



NÚMEROS COMPLEXOS: INTERAÇÃO E APRENDIZAGEM

Cassiano Scott Puhl¹
Isolda Gianni de Lima²

Resumo

Este artigo apresenta um objeto de aprendizagem (OA), denominado Números Complexos: interação e aprendizagem, que foi construído durante o mestrado profissional. O OA tem o objetivo de desenvolver uma aprendizagem ativa e significativa, por meio de interações com aplicativos desenvolvidos no GeoGebra, que estão disponíveis em <http://matematicacomplexa.hol.es/>. Por meio dos aplicativos, apresentam-se os números complexos numa perspectiva geométrica, diferente da abordagem algébrica que é proposta pelos livros didáticos. Os públicos alvos desse recurso são os professores e os estudantes do Ensino Médio. A teoria de David Ausubel, de aprendizagem significativa, fundamentou a construção do OA, que propõe também promover o estudante como sujeito ativo, por meio da sua interação nos aplicativos do Geogebra, momentos de reflexão e, conseqüentemente, a construção da sua aprendizagem. Este artigo apresenta os dez ambientes de aprendizagens desenvolvidos no OA, pensados e criados conforme as necessidades e a diversidade de estudantes que estão presentes nas escolas. O OA já aplicado e analisado propiciou trocas de conhecimentos entre os estudantes, principalmente durante as interações no GeoGebra.

Palavras-chave: Objeto de aprendizagem. Números Complexos. Aprendizagem Significativa. Ensino Médio.

COMPLEX NUMBERS: INTERACTION AND LEARNING

Abstract

This article presents an learning object (LO), denominated Complex Numbers: interaction and learning, which was built during the Master's course. The LO has the objective of developing an active and meaningful learning, by means of interactions with applications developed in GeoGebra, available at <http://matematicacomplexa.hol.es/>. By means of the applications, presents the complex numbers in a geometric perspective, other than the algebraic approach proposed by textbooks. The targets audiences are teachers and high school students. The theory of David Ausubel, significant learning, substantiated the construction of LO, which also proposes promoting the student as subject, by means of your interaction in applications of Geogebra, moments of reflection and, consequently, the construction of your learning. This article presents the ten learning environments developed in LO, designed and built according to the needs and the diversity of students who are present in schools. The LO has already applied and analyzed, and provided knowledge exchanges among students, especially during the interactions in GeoGebra.

Keywords: Learning object. Complex Numbers. Meaningful Learning. High School.

¹ Aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). E-mail: c.s.puhl@hotmail.com.

² Docente do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul (UCS). E-mail: iglima1@gmail.com.

Introdução

O sistema de educação brasileira apresenta inúmeras defasagens ou limitações; a desmotivação e o abandono dos jovens da escola são possíveis indícios da crise na educação. Somente no ensino médio, 17,4% dos jovens de 15 a 17 anos estão fora da escola (BRASIL, 2017). Entre as possíveis causas desse abandono, pode-se citar a desmotivação pelo modo como o professor ensina um conteúdo. Os recursos tecnológicos podem auxiliar os professores a mudar esse cenário, desde que sejam utilizados adequadamente. Búrigo et al afirmam que:

Nas aulas de matemática, pouco se utilizam as mídias digitais e, quando isso é feito, frequentemente as práticas didáticas seguem os moldes tradicionais das aulas de fiz e quadro-negro. Mudam os recursos para a educação, mas as concepções dos professores sobre o processo de ensino e aprendizagem não se modificam. (2012, p. 19)

Um exemplo de conteúdo matemático que é ensinado por meio da exposição e de estruturas algébricas é Números Complexos, causando consequências desastrosas no processo ensino-aprendizagem desse conteúdo (NETO, 2007).

Analisando o cenário educacional, percebe-se que as escolas, junto aos professores, têm dificuldades em se adequar às diretrizes escolares nacionais. Segundo Vasconcellos (2001), um dos principais objetivos da escola é a formação de cidadãos críticos e criativos, que saibam lidar com problemas sociais e afetivos e que conheçam seus direitos e deveres para o bem próprio, para com quem convivem e para a sociedade. Desta forma, passada mais que uma década, há poucos indícios da consolidação desse objetivo.

