinculados à trigonometria. Portanto, quanto à articulação interna da obra, os capítulos são estanques (BRASIL, SEB/FNDE, 2008, p. 65).

Acredita-se que a exclusão dos números complexos do programa de matemática do ensino médio está associada a pouca articulação e contextualização apresentada tanto nos livros didáticos de Ensino Médio e na formação deficitária do professor de matemática.

Sobre o ensino de Matemática dados do SAEB/2003, afirmam que no Ensino Médio, 67,4% dos estudantes têm desempenho crítico em Matemática e isto, certamente, não é diferente em relação aos números complexos.

Dos estudantes brasileiros da 3ª série do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, 62,6% foi classificados no estágio crítico e outros 4,8% no estágio muito crítico do aprendizado. No total 67,4% dos alunos têm desempenho muito abaixo daquele desejado. No Brasil, no estágio considerado adequado para essa disciplina estão somente 6% dos alunos. (INEP, 2003, p.1)

Temos ainda que, após os PCN em 1999, as discussões sobre o ensino de matemática ganharam destaque e readequação. As discussões pedagógicas se aprofundaram e tiveram apoio de diferentes correntes, como a construtivista, onde a ideia

central foi a aprendizagem como resultado da construção do conhecimento pelo aluno, respeitando os conhecimentos prévios e ao processo de aprendizagem.

Neste sentido, há alguns anos se discute a melhoria do ensino da Matemática e sabemos que algumas propostas apresentadas, são insuficientes ou não atendem as necessidades atuais.

3. Resultados da Pesquisa (Parciais ou Finais)

As discussões produzidas pelos PCN, a LDB, as Orientações Curriculares, as provas de massa como Prova Brasil, SAEB e ENEM são importantes, mas não podemos deixar de lado a formação do professor de Matemática.

Os números complexos estão em uma situação, um tanto paradoxal: de um lado não são estudados adequadamente no Ensino Superior por serem considerados conhecimento básico e de outro são evitados no Ensino Médio por serem considerados pouco necessários e inúteis. Talvez esta situação aconteça pela abordagem pouco significativa e contextualizada. Por exemplo, os números complexos, normalmente são utilizadas para dar solução imaginária a uma equação que já sabemos não possuir solução.

A abordagem apresentadas nos livros didáticos não segue a ordem das discussões históricas, não reúnem os aspectos algébricos e geométricos já realizados por matemáticos como Argand, Wessel, Gauss, Buè entre outros. Podemos rever esta abordagem e utilizar o que foi produzido historicamente que foi significativo para avanço a Matemática. Podemos rever esta integração algébrica e geométrica e propor uma abordagem que preserve e avance em tais integrações e que ajude na construção e percepção de um todo da Matemática.

Diante da importância da Matemática para a formação de um cidadão apto a sociedade, dos dados do SAEB, MEC/SEB, das orientações curriculares para o Ensino Médio/2008 e as diretrizes dos PCN acreditamos que o ensino dos números complexos representa um momento importante para a além da expansão algébrica. Acreditamos ainda que uma apresentação que agregue os elementos algébricos e geométricos combate a fragmentação dos conteúdos e o formalismo excessivo que herdamos do MMM.

Visto a maneira como ensinamos os números complexos e a forma de apresentação realizada pelos livros didáticos de Ensino Médio, verificou-se que ela não segue a ordem

histórica. Acreditamos que outro caminho pode ser traçado em busca de um ensino integrador e articulador, onde a geometria e a álgebra são vistos como um todo: a Matemática. Logo no ensino dos números complexos temos um momento repleto de possibilidades e, portanto, a sua manutenção é imprescindível na educação Básica e na formação do professor de matemática.

A necessidade de reformulação, baseada na experiência histórica, que aproxime a geometria da álgebra e promova a articulação dos conteúdos da matemática, necessita de um olhar investigativo da história dos números complexos. Este olhar na busca de mudança de representações e na construção de uma proposta que apresente a articulação necessária, a conceituação buscada e manipulação desejada tornam-se imprescindíveis a este trabalho.

4. Referências

- ARAÚJO, Nanci Barbosa Ferreira. **Números Complexos: Uma Proposta de Mudança Metodológica para uma Aprendizagem Significativa no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, 2006.
- BRASIL. MEC. SEF. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Fundamental**. Brasília, 1998.
- BRASIL. MEC. SEB. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Vol.2. Brasília: MEC, SEB, 2008.
- BRASIL, LDB. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19394.htm acesso dia 20/06/2009.
- CURY, Helena Noronha (Org). **Formação de Professores de Matemática: uma visão multifacetada**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.
- FIORENTINI, Dario. MIGUEL, Antônio. MIORIM, Maria Ângela. **Álgebra ou Geometria: para onde Pende o Pêndulo?** Vol.3, nº 1. Campinas, SP: Pro-posições, 1992.
- LIMA, Elon Lages (Org). **Fundamentos para a Análise dos livros-texto de Matemática para o Ensino Médio**. Rio de Janeiro: IMPA, VITAE, SBM, 2001. Disponível em: http://www.ensinomedioimpa.br/materiais/analise_de_text/apresentacao.htm acesso dia 12/12/2009.
- MOTTA, Carlos Eduardo Mathias. **Novas Tecnologias no Ensino da Matemática: o uso de softwares de geometria dinâmica no ensino de números complexos**. Rio de Janeiro: UFF / CECIERJ, 2008.

SKOVSMOSE, Ole. **Cenários para Investigação**. Bolema – Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000.