

Interação e Recursos Tecnológicos como Apoio à Aprendizagem de Números Complexos

Cassiano Scott Puhl*

Resumo

Este artigo apresenta uma proposta didática, uma oficina, para a introdução do estudo dos números complexos. Diferente de práticas recorrentes, a oficina iniciou desenvolvendo a forma geométrica do número complexo de forma implícita, através de vetores, eliminando do estudante a visão formal e algebrizante, enriquecendo a prática pedagógica. O objetivo principal da estratégia consistia em construir o conceito da unidade imaginária, sem causar um sentimento de estranheza ou insignificância sobre número. A teoria de David Ausubel, de aprendizagem significativa, fundamentou a oficina numa estratégia desenvolvida para analisar os subsunçores dos estudantes e desenvolver uma aprendizagem por subordinada. Aliado a atividades dinâmicas e interativas desenvolvidas na oficina, tem-se a utilização de um objeto de aprendizagem (<http://matematicacomplexa.meximas.com/>). Um ambiente criado e fundamentado sob a teoria da aprendizagem significativa, fazendo com que os estudantes reflitam e interajam nos aplicativos desenvolvidos, algumas vezes, sendo desafiados e outras testando hipóteses e, principalmente, construindo o conhecimento. Esta proposta propiciou um ambiente rico em trocas de conhecimentos entre os participantes e de aprofundamentos de ideias e conceitos que serviram como subsunçores. O resultado da experiência foi muito positivo, conforme comprovam as observações e os dados apresentados pelos participantes, demonstrando, assim, que os objetivos desta proposta didática foram alcançados.

Palavras-chave

Números Complexos, Aprendizagem Ativa e Significativa, Objeto de Aprendizagem, Unidade Imaginária.

Interaction and Technological Resources to Support Learning of Complex Numbers

Abstract

This article presents a didactic proposal, a workshop for the introduction of the study of complex numbers. Unlike recurrent practices, the workshop began developing the geometric shape of the complex number, implicitly, through vectors. Eliminating student formal vision and algebraic, enriching the teaching practice. The main objective of the strategy was to build the concept of imaginary unit without causing a feeling of strangeness or insignificance of number. The theory of David Ausubel, meaningful learning, the workshop was based on a strategy developed to analyze the subsumers of students and develop a learning by subject. Combined with dynamic and interactive activities in the workshop, there is the use of a learning object (<http://matematicacomplexa.meximas.com/>). An environment created and basing on the theory of meaningful learning, making students reflect and interact in developed applications sometimes being challenged and other testing hypotheses and, above all, building knowledge. This proposal provided a rich environment for exchange of information between participants and deepening of ideas and concepts that served as subsumers. The result of the experience was very positive, as evidenced by the comments and data submitted by the participants, thus demonstrating that the objectives of this didactic proposal have been achieved.

Keywords

Complex Numbers, Active and Meaningful Learning, Learning Object, Imaginary Unit.

INTRODUÇÃO

O ambiente educacional está passando por transformações e exige novas formas de atuar no ensino e na aprendizagem. Muitos estudantes mostram-se desinteressados pela aprendizagem e os professores precisam de novos recursos

para reverter este quadro. Uma das possíveis causas pelo desinteresse pode ser, exatamente, o advento das tecnologias da informação e da comunicação (TIC). O fácil acesso a informações e aos conhecimentos fazem com que o professor não seja mais o dono do saber. O professor não precisa mais transmitir conhecimentos, e sim, deve mediar o desenvolvimento de aprendizagens. Esta transformação não

*Centro de ciências Exatas e da Tecnologia – Universidade de Caxias do Sul
E-mails: c.s.puhl@hotmail.com

ocorre instantaneamente, nem é simples para o professor. Por consequência, enquanto o ambiente educacional não se adapta a essa nova tendência, a educação está perdendo espaço e o sentido para alguns estudantes. O professor não consegue mais trabalhar com todos os conteúdos curriculares como era possível fazer anos atrás.

