

---

**UNIDADE DE APRENDIZAGEM “INVESTIGANDO EM C”: RECURSOS PARA O ESTUDO DE NÚMEROS COMPLEXOS**

*Costa D.M.<sup>1</sup>, Barcelos G.T.<sup>2</sup>, Batista S.C.F.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>IF Fluminense/Licenciatura em Matemática, debbynha\_mcosta@hotmail.com

<sup>2</sup>IF Fluminense/Coordenação de Ciências da Natureza e Matemática  
gilmarab@iff.edu.br, silviac@iff.edu.br

**Resumo** – Recursos digitais abrem importantes possibilidades para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática, tais como simulação, visualização, experimentação, entre outras. Nesse sentido, apresenta-se a unidade de aprendizagem online “Investigando em C”, direcionada ao estudo de Números Complexos, no Ensino Médio. A referida unidade foi desenvolvida em HTML e contém, entre outros recursos, 15 *applets* elaborados com o objetivo de possibilitar o estudo de Números Complexos, de forma associada à Geometria Analítica, e uma apostila de atividades investigativas relacionadas aos *applets*. A unidade foi validada com professores de Matemática em formação e em serviço. Descreve-se a referida validação e analisam-se os resultados obtidos. Estes mostraram que os recursos pedagógicos e a própria unidade estão adequados ao objetivo de colaborar para o estudo de Números Complexos, sob uma perspectiva mais geométrica.

**Palavras-chave:** Investigando em C, Números Complexos, Unidade de Aprendizagem, *Applets*, Matemática.

**Área do Conhecimento:** Matemática

### **Introdução**

Educar é colaborar para que professores e alunos, nas escolas e organizações, vivenciem processos permanentes de aprendizagem (MORAN, 2000). Na sociedade atual, na qual as transformações ocorrem rapidamente, favorecer as condições para que o indivíduo construa seu conhecimento, aprenda a aprender e desenvolva sua autonomia, senso crítico e responsabilidade, é fundamental. Nesse sentido, a Matemática ensinada nas escolas tem recebido algumas críticas. Segundo D’Ambrósio (2001), esta é ultrapassada, antiga e descontextualizada, o que causa desinteresse dos alunos. Moysés (2007) afirma que os temas matemáticos são, muitas vezes, trabalhados, na escola, de forma

isolada do mundo que o rodeia. Nesse sentido, novas formas de abordar temas matemáticos têm sido buscadas. Destaca-se, entre estas formas, o uso das Tecnologias de Informação de Comunicação (TICs).

As TICs, utilizadas em atividades de investigação, podem ser recursos favoráveis para aprendizagem de Matemática, uma vez que reforçam o papel da linguagem gráfica e de novas formas de representação, e relativizam a importância do cálculo e da manipulação simbólica (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003). Diante desse contexto foi desenvolvida a Unidade de Aprendizagem Online “Investigando em C” ([http://www.es.cefetcampos.br/softmat/projeto\\_TIC/Investigando\\_em\\_C/](http://www.es.cefetcampos.br/softmat/projeto_TIC/Investigando_em_C/)) para estudo de Números Complexos.

O referido tema matemático se faz presente em, praticamente, todos os grandes ramos da Matemática, tais como Álgebra, Topologia, Geometria (Analítica, Diferencial ou Algébrica), Análise, entre outros (LIMA, 1985). Além disso, os Números Complexos estão presentes em aplicações como dinâmica dos fluidos e eletromagnetismo (LIMA, 1985).

A importância desse tema matemático e as possibilidades que as TICs representam, em termos de recursos pedagógicos, motivaram o desenvolvimento de uma unidade de aprendizagem online para esse tema.

Neste trabalho, apresenta-se a referida unidade de aprendizagem e relata-se o processo de validação da mesma. Para tanto, descreve-se a metodologia utilizada e, além disso, expõem-se e analisam-se os resultados mais significativos obtidos no processo de validação.