A escola atingirá tal objetivo quando as estratégias propostas pelos professores levarem em consideração os conhecimentos dos estudantes, fazendo-os perceber que eles são responsáveis por suas aprendizagens. Além disso, para formar cidadãos críticos e criativos, a escola não pode ignorar o meio social no qual o jovem está inserido, do qual os recursos tecnológicos fazem parte. Segundo essa perspectiva, Perrenoud afirma: “A escola não pode ignorar o que se passa no mundo. Ora, as novas tecnologias da informação e da comunicação (TIC ou NTIC) transformam espetacularmente não só nossas maneiras de comunicar, mas também de trabalhar, de decidir, de pensar” (PERRENOUD, 2000, p. 123).

Portanto, o objetivo deste artigo é divulgar um objeto de aprendizagem virtual (OA), construído com base em pesquisas realizadas com professores do Ensino Básico e do Ensino Superior, por meio da leitura de trabalhos científicos, da participação em eventos de Educação

Matemática e uma perspectiva própria de estratégias para o ensino e a aprendizagem de números complexos. No OA, constam textos didáticos, vídeos informativos, questões de diversos vestibulares, sequências de atividades e aplicativos de GeoGebra que propiciam aos estudantes, por manipulação e interação, a construção de conhecimentos de forma ativa e significativa.

Fundamentação teórica

O professor deve procurar ser criativo para inovar em suas estratégias de aprendizagem, transformando, assim, os conteúdos em ensináveis, sem esquecer de todo o contexto no qual o estudante está inserido. Dessa forma, ao abordar um conteúdo, faz-se necessário realizar uma transposição didática que se refere “ao processo de adaptação pelo qual passa o saber científico, quando transformado no conjunto de conteúdos que constituem os programas escolares e que pode ser chamado de ‘saber escolar’” (PAIS, 2002 apud BÚRIGO et al, 2007, p. 20). Nesta perspectiva, o professor deve tomar alguns cuidados para que consiga, efetivamente, planejar atividades ou estratégias para o ensino de novos conteúdos (BELLEMAIN, 2000).

Nos tempos atuais, a transposição didática foi complementada por Balacheff (apud BELLEMAIN, 2000), que ampliou essa concepção, utilizando recursos digitais e, principalmente, o computador no processo de ensino, denominando-a como transposição informática (BELLEMAIN, 2000). Além das preocupações comuns no planejamento de atividades para a sala de aula, o uso do computador ou de algum recurso digital requer outras atenções, como: a didatização³, a interface gráfica, os recursos de *hardware* e o conteúdo a ser ensinado. Além destes fatores, a criação dos aplicativos envolve programação, parte gráfica e planejamento pedagógico (FERNANDEZ; RIGO, 2012). Essas três competências referidas podem ou não estar presentes em uma mesma pessoa, mas é necessário que sejam realizadas a contento, de modo a tornar possível a criação e utilização do OA com potencial para o desenvolvimento da autonomia, propiciando o emprego de estratégias construtivistas e interacionistas.

O planejamento pedagógico é uma etapa primordial na construção de um recurso tecnológico, porque a tecnologia não pode ser utilizada, e limitada, em transmitir o

³ O termo didatização significa tornar didático (PRIBERAM, 2017), de ensinar de um modo mais simples determinado conteúdo ou conceito.

conhecimento para os estudantes; mas, sim, fundamentada em estratégias de aprendizagem ativas que propiciem a construção de conhecimento, como é proposto por Perroun na seguinte afirmação:

As novas tecnologias podem reforçar a contribuição dos trabalhos pedagógicos e didáticos contemporâneos, pois permitem que sejam criadas situações de aprendizagem ricas, complexas, diversificadas, por meio de uma divisão de trabalho que não faz mais com que todo o investimento repouse sobre o professor, uma vez que tanto a informação quanto a dimensão interativa são assumidas pelos produtores dos instrumentos (PERROUN, 2000, p. 136-137).