Os números complexos, por exemplo, é um que está sendo deixado de lado por boa parte dos professores do Ensino Médio, como mostram as pesquisas de [1] e [2]. E quando este assunto é abordado, geralmente o é de forma superficial, e não é compreendido pelos estudantes, como é mostrado na pesquisa de [3]. Este não ensinar ou não compreender os números complexos acaba refletindo no Ensino Superior, principalmente em cursos como os de Engenharia, que necessitam deste conhecimento na resolução de problemas, em disciplinas cujo foco seja, por exemplo, a eletricidade.

Diante dessa situação, e preocupados com a aprendizagem dos números complexos, organizou-se uma sequência didática para introduzir os conceitos dos números complexos. Somente a explanação dos conceitos, dificilmente, estimula os estudantes a desenvolverem uma aprendizagem, assim, decidiu-se criar um ambiente reflexivo e interativo, propício para a aprendizagem significativa. Segundo [4], “a essência da aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas através de uma relação não arbitrária e substantiva” (p. 34). As informações previamente adquiridas são os conhecimentos que o estudante já possui, chamado de subsunçores por [4]. Assim, os subsunçores são fundamentais para a construção do conhecimento. Somente, com subsunçores bem definidos e claros na estrutura cognitiva do estudante, novos conceitos e conhecimentos poderão ser agregados (ancorados), ampliando os subsunçores.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar um recurso tecnológico que auxilie o professor no processo de ensino-aprendizagem dos números complexos, por meio de manipulações e interações, para que o estudante possa construir o conhecimento de forma ativa e significativa.

MATERIAL E MÉTODOS

Para complementar essas pesquisas desenvolvidas sobre números complexos, tem-se o relato dos professores de engenharia da Universidade de Caxias do Sul demonstrando que poucos estudantes conhecem o significado geométrico da unidade imaginária, sendo importante para a compreensão do gráfico de fasores, no estudo da corrente elétrica alternada. Porém, para a realização deste estudo de corrente elétrica, os números complexos são associados a vetores, um vetor com extremidades na origem do sistema cartesiano de coordenadas cartesianas, e num determinado ponto, referente ao número complexo [5].

A compreensão da unidade imaginária é um grande obstáculo para os estudantes, pois, no ensino fundamental, erroneamente é passado o conceito que não existe um número que elevado ao quadrado resulte num número negativo [6], passando por despercebido que a não existência deste número é referente ao conjunto dos números reais. Assim, desde o início procurou-se construir o significado

geométrico do número “ i ”, quebrando, assim, a barreira construída no ensino fundamental.

Assim, iniciará a sequência didática trazendo à forma geométrica do número complexo, enriquecendo a prática pedagógica, eliminando do estudante a visão formal e algebrizante [7]. Utilizando a representação, do número complexo em forma de vetor, traz-se o número complexo através da abordagem geométrica, para que o estudante perceba a necessidade de um novo tipo de número, considerando os números reais, que é o número complexo.

Visando a aprendizagem significativa, a primeira etapa a ser desenvolvida é o diagnóstico dos subsunçores que os estudantes possuem para o desenvolvimento da sequência didática. Para esta oficina, espera-se, dos estudantes, conhecimento sobre vetores, que envolve a sua representação no plano e também as operações básicas, como a multiplicação de um vetor por um escalar. Estes são os subsunçores necessários, pois utilizaremos as operações com vetores para introduzir a unidade imaginária, apresentando paralelamente seu significado geométrico. Desta forma, o material de estudo poderá ser potencialmente significativo, podendo propiciar aos estudantes uma aprendizagem significativa subordinada.

Inicialmente, será proposta uma interação entre professor e estudantes, visando aos subsunçores para a utilização do OA. O conhecimento que os estudantes podem ter de vetores no Ensino Médio, em geral tem origem em estudos de Física, na identificação e distinção entre grandezas escalares e vetoriais. A experiência profissional revela que os estudantes não têm consolidadas as operações básicas com vetores.

Sendo assim, a criação de organizador prévio se faz necessária, para ampliar e aproximar conhecimentos importantes como âncora aos novos conceitos a serem construídos. Segundo [8], os organizadores prévios “são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como ‘pontes cognitivas’” (p. 21). Sendo assim, o organizador prévio tem como objetivo resgatar, ou ativar, os subsunçores para os estudantes que já estudaram sobre os vetores. E também, dar condições para os estudantes que não estudaram sobre vetores, para continuarem progredindo nas atividades que envolvem os números complexos. O organizador prévio desenvolvido consiste no jogo da Batalha Naval.