### **Metodologia**

O GeoGebra (<http://www.geogebra.at/>) foi o *software* utilizado no desenvolvimento dos *applets*<sup>1</sup>. Trata-se de um *software* livre, que possibilita o trabalho com Matemática Dinâmica. A expressão “Matemática Dinâmica” é utilizada por Markus Hohenwarter, criador do GeoGebra, ao explicar as funções do mesmo. Seria uma extensão da definição de “Geometria Dinâmica”. Segundo Braviano e Rodrigues (2002), a Geometria Dinâmica permite a elaboração de construções eletrônicas, nas quais os elementos básicos podem ser movimentados na tela do computador sem alterar as posições relativas entre esses elementos e os objetos construídos a partir

deles. Além de objetos geométricos, o GeoGebra dá um caráter dinâmico a outros objetos matemáticos como funções, gráficos, números, fórmulas, entre outros, o que justifica a expressão “Matemática Dinâmica”.

Os *applets* da unidade “Investigando em C” foram desenvolvidos como construções no GeoGebra e transformados em *applets* por meio de recursos deste próprio *software*. A facilidade de gerar os *applets* no GeoGebra foi um aspecto bastante favorável ao desenvolvimento destes recursos, fundamentais na composição da unidade. Em paralelo às revisões finais dos *applets*, foi elaborada atividades investigativas. Estas atividades apresentam uma abordagem diferenciada dos exercícios tradicionais dos livros didáticos e devem ser realizadas utilizando os *applets*.

A unidade de aprendizagem foi desenvolvida no âmbito do projeto de pesquisa “Tecnologias de Informação e Comunicação no Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática”, vinculado ao IF Fluminense Campus Campos-Centro. A primeira etapa de seu desenvolvimento ocorreu no período de agosto de 2008 a julho de 2009. A segunda, iniciada consecutivamente à primeira, foi concluída em março de 2010. Na etapa inicial foram elaborados 13 *applets*, atividades correspondentes e as páginas HTML. Na segunda etapa, foram elaborados 2 *applets* (radiação e potenciação na forma trigonométrica) e atividades correspondentes.

Visando verificar a adequação da unidade de aprendizagem ao estudo do tema, ao final de cada etapa foi realizada a validação dos recursos desenvolvidos. As validações envolveram pesquisa qualitativa por meio de um estudo de caso. Este tipo de estudo faz com que o pesquisador disponha de mais tempo para adaptar seus instrumentos, modificar sua abordagem para explorar elementos imprevistos, precisar alguns detalhes e construir uma compreensão do caso que leve

<sup>1</sup>*Applets* (*applets* Java) são programas desenvolvidos em linguagem de programação Java®, que podem ser incluídos em códigos HTML (DEITEL H.; DEITEL P., 2003). Estes, em geral, visam a adicionar interatividade a aplicações Web.

em conta tudo isso (LAVILLE; DIONNE, 1999). As técnicas de coleta de dados usadas neste trabalho foram observação e questionário.

A validação da primeira etapa foi promovida com um grupo de sete professores de Matemática, em formação e em serviço, por meio de um minicurso realizado no IF Fluminense Campus Campos-Centro. O minicurso ocorreu em maio de 2009, com duração de quatro horas (divididas em dois encontros).

A validação da segunda etapa também ocorreu por meio de um minicurso no IF Fluminense Campus Campos-Centro, em março de 2010. Este teve duração de três horas, com participação de cinco professores de Matemática em formação.

Esse tipo de validação é fundamental para a identificação de pontos a serem melhorados, sob o ponto de vista de quem já conhece o conteúdo. Destaca-se que a validação *in loco*, com alunos do Ensino Médio, foi realizada no período de março a abril de 2010. Para a mesma foram elaborados diversos materiais para tais como: exercícios de sondagem de pre-requisitos, exercícios de aplicação e questionários. Porém, os resultados do mesmo ainda não foram analisados.

## **Resultados**

A unidade “Investigando em C” é composta de páginas HTML e contém 15 *applets* para estudo do tema Números Complexos. Os *applets* da unidade permitem o estudo de Números Complexos associado à Geometria Analítica, o que favorece uma análise mais geométrica do tema. A unidade contém, ainda, uma apostila de atividades investigativas associadas aos *applets*, aspectos históricos sobre Números Complexos e links para outros endereços sobre o tema. Portanto, a unidade de aprendizagem visa colaborar para o estudo de

Números Complexos, no Ensino Médio, por meio de recursos interativos.