Nessa perspectiva, a geometria dinâmica e interativa pode ser utilizada pelos professores no processo de construção do conhecimento. Existem vários *softwares* e também objetos de aprendizagem que podem auxiliar, principalmente, na visualização geométrica, possibilitando a exploração de diferentes situações e a construção de conjecturas que colaboram para dar sentido a ideias e conceitos. Ao construir uma figura geométrica, o estudante tem um ponto de partida. Pode, então, realizar testes, transformando-a, quantas vezes ele quiser, em novas experimentações, visando reformar, confirmar ou refutar suas conjecturas (GRAVINA, 1996).

Nessa perspectiva, a criação e utilização de objetos de aprendizagem (OA), com potencial para o desenvolvimento da autonomia, colaboram propiciando o emprego de estratégias construtivistas e interacionistas. Não existe uma definição aceita mundialmente de objeto de aprendizagem. Dentre vários conceitos de OA, um que aparece com frequência em comunicações científicas é “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para dar suporte à aprendizagem” (WILEY, 2000, p. 3). Não se trata de nova proposta pedagógica, mas de um recurso de apoio à aprendizagem ou, por vezes, de uma estratégia de aprendizagem, para construir conhecimento significativo e os saberes dos jovens.

Visando atingir o maior público possível, pode-se construir um objeto de aprendizagem multimodal (OAM). Lima et al o definem como: “Um objeto é multimodal se permitir que o usuário explore dois ou mais sentidos para captar, através de informações complementares verbais e não verbais, o mesmo conteúdo do conhecimento (conceito)” (2014, p. 24). O modo verbal consiste em textos ou áudio e o não verbal de ilustrações, fotos, vídeos e animações (TAROUCO et al, 2009). Desta forma, os estudantes podem utilizar diferentes estímulos (visual, auditivo e físico) para a construção do conhecimento (LIMA et al, 2014).

Conforme já foi relatado, a fundamentação teórica para a criação do OA e da rota de aprendizagem seguiu tendências construtivistas, configuradas em especial na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34),

“a essência do processo de aprendizagem significativa é que as idéias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal)”. O conteúdo a ser aprendido deve se relacionar com conhecimentos já existentes, chamados de subsunçores, sendo este o ponto mais importante no processo de aprendizagem (MOREIRA, 2011). Assim, o novo conceito é ancorado à estrutura cognitiva, indicando que há uma relação não arbitrária da aprendizagem, compreendendo, de fato, o conteúdo estudado (AUSUBEL, 2003). Desta forma, atingem-se as duas características principais para o desenvolvimento da aprendizagem significativa, que são a não arbitrariedade e a substantividade (AUSUBEL, 2003).

A não arbitrariedade significa que o conteúdo não pode ficar solto na mente do estudante, deve estabelecer ligações entre o novo conhecimento com algum subsunçor. Assim, o conhecimento do estudante se amplia, pois vão sendo estabelecidas relações entre os conceitos, reconstruindo-o, por meio daquele que ele já possui. Então, o estudante utiliza um conjunto de subsunçores que servem como ancoradouro do novo conhecimento; se houver a construção do conhecimento, os novos conceitos estarão agregados aos subsunçores. Deste modo, o novo subsunçor apresentará um nível mais elevado de conhecimento, possibilitando a ancoragem de novos conteúdos (AUSUBEL, 2003).

A outra característica é a substantividade, que é a parte mais desejada pelos estudantes e refere-se a desenvolver uma aprendizagem com sentido, compreendendo o significado do conhecimento, alguma aplicação ou a sua utilidade. Em outras palavras, a substantividade é o significado do conteúdo. Deste modo, para os estudantes, o ensino deixa de ser apenas de palavras, de regras ou de algoritmos, e passa a ter significado (MOREIRA; MASINI, 2006). Pela experiência profissional, grande parte dos estudantes fazem os questionamentos: “Por que vou aprender este conteúdo?” e “Onde vou utilizar isso?”, demonstrando as necessidades de compreenderem o significado do conhecimento para aproveitá-lo da melhor forma possível.

Contemplando essas duas características, é possível desenvolver uma aprendizagem subordinada, que ocorre quando um novo conteúdo é assimilado, alterando e ampliando os subsunçores utilizados nesse processo, sendo o novo conteúdo desenvolvido com apoio de outros conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do estudante (AUSUBEL, 2003). Além disso, para se desenvolver uma aprendizagem significativa, deve-se observar a organização sequencial do conteúdo estudado.