Para a realização da Batalha Naval, a classe será dividida em dois grupos, A e B. Primeiramente cada equipe prepara sua cartela escolhendo um vetor \vec{a} , equipe A e \vec{b} , equipe B. A equipe A deverá marcar os vetores $2\vec{a}$, $-\vec{a}$, $3/2\vec{a}$; a equipe B os vetores $3\vec{b}$, $-2\vec{b}$ e $1/3\vec{b}$. Esses vetores serão apresentados no quadro, a ambas as equipes dos vetores que compõem a batalha. Os vetores bases e as combinações desses devem ter coordenadas inteiras e dentro dos limites do sistema cartesiano que receberam. A partir disso inicia-se o jogo, ficando cada equipe com a dupla função de planejar o ataque, ao mesmo tempo em que confere o ataque da equipe adversária. Se algum tiro atingir um vetor, sem ser o tiro certo (extremidade), a equipe deve ser comunicada com alguma dica, por exemplo: “tá quente”, “pegou um vetor”, etc. Vencerá o jogo, o grupo que acertar todos os vetores com menos jogadas.

irão interagir no ambiente “Ambiente de prática”, onde conhecerão as ferramentas para criar vetores, medir ângulos, entre outras. O Radice, também neste espaço, dá sugestões ou incentiva o estudante a testar conjecturas e realizar as construções sugeridas de forma ativa e dinâmica.

Avançando nos estudos, Radice propõe um desafio: “Por quanto devo multiplicar um vetor para que ele gire 90°?”. Inicialmente, propomos uma hipótese: ao multiplicar por -1 obtém-se um giro de 180°, assim, se multiplicarmos pela metade, ele girará 90°. O estudante deve realizar esta operação e chegar à conclusão de que não obtém o ângulo de 90°. Novamente uma pergunta: “Que hipóteses você tem? Teste! Veja por quanto devemos multiplicar o vetor para que ele gire 90°”. O estudante ativo terá algumas hipóteses, e perceberá que através da multiplicação escalar não existe número real que, multiplicado por um vetor, gire-o 90°.

Com estes aplicativos iniciais, o estudante perceberá que ao multiplicar um número complexo por i , o vetor a ele associado sofre uma rotação de 90° no sentido anti-horário. Ressalta-se que cada número complexo estará associado a um vetor, para que a unidade imaginária, i , seja compreendida como um operador de rotação no plano.

Dando continuidade a oficina, como todo conhecimento é produzido por humanos, não se pode deixar de apresentar aspectos históricos da evolução dos números complexos, destacando que é uma construção matemática recente e que foi realizada por diversos cientistas. Em relação aos aspectos históricos dos números complexos os [9] destacam que “devem ser apresentados como uma histórica necessidade de

ampliação do conjunto de soluções de uma equação, tomando-se, para isso, uma equação bem simples, a saber, $x^2 + 1 = 0$ ” (p. 71). Assim, propõe-se aos estudantes que passem pelo espaço “Problema Histórico”, onde Radice irá desafiá-los. Os desafios entre matemáticos eram comuns por volta de 1550. O desafio proposto pelo Radice é: “Diga dois números cuja soma é 6, e a multiplicação é 13”, sendo um problema parecido com que Cardano teria resolvido, como: dividir o número 10 em duas partes cujo produto seja 40.

O reconhecimento dos números complexos demorou a ser aceito na comunidade científica. Por volta de 1700, nem sequer os números negativos eram aceitos, porém expressões com a raiz quadrada negativa se faziam presentes nas soluções de algumas equações algébricas, o que intrigava alguns estudiosos [10].

Desta forma, o estudante se coloca no lugar no matemático, compreendendo e passando pelos mesmos sentimentos. Segundo [9] a “utilização da História da Matemática em sala de aula também pode ser como um elemento importante no processo de atribuição de significados aos conceitos matemáticos” (p. 86). Nas interações com o Radice, ele estimula que o estudante acompanhe e faça alguns cálculos. Quando o estudante tiver um problema, o Radice vai estar lá para ajudar, caso não consiga, o professor poderá ajudar, como pode ser observado na Fig. 2.