Na validação da primeira etapa, todos os recursos da unidade foram analisados, mas no período considerado só existiam 13 *applets*. Entre a primeira validação e a segunda, as páginas da unidade foram reformuladas, tendo em vista um *design* mais moderno. Assim, na validação da segunda etapa, foram analisados os dois *applets* novos, as atividades correspondentes aos mesmos e a unidade em si, em termos de seu novo *design*. Esclareceu-se, então, que os 13 *applets* já analisados na primeira etapa, não passaram por nova validação.

De maneira geral, nas duas validações, as seções da unidade de aprendizagem foram visitadas pelos participantes, sob a orientação das mediadoras. A seguir, foi realizada uma breve descrição das ferramentas disponíveis nos *applets*. Os participantes dos minicursos resolveram, então, as atividades da apostila, utilizando os *applets* correspondentes. Ao final, ocorreu a socialização e formalização das conjecturas.

Finalizando cada etapa da validação, os participantes responderam a um questionário contendo perguntas sobre os *applets* desenvolvidos e suas respectivas atividades e, também, sobre a unidade de aprendizagem propriamente dita.

A observação das atitudes, dos questionamentos e da resolução das atividades durante os encontros possibilitou o registro de situações importantes para o alcance dos objetivos da validação. Os participantes utilizaram a unidade, resolveram as atividades e manipularam os *applets* com facilidade. Durante a validação, não foi observada a necessidade de alteração nas páginas da unidade, nem nos *applets*.

Finalizando, ressalta-se que, embora os dados ainda não tenham sido analisados, já ocorreu a validação *in loco*, com alunos do Ensino Médio.

## Discussão

Após a realização dos minicursos, foi promovida a análise dos dados levantados por meio do questionário.

Todos os participantes<sup>2</sup> consideraram que o uso de *applets* favorece a construção de conhecimentos matemáticos. Em geral, foi destacada a importância da manipulação e visualização possibilitada pelos *applets*, o que está coerente com a visão de Santos (2008). Este autor afirma que, por meio dos *applets*, os alunos podem interagir com o conteúdo (experimentação), criando uma intuição sobre o conceito explorado, construindo-o de forma mais consistente.

Na primeira validação, o nível das atividades foi considerado “moderado” por 57% dos participantes e “fácil” pelos demais. Na segunda, foi avaliado como “moderado” por 60% e “fácil” pelos demais. Ressalta-se que a resolução de atividades investigativas ainda não é muito comum, o que justifica o fato da maioria ter considerado o nível das atividades como “moderado”.

Com relação às atividades, todos afirmaram que as mesmas contribuem para a compreensão do tema em estudo e consideraram os enunciados claros.

Quanto aos critérios relacionados à usabilidade, ressalta-se que a análise apresentada é correspondente à segunda etapa da validação, uma vez que a unidade foi reformulada. De maneira geral, a unidade foi muito bem avaliada, conforme mostra o gráfico 1. A usabilidade da interface de uma unidade de aprendizagem online é um aspecto que requer cuidado, pois esta, se bem planejada, aumenta as chances dos objetivos serem atingidos. Os resultados mostrados no gráfico 1 refletem a preocupação em desenvolver uma unidade fácil de usar,

<sup>2</sup> “Todos os participantes”, nesta seção, refere-se sempre ao total de participantes das duas validações.

coerente em seu design (com uniformidade na estrutura das páginas), simples de navegar e com recursos interativos que possibilitam a reflexão e a construção de conhecimentos.