A organização sequencial deve ser levada em consideração, pois, para a compreensão de um conhecimento, é necessário o entendimento de um conceito ensinado. Assim, é

necessária a ordenação de tópicos coerentes com os subsunçores dos estudantes e a dependência sequencial dos conteúdos (AUSUBEL, 2003). Desta forma, o conteúdo é desenvolvido gradativamente, conforme sua especificidade, assegurando “que cada progresso alcançado na aprendizagem sirva como uma base apropriada e uma função de ancoragem para a aprendizagem e a retenção de itens subsequentes na sequência ordenada” (AUSUBEL, 2003, p. 171).

Partindo desse contexto, o ambiente do OA foi construído, visando ser dinâmico, interativo, agradável e dialógico para se aprender sobre números complexos, constituindo-se os estudantes em sujeitos ativos e o professor em mediador no processo de aprendizagem.

Objetivo de aprendizagem

O objeto de aprendizagem construído é constituído de dez espaços de aprendizagem – Caminhada histórica, Espaço do vestibulando, Fazer e compreender, Apoio tecnológico, Rotas de Aprendizagem, Quem quer dinheiro? Show do Milhão, Foco na teoria, Calculadora, Aplicações e Fórum de discussões – que serão apresentados a seguir. Cada espaço foi desenvolvido pensando na diversidade dos estudantes que estão presentes em salas de aulas, principalmente em relação aos subsunçores, ao interesse pessoal por determinado assunto e ao desejo de aprender.

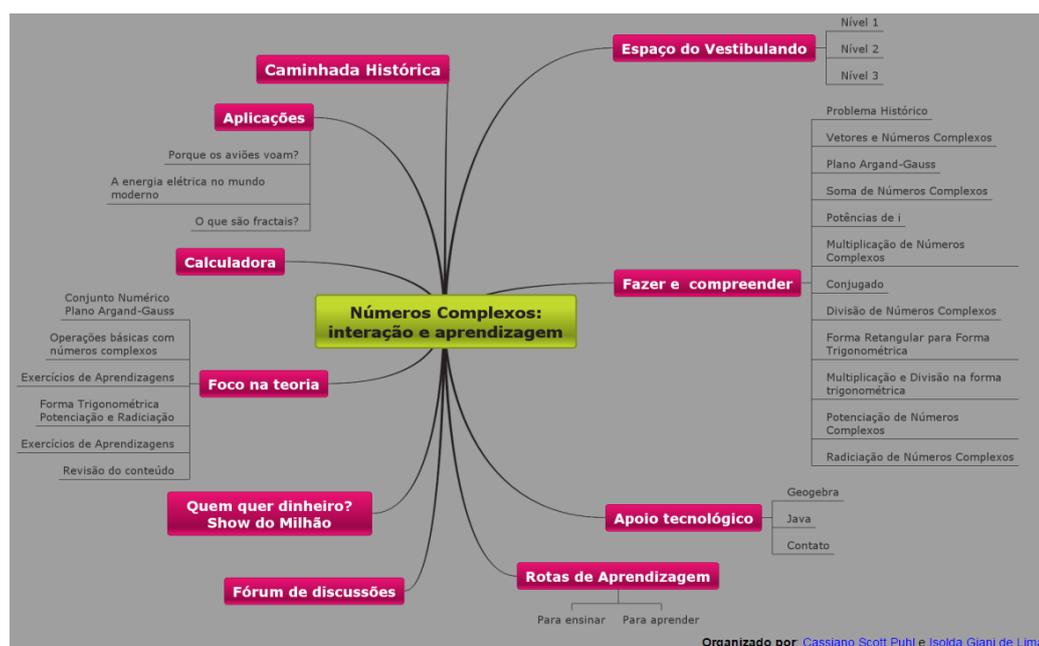


Figura 1 – Homepage do OA
Fonte: Elaborada pelo autor.