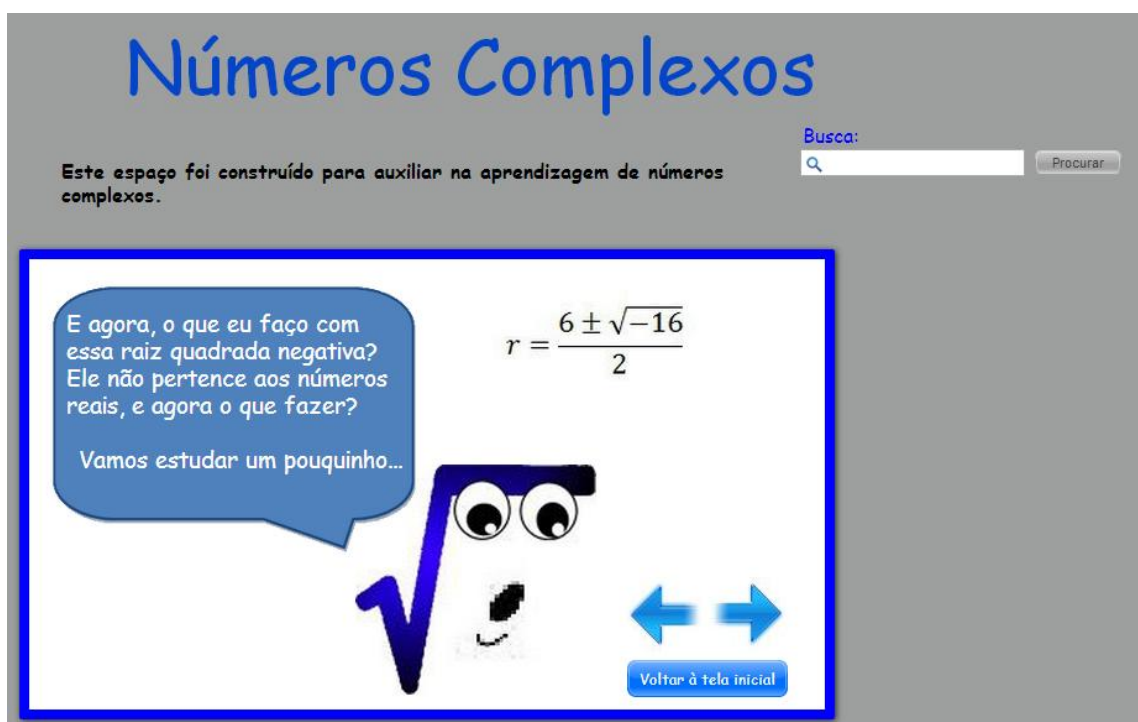


Fig. 2: Problema encontrado ao resolver o desafio do Radice

Avançando no aplicativo, os estudantes chegarão à resolução do problema, encontrando um número complexo. Mas Radice, insatisfeito somente com a solução, motiva o estudante a comprovar o resultado, como foi feito por Cardano, mas somente aceito a possibilidade da utilização

desse tipo de número por Bombelli, ressaltando o processo histórico do desenvolvimento dos números complexos. Radice ainda resalta que não foram as equações de 2° grau que motivaram o estudo dos números complexos, mas sim, as equações de 3° grau.

Como última atividade a ser desenvolvida na oficina, os grupos serão responsáveis por criar um plano de aula para trabalhar com os números complexos, utilizando ou não o OA. Neste momento, se cria um espaço para discussão e reflexão sobre as práticas desenvolvidas no processo de ensino-aprendizagem de números complexos, onde são discutidas algumas estratégias de aprendizagem, como também a ordem em que os conteúdos devem ser desenvolvidos.

E por fim, os participantes da oficina avaliarão a oficina no seu contexto de aplicação para o Ensino Médio, como também o próprio OA. Para avaliar e qualificar o OA como um recurso digital e virtual de aprendizagem, foi utilizado o sistema MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching), que é um modelo aplicado mundialmente, como é sugerido por [11]. O modelo utilizado na oficina foi modificado, alterando alguns critérios de avaliação, procurando eliminar aspectos repetitivos e adequando a linguagem ao perfil dos estudantes que avaliarão o OA.