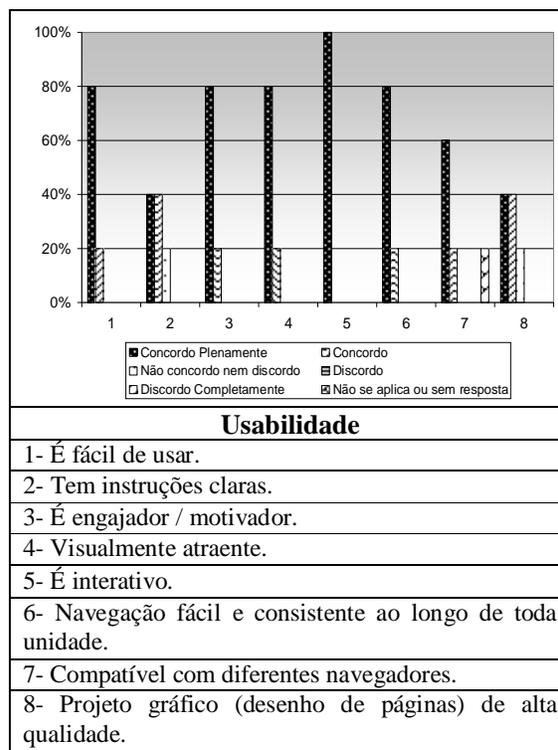


Gráfico 1: Avaliação da Unidade quanto à Critérios de Usabilidade.

De maneira geral, a observação das ações dos participantes e a análise dos dados levantados pelos questionários mostraram que a unidade “Investigando em C” e os recursos disponibilizados na mesma estão adequados aos seus objetivos.

## Conclusão

A realização do processo validação foi muito importante. Os participantes mostraram muito interesse durante o minicurso, o que pode ser atribuído à qualidade dos recursos e ao fato do enfoque dado ao tema ser diferente do que eles conheciam. As atitudes dos participantes, seus questionamentos e as respostas dos questionários indicaram que a

unidade de aprendizagem está coerente com seus objetivos.

Destaca-se, no entanto, que, a partir da análise dos dados levantados na validação *in loco*, com alunos do Ensino Médio, a unidade poderá sofrer modificações, considerando as necessidades e o *feedback* dos alunos do Ensino Médio.

O desenvolvimento de recursos digitais para educação é um processo muito rico, permeado por algumas inquietações decorrentes de problemas relacionados à tecnologia e/ou ao tema de estudo específico. Como a abordagem do assunto não é a tradicional, o desenvolvimento destes recursos requer uma fundamentação teórica consistente que permita propor novas estratégias para o tema em questão. Com relação à tecnologia, nem sempre é possível obter, exatamente, o que se deseja e, então, soluções devem ser discutidas em busca do melhor caminho.

Dando continuidade ao desenvolvimento de recursos, ressalta-se que estão sendo desenvolvidos *applets* para a elaboração de uma nova unidade de aprendizagem, enfocando Geometria Analítica.

### Referências

BRAVIANO, R.; RODRIGUES, M. H. W. L. Geometria Dinâmica: Uma nova Geometria. **Revista do Professor de Matemática**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Matemática, n. 49, p. 22-26, 2002.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação matemática: da Teoria à Prática**. 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2001.

DEITEL, H. M; DEITEL, P. J. **Java, como programar**. Tradução de Carlos Arthur Lang Lisboa. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

LAVILLE, C. ; DIONNE, J. A. **Construção do Saber: manual da metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Tradução de Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed, 1999.

LIMA, E. L. Sobre a Evolução de Algumas Idéias Matemáticas. **Revista do Professor de Matemática (RPM)**. n. 06, p. 1-8. São Paulo: Sociedade Brasileira de Matemática, 1985.

MORAN, J. M. Ensino e Aprendizagem Inovadores com Tecnologias. **Revista Informática na Educação: Teoria & Prática**, v. 3, n.1 Porto Alegre: UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, p. 137-144, 2000.

MOYSÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**. 8.ed. Campinas-SP: Papirus, 2007.

PONTE, J. P.; OLIVEIRA, H.; VARANDAS, J. M. O Contributo das Tecnologias de Informação e Comunicação para o Desenvolvimento do Conhecimento e da Identidade Profissional. In: FIORENTINI, D. (Ed.). **Formação de professores de Matemática: Explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas: Mercado de Letras, p 159-192, 2003.

SANTOS, V. C. P. **Mathlets: Possibilidades e Potencialidades para uma Abordagem Dinâmica e Questionadora no Ensino de Matemática**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Matemática. Rio de Janeiro, RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, 2008.