Na sequência do artigo, será destacada a importância de cada espaço de aprendizagem construído do OA (Figura 1). A “Caminhada histórica” é um ambiente estruturado como uma linha do tempo, apresentando os matemáticos que contribuíram para a formalização da teoria dos números complexos. Como todos os outros conjuntos numéricos, o conjunto desses números foi uma construção humana, demorou séculos para ser concretizada, com a contribuição de diferentes matemáticos de diversas nacionalidades. Assim, argumentou-se que a Matemática, por meio dos seus temas, é um conhecimento vasto, com o que já se tem, mas que é dinâmico, como qualquer ciência, e está sempre em construção.

Nesta parte do OA, tem-se como objetivo mostrar o processo de construção humana desenvolvido na elaboração da teoria dos números complexos, em que os interessados podem navegar lendo, compreendendo as informações apresentadas e construindo um conhecimento amplo sobre o assunto. Inicialmente, o ambiente disponibilizava uma linha do tempo adaptada da dissertação de Araújo (2006).

Além da linha do tempo, os estudantes que participaram da pesquisa foram responsáveis pela escrita de textos sobre os matemáticos e seus feitos, considerados fundamentais para o desenvolvimento dos números complexos, dentre os quais, encontram-se: Girolamo Cardano, Raphael Bombelli, Albert Girard, Gottfried Wilhelm Leibniz, Abraham de Moivre, Leonhard Euler, Caspar Wessel, Jean Robert Argand, Carl Friederich Gauss e Agustin Cuchy. A produção dos estudantes está disponível no OA.

No “Espaço do vestibulando”, consta uma coletânea de questões sobre números complexos, que foi preparada a partir de uma pesquisa em provas de vestibular de universidades federais do Brasil e de outras que se destacam na oferta de cursos da área das Ciências Exatas e Tecnologia, do Estado do Rio Grande do Sul, como, por exemplo: a Universidade de Caxias do Sul, a UNISINOS e a ULBRA.

A motivação ou justificativa para a criação deste espaço refere-se, principalmente, ao fato de que o estudo de números complexos, geralmente, acontece no terceiro ano do Ensino Médio, em que muitos estudantes dão uma importância especial para o Vestibular. Assim, criou-se um espaço com questões de Vestibular, visando prepará-los, também, para essa prova, bem como desenvolver novas aprendizagens.

Sempre com o propósito de desenvolver um material potencialmente significativo, as questões foram categorizadas em três níveis: fácil (nível 1), médio (nível 2) e difícil (nível 3), como forma de orientar os percursos, de acordo com a necessidade ou o interesse dos estudantes.



Figura 2 – Apresenta-se uma informação ao estudante, ajudando-o na resolução de uma questão
Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao resolver a questão, o estudante pode avançar e ver a resposta correta. Caso o estudante erre, um personagem, chamado Radice⁴ entra em ação. Este personagem é como um agente nos aplicativos, que conversa com os estudantes, questionando-os, desafiando-os e dando algumas dicas e informações para prosseguirem nas atividades, desempenhando um papel fundamental, ao ser parceiro do professor.

Segundo Polya e Araújo (1977, p. 1), “se o professor ajudar demais, nada restará para o aluno fazer. O professor deve auxiliar, nem demais nem de menos, mas de tal modo que ao estudante caiba uma parcela razoável de trabalho”. Assim, o docente procura compreender o que se passa na cabeça do aluno ou pensar nos conceitos estruturantes para a resolução de tal problema, neste caso, a questão de Vestibular. Uma alternativa é fazer com que o estudante reflita, pense numa forma correta de resolver. Assim, ao invés de solucionar a questão, são feitas algumas perguntas, fazendo-o refletir sobre os meios de resolução (Figura 2). Se, mesmo assim, o estudante não acertar, ele tem acesso ao gabarito e a uma explicação da resolução. Desta forma, existe um processo contínuo, rompendo com o paradigma da mera reprodução, em que o erro é algo banido, não podendo acontecer (MORETTO, 2007).

⁴ O nome Radice foi construído com uma pesquisa sobre o desenvolvimento histórico dos números complexos, desde a sua origem, como números “sofisticados”, até a sua consolidação como conjunto numérico. Desta forma, com o nome Radice homenageiam-se alguns matemáticos que contribuíram para esse desenvolvimento, como: Niccolò Tartaglia, Leonhard Euler e Augustin-Louis Cauchy; e cujo início do nome, Radic, deve-se ao símbolo de radical, que caracteriza o personagem.