RESULTADOS

A oficina foi planejada visando promover um contexto significativo sobre números complexos, proporcionando momentos de discussão e reflexões didáticas. Ao receber os participantes da oficina, apresentou-se o propósito de desenvolver uma prática dinâmica e interativa para ampliar o estudo de números complexos.

A primeira tarefa consistia no jogo da batalha naval, realizando um paralelo com os estudantes do Ensino Médio; o desenvolvimento da prática foi similar. Alguns participantes não tinham clara a definição de vetores, assim, realizaram uma breve busca na web para lembrar o conceito. Os grupos discutiram algumas possibilidades e definiram o vetor e seus resultantes. Após, começaram os palpites para tentar acertar o vetor do outro grupo.

No jogo havia algumas regras, como do vetor e os resultantes terem coordenadas inteiras. Esta regra restringia a possibilidade de escolha de qualquer vetor, aspecto esse ignorado nas primeiras rodadas, como também, quando foi aplicado a estudantes do Ensino Médio.

Os participantes demoraram a dar palpites coerentes. O jogo demorou mais do que o planejado, chegando a demorar mais do que quando aplicado a estudantes. Cabe ressaltar que, quando acertado um vetor e sabendo a resultante e a operação, os demais vetores deveriam vir por seguinte. Na prática, não foi o que aconteceu. Os participantes, inicialmente, não conseguiram assimilar esse conceito. Assim, pode-se concluir que o conceito de vetores não

estava assimilado na estrutura cognitiva, mas sim, que estava em construção durante o jogo, pois em rodadas posteriores, os grupos acertaram os vetores consecutivamente.

A atividade “tiro da misericórdia” não foi realizada, sendo somente discutida no grupo. Os participantes acharam relevante tal atividade, pois com o “tiro da misericórdia” os estudantes podem mostrar que sabem operar além da multiplicação por escalar, a soma e a subtração.

Dando continuidade, os participantes “passearam” pelo OA (<http://matematicacomplexa.meximas.com/>). Todos os ambientes foram acessados, porém alguns se destacaram. Cada ambiente foi avaliado, por ordem de importância: 1, 2, 3 e irrelevante, sendo 1 os ambientes de maior importância e 3 os ambientes de menor importância. Ressalta-se que nenhum ambiente foi considerado irrelevante.

O ambiente melhor avaliado foi a “Caminhada histórica”, recebendo o conceito 1 de todos os participantes; seguido das “Aplicações” que recebeu 86% o conceito 1 e 14% o conceito 2. Após, com a mesma avaliação estão os ambientes “Fazer e compreender” e “Quem quer dinheiro? Show do Milhão”, tendo 71% o conceito 1 e 29% o conceito 2. O ambiente considerado menos relevante foi a “Calculadora”, 43% o conceito 1, 29% o conceito 2 e 29% o conceito 3.

Esta avaliação realizada por professores de matemática mostra que os ambientes desenvolvidos são importantes para estimular os estudantes de Ensino Médio para aprender sobre números complexos. Alguns desses ambientes servem para estimular a aprendizagem e a curiosidade sobre o assunto, e outros para a construção desse conhecimento. Como podem ser observados na avaliação, os dois primeiros ambientes “Caminhada histórica” e “Aplicações” tem o objetivo de despertar a curiosidade sobre o assunto, motivando os estudantes. Em compensação, “Fazer e compreender” e “Quem quer dinheiro? Show do Milhão” são ambientes para a construção e a consolidação dos conceitos estudados.

Após o passeio e o reconhecimento das potencialidades do OA, os participantes acessaram o ambiente “Vetores e números complexos”, para introduzir o conceito dos números complexos. Nesse ambiente, os participantes interagiram com o Radice procurando compreender os conceitos abordados, realizando o estudo de forma individual.

Enquanto acessavam este espaço, não foi realizada nenhuma intervenção, deixando os participantes avançar conforme entendiam os aplicativos. Alguns participantes já haviam trabalhado no GeoGebra, assim não encontraram dificuldades na utilização dos aplicativos. Isso permitiu com que os participantes depositassem sua atenção essencialmente nas interações propiciadas pelo Radice.

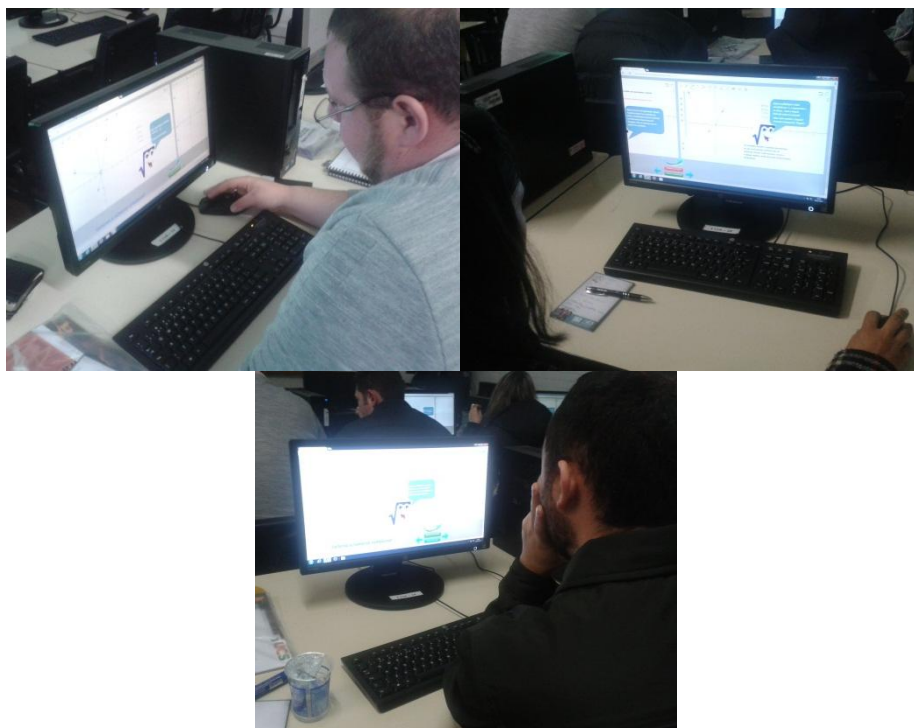


Fig. 3: Participantes desenvolvendo atividades no OA

O Radice estimulou os participantes a aprenderem sobre números complexos, pois, 86% afirmaram que interagiram e compreenderam plenamente os conceitos explanados, e 14% interagiram pouco. Esses dados mostram indícios de ser possível utilizar o OA como uma fonte de conhecimento, ou melhor, de construção de conhecimento. Os participantes avançavam conforme assimilavam os conceitos, cada um no seu ritmo de aprendizagem, como é observado na Fig. 3.

Os participantes estavam motivados e interagindo com o OA, avançando em outras atividades, além do esperado. Visando o desenvolvimento da oficina, uniformemente, foi realizada uma pequena reflexão sobre a construção da unidade imaginária através de vetores. Os participantes não reconheciam tal aplicação, e acharam interessante para ser aplicado no Ensino Médio.

O Radice e os aplicativos foram fundamentais nesse processo, assim, os participantes fizeram proveito desse espaço para agregar conhecimento. Avaliando os aplicativos, 57% afirmaram que utilizaram plenamente e 43% satisfatoriamente. Nenhum participante utilizou pouco os aplicativos, mostrando assim que o Radice conseguiu estimular e desenvolver um ambiente reflexivo propício para a aprendizagem de números complexos.

Porém, ao aplicá-lo no Ensino Médio, os participantes levantaram alguns problemas. O principal problema seria a infraestrutura necessária, argumentando que o ideal seria ter um computador por estudante ou por dupla, o que dificilmente acontece nas escolas públicas. Além deste problema, o OA recebeu quatro sugestões de aperfeiçoamentos: disponibilizar estratégias de avaliar a aprendizagem através da utilização deste objeto de aprendizagem, desenvolver melhor o passo a passo, a história da matemática e mais exercícios.