No ambiente de aprendizagem “Fazer e compreender”, tem-se uma sequência de aplicativos construídos no GeoGebra, *software* potencialmente significativo para a aprendizagem de números complexos. Ele é um *software* livre, que reúne recursos para processar geometria, álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos variados, sendo utilizado em multiplataformas. Neste espaço, seguiu-se uma rota de trabalho metodológica similar a que foi realizada pelas professoras Azambuja, Silveira e Gonçalves (2004), pois ambos abordam os números complexos numa perspectiva geométrica. O que diferencia as propostas é que a deste projeto tem como base a construção de conceitos utilizando aplicativos digitais, mas, da mesma forma, com o propósito maior de promover aprendizagens significativas.

Este espaço de aprendizagem tem o objetivo de proporcionar um ambiente reflexivo para que o estudante compreenda os conceitos e elementos estruturantes dos números complexos, como também as operações com esses números, de forma significativa e ativa. Assim, essa sequência de aplicativos visa modificar a prática do professor, oferecendo uma alternativa diferente para explanar conceitos e operações com números complexos.

Em “Rotas de aprendizagem” são sugeridos percursos que podem ser seguidos dentro do OA e, como em todo planejamento, são percursos sugeridos e, na condição de possíveis estratégias de aprendizagem, outras podem ser percorridas ou sugeridas por professores ou criadas pelos estudantes. Este ambiente oportuniza possibilidades de planejamento aos professores, apontando caminhos para desenvolver as aulas sobre números complexos, menos algébrico e mais geométrico.

“Quem quer dinheiro?” é uma expressão que desperta curiosidade, pois faz alusão ao um programa da televisão brasileira de perguntas e respostas, que concedia um prêmio máximo de um milhão de reais, que esteve no ar no período de 1999-2009. Optou-se por incorporar esse *software* no OA, para desafiar e estimular os estudantes na resolução de operações com números complexos (Figura 3). Teve-se acesso a este *software* num minicurso proposto no Fórum das Licenciaturas da UCS, pela professora Franciele Menin. Desta forma, o *design* do jogo não pode ser alterado, somente seu banco de dados que corresponde às questões e as opções de respostas.

O banco de dados do Show do Milhão possui perguntas que foram selecionadas e adaptadas de diferentes livros didáticos e da internet, aproximando, assim, o texto didático da escola e propiciando a resolução de exercícios com dinamismo e o incentivo de um desafio, para chegar à pergunta que vale um milhão, cujo prêmio é caricaturado na forma de uma

grande espiga de milho. Em cada rodada do jogo, as perguntas são apresentadas por nível de dificuldade, mas escolhidas de forma aleatória.