Em relação às estratégias de avaliação e dos exercícios, no OA possui um ambiente chamado “Rotas de aprendizagem”. Este espaço possui os planejamentos realizados detalhadamente, apresentando meios de avaliação e mais exercícios. Sobre os aplicativos do GeoGebra, o passo a passo é uma construção árdua, difícil de ser realizada, pois ao mesmo tempo que se passa uma informação, procurou-se ter o cuidado de não se dar a informação, sem fazer com que o aluno reflita. Mas, como foi sugerido será realizada uma nova análise nos aplicativos. Nos aspectos históricos, não se teve a pretensão de detalhar os acontecimentos, somente de situar o estudante num contexto do desenvolvimento dos números complexos. Desta forma, foram construídos links com outros sites que já trazem informações detalhadas sobre os números complexos.

Mesmo assim, a sequência de aplicativo foi considerada altamente positiva, pois 29% afirmaram que OA possui plenamente as características que busca num OA, e 71% satisfatoriamente. Além desse dado, ao planejar sua aula para o desenvolvimento sobre números complexos, esse espaço foi selecionado (Vetores e números complexos), como também, o “Problema histórico”. Os grupos utilizaram esses espaços em momentos diferentes da oficina, mas selecionaram esse ambiente para a construção do conceito geométrico da unidade imaginária.

Um dos grupos preferiu iniciar trazendo a aplicação dos números complexos, seguindo para o contexto histórico e definindo a unidade imaginária, espaços presentes no OA. Assim, OA seria utilizado na introdução dos conceitos dos números complexos. Posteriormente, esse grupo selecionou os ambientes “Quem quer dinheiro? Show do Milhão” e “Espaço do Vestibulando”.

O outro grupo iniciou seu planejamento abordando o “Problema histórico” e a “Caminhada Histórica”. Após

acessarem esses ambientes, iriam explicar a importância dos números complexos e, posteriormente, utilizar os aplicativos para instigar a curiosidade e desenvolver os primeiros conceitos de números complexos (unidade imaginária).

O último ambiente acessado e desenvolvido foi o “Problema Histórico”. Os principais comentários dos participantes foram referentes ao modo como o Radice desafia o estudante, procurando fazer com que ele reflita e desenvolva as atividades. Outro comentário relevante ressaltado pelos participantes foi de que o Radice apresenta os passos estruturantes, realizando o passo a passo, somente, para os estudantes que apresentam dificuldade ou que realizaram algum erro durante a atividade.

Como última atividade, realizaram um avaliação sobre o OA e sobre a oficina. Os resultados desenvolvidos foram satisfatórios além da expectativa. Quando questionados sobre as informações do OA e a quantidade de informações, todos relatam concordar plenamente com a qualidade do material. Em relação à usabilidade, 86% concordou que o ambiente é fácil de usar e 14% não confirmou e/ou negou a afirmação. Nesse critério, 86% afirmaram que o ambiente tem instruções claras de uso e 14% discordaram.

Ao planejar o AO, tem-se que ter uma preocupação sobre o design, e quando avaliado esse quesito, 86% concordaram que o OA tem um ambiente motivador e visualmente atraente, e 14% discordaram dessa afirmação. Porém o foco do OA é a aprendizagem, assim, por último foram avaliadas as características do OA como recurso de aprendizagem.

A fundamentação teórica utilizada na construção do OA foi a aprendizagem significativa, assim, procurou-se sempre desenvolver um diagnóstico dos subsunçores. 71% concorda que os aplicativos fundamentam em conceitos prévios e 29% nem concorda e nem discorda. Em relação a demonstrar conceitos bases, apresentar o conteúdo em grau progressivo de complexidade e eficiência, todos os participantes concordaram afirmando que OA tem grandes chances de atingir níveis satisfatórios de aprendizagem, sendo assim avaliado como um material potencialmente significativo.

CONCLUSÕES

A oficina contemplou uma metodologia ativa e interativa, envolvendo os participantes como sujeitos ativos na execução das atividades e na construção dos conhecimentos propostos. O objetivo principal da oficina foi divulgar uma sequência didática, diferente dos modelos usualmente utilizados no Ensino Médio, proporcionando um ambiente interativo e reflexivo, propício para a aprendizagem significativa.