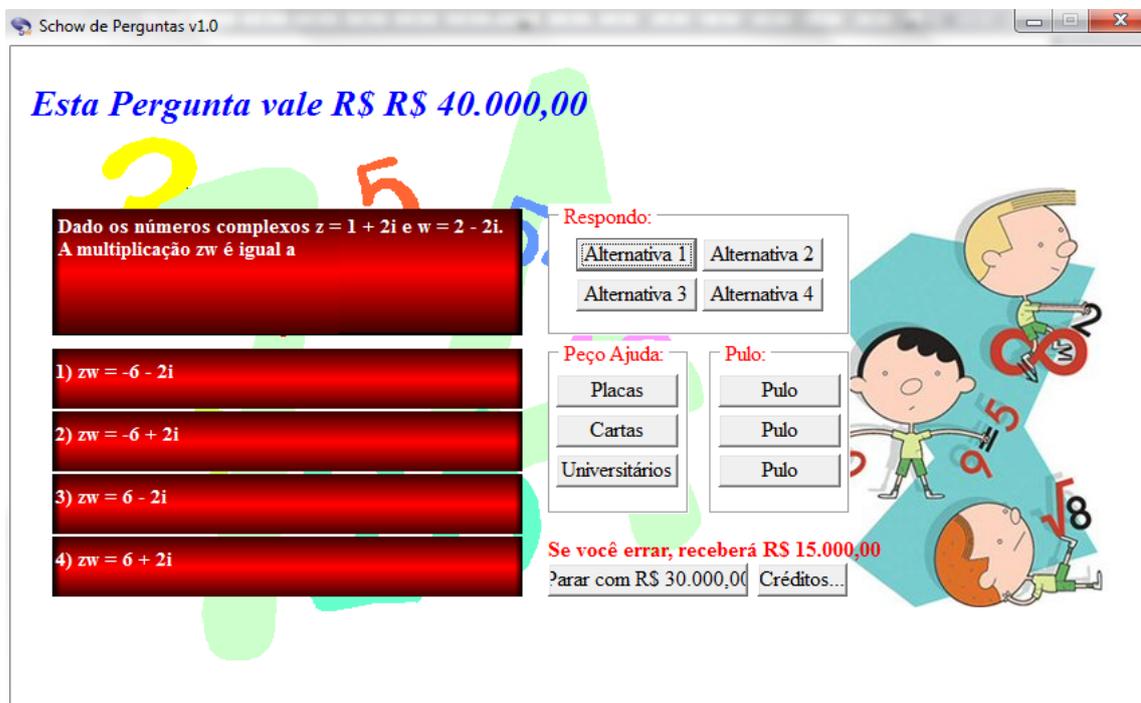


Figura 3 – Interface do Show do Milhão
Fonte: Elaborada pelo autor.

No espaço de aprendizagem “Foco na teoria”, são apresentados conceitos formais da teoria dos números complexos. Este ambiente tem uma ligação direta com o espaço “Fazer e compreender”, pois, ao percorrer esse espaço, o estudante poderá ter dúvidas e fazer conjecturas que podem ser comparadas com definições e conceitos formais. O objetivo deste espaço é, então, apresentar o conhecimento formal para os estudantes.

Em “Calculadora”, são propostas formas de como operar com números complexos em calculadoras científicas, e também para realizar transformações entre as formas cartesiana e trigonométrica. Usaram-se manuais de duas calculadoras, Casio e HP, usualmente utilizadas por estudantes do Ensino Médio ou de cursos de Engenharia. Assim, agregaram-se ao OA vídeos explicativos e disponibilizados no YouTube, sobre como se opera com números complexos nessas calculadoras.

No espaço “Aplicações”, são apresentadas algumas situações em que os números complexos estão presentes no mundo real, descrevendo-as em linguagem compreensível para estudantes de Ensino Médio. Tais situações foram pesquisadas e construídas com a colaboração de professores universitários e de cursos técnicos, que sugeriram bibliografias nas quais se podem encontrar aplicações que auxiliam a dar significado real ao conteúdo. Os

estudos desenvolvidos geraram a criação de dois espaços com conceitos da Física, a análise de corrente alternada e a força de sustentação do avião, e um sobre fractais.

O “Fórum de discussões” foi o último ambiente de aprendizagem criado no OA. Este ambiente permite que diversos estudantes exponham suas dúvidas, sendo auxiliados por professores ou por estudantes. Essa troca de experiências cria um ambiente propício para a construção do conhecimento sobre números complexos.

Cada espaço foi criado com o propósito de atender à diversidade dos estudantes que estão presentes nas salas de aula ou em outros espaços de aprendizagem. Assim, o estudante escolhe por quais espaços quer passar e em qual ordem, conforme seja a sua necessidade, o seu interesse e a sua forma de estudar e aprender, podendo dedicar-se a leituras, a resolução de exercícios, a vídeos e vídeo aulas, realizar atividades lúdicas, interagir no GeoGebra, com o objetivo de construir novos conhecimentos.

Considerações finais

As tecnologias são aliadas do professor ao propiciar estratégias diferenciadas, que podem ser aplicadas em atividades presenciais ou em estudos à distância, com ou sem a presença de um professor e sempre com o foco na construção do conhecimento. Num futuro não distante, os recursos digitais podem deixar de ser uma ferramenta de apoio, passando a desempenhar um papel fundamental na construção do conhecimento, até mesmo sem a intervenção de um professor (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2002).

O OA, descrito neste artigo, foi criado, estudado e planejado para auxiliar os estudantes e professores do Ensino Médio. Assim, esse é um recurso que pode fazer com que o estudante seja um sujeito ativo no processo de aprendizagem, superando, dessa forma, as aulas tradicionais com as exposições e as listas de exercícios repetitivos. Ele, também, apresenta os números complexos numa perspectiva geométrica, ao invés da forma algébrica, como prevalece nos livros didáticos (OLIVEIRA, 2010).

No OA, como um ambiente de aprendizagem, as atividades podem ser propostas tanto na modalidade à distância como na presencial, com foco na construção de um novo conhecimento ou para auxiliar os estudantes. Desta forma, o principal resultado esperado é a construção do conhecimento por aprendizagem significativa dos estudantes, na interação com o OA, propiciando que eles sejam sujeitos ativos no processo de aprendizagem.

O OA já foi utilizado e analisado, junto a uma turma de Ensino Médio, em que os resultados encontrados superaram as expectativas iniciais e podem ser acessados na dissertação (PUHL, 2016). Além disso, tem-se a convicção de que o OA vai ser aprimorado em estudos futuros, especialmente para ser aproveitado no Ensino Superior, principalmente para estudantes de Engenharia Elétrica, com o objetivo de preencher as lacunas de aprendizagem sobre os números complexos, com entendimento suficiente para analisar circuitos elétricos de corrente alternada.

Referências

ARAÚJO, N. B. F. **Números complexos**: uma proposta de mudança metodológica para uma aprendizagem significativa no ensino médio. 2006. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AZAMBUJA, C. R. J. de; SILVEIRA, F. A. R.; GONÇALVES, N. da S. Tecnologias síncronas e assíncronas no ensino de cálculo diferencial e integral. In: CURY, H. N. (Org.). **Disciplinas matemáticas em cursos superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: Edipucrs, 2004. p. 225- 243.

BELLEMAIN, F. A transposição informática na engenharia de softwares educativos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (SIPEM), 1., 2000, Serra Negra, SP. **Anais...** Serra Negra, SP, 2000. p. 198-204, v. 1.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Censo Escolar**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/censo-escolar>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

BÚRIGO, E. Z. et al. **A matemática na escola**: novos conteúdos, novas abordagens. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2012.

FERNANDEZ, R.; RIGO, S. J. Avaliação da promoção da aprendizagem em educação a distância, através do uso de um objeto de aprendizagem. **Renote**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, dez. 2012.

GRAVINA, M. A. Geometria dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da Geometria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7., 1996, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1996. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/geotri/pdf/maria-alice_geometria-dinamica1996-vii_sbie.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2017.

LIMA, J. V. de et al (Org.). **Objetos de aprendizagem multimodais**: projetos e aplicações. Barcelona: Editorial UOC, 2014.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M, A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 5. ed. Campinas, SP: Papirus, 2002.

- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.
- MORETTO, V. P. **Prova**: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas. 7. ed. Rio de Janeiro, RJ: Lamparina, 2007.
- NETO, R. M. R. Repensando o ensino-aprendizagem dos números complexos através de uma aula investigativa: Valor e sentido geométrico da unidade imaginária. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2007.
- OLIVEIRA, C. N. C. de. **Números Complexos**: um estudo dos registros de representação e de aspectos gráficos. 2010. 190f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/11449>>. Acesso em: 22 jun. 2017.
- PERRENOUD, P. **10 novas competências para ensinar**: convite à viagem. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- PRIBERAM. **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<https://www.priberam.pt/dlpo/didatização>>. Acesso em: 03 ago. 2017.
- PUHL, C. S. **Números complexos**: interação e aprendizagem. 2016. 244 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade de Caxias do Sul, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/handle/11338/1144>>. Acesso em: 08 fev. 2017.
- TAROUCO, L. M. R. et al. Multimídia Interativa: Princípios e Ferramentas. **Renote**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, jul. 2009.
- VASCONCELLOS, C. dos S. **Avaliação**: concepção dialética-libertadora do processo de avaliação escolar. 13. ed. São Paulo: Libertad, 2001.
- WILEY, D. **The instructional use of learning objects**. 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

Recebido em: 12 de março de 2017.

Aprovado em: 03 de agosto de 2017.