Além de sua divulgação, foi realizada uma avaliação do OA por professores do Ensino Médio. Nossa expectativa, ao desenvolver o AO, foi de desenvolver um ambiente virtual de aprendizagem, interativo e reflexivo, capaz de desenvolver aprendizagens autônomas. Desta forma, sendo utilizado em duas esferas educacionais: como recurso de apoio ou material didático principal para a construção dos conceitos estruturantes de números complexos na escola de Ensino Médio; ou, como apoio a reconstrução de conhecimentos de números complexos na educação matemática no ensino superior, em disciplinas de Engenharia.

No Ensino Médio a sequência didática já foi aplicada e obtiveram-se resultados satisfatórios. Brevemente serão divulgados numa dissertação de mestrado. Em relação à aplicação no Ensino Superior, esse é o próximo desafio a ser enfrentado pelo Radice. Ainda não se teve tempo hábil para a aplicação, porém, têm-se a intenção de avaliar o OA nesse contexto.

Na avaliação da oficina, conseguimos resultados satisfatórios, em que todos os participantes utilizariam a oficina com seus alunos do Ensino Médio. Quando questionados sobre o porquê da utilização dessa sequência didática, alguns argumentos foram: o aluno ativo no processo de aprender, no trabalho coletivo, interagindo e testando hipóteses nos aplicativos, como também, a qualidade do material apresentado na oficina, a sua organização e o desenvolvimento, sendo perceptível o objetivo em cada atividade realizada. Outra justificativa para utilizar esta sequência didática pode ser essa fala de um dos participantes: “o objeto de aprendizagem aborda o conteúdo de forma interativa e utiliza um espaço de tempo menor que se trabalhado utilizando métodos tradicionais de ensino”.

A oficina proposta teve origem numa disciplina de mestrado e a grande lição que fica é de que sequências didáticas motivadoras e instigadoras são possíveis, basta se lançar ao desafio de estudar e inovar na sala de aula; e que a aprendizagem ativa e significativa tem melhores condições de ser promovida quando se propiciam interações, discussões e reflexões, componentes de um processo que converge para a superação do ensino sem significado.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a professora Isolda Gianni de Lima que incentivou ao desenvolvimento do objeto de aprendizagem e auxiliou na construção da sequência didática desenvolvida na oficina. Aos participantes da oficina que fizeram o uso do OA, fazendo sugestões de aprimoramentos, como também, o planejamento de duas novas sequências didáticas que, brevemente, serão disponibilizadas no OA. Por fim, agradecemos aos organizadores do IV Simpósio de Ensino de Ciências e Matemática da Serra Gaúcha, que permitiu a aplicação desta oficina.

BIBLIOGRAFIA

- [1] S. C. F. Batista. *SoftMat: Um Repositório de Softwares para Matemática do Ensino Médio - Um Instrumento em Prol de Posturas mais Conscientes na Seleção de Softwares Educacionais*. Dissertação de Mestrado em Ciências de Engenharia. Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2004.
- [2] S. Q. de Mello, R. P. dos Santos. *O ensino de Matemática e a educação profissional: a aplicabilidade dos números complexos na análise de circuitos elétricos*. In: *Acta Scientiae*, Canoas, v. 7, n. 2, p.51-64, jul/dez 2005.
- [3] W. R. Nobre. *Números complexos e algumas aplicações*. 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - Profmat, Departamento de Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.
- [4] D. P. Ausubel, J. D. Novak, H. Hanesian. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- [5] L. R. Dante. *Matemática: contexto e aplicações*. São Paulo: Ática, 2010. 3 v.
- [6] A. C. M. Lopes, V. P. G. Cabral, F. J. da C. Alves. *Complexos na vida real: Uma abordagem sobre o ensino e algumas aplicações*. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 7., 2011, Belém. Anais... Belém: SBEMPA, 2011.

- [7] J. P. Carneiro. *A Geometria e o Ensino dos Números Complexos*. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 8., 2004, Rio de Janeiro. *Anais...*. Rio de Janeiro: SBEM, 2004.
- [8] M. A. Moreira, E. A. F. S. Masini. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.
- [9] Brasil. *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PNCEM)*. Orientações complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEMT, 2006.
- [10] T. Roque, *História da matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas*. Rio de Janeiro: Zahar, 2012. 512 p.
- [11] L. Tarouco, *Avaliação de objetos de aprendizagem*. 2004. Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edu/objetosaprendizagem/>>. Acesso: 20 jan. 2015.