



Aprendizagem móvel: uma possibilidade no ensino dos números complexos

Rafael dos Reis Paulo¹

GDn°6 – Educação Matemática, Tecnologias e Educação à Distância

Resumo do trabalho. Este trabalho expõe os rumos de uma pesquisa que visa implementar um estudo didático da aprendizagem móvel (*mobile learning*) com o aplicativo GeoGebra no contexto dos números complexos. Para isso, essa proposta de pesquisa se embasada numa tríade: ensino dos números complexos; didática da matemática e aprendizagem móvel. O conteúdo dos números complexos é discutido brevemente em cima de um questionário aplicado a onze professores licenciados de uma Instituição Federal de Santa Catarina. A metodologia que será utilizada é dentro dos pressupostos da engenharia didática seguindo suas quatro fases de execução: análises preliminares, análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori*. A teoria escolhida para discutir didática da matemática nas atividades são os registros de representação semiótica de Duval (2003) e (2009) e para corroborar com experiências na utilização de dispositivos móveis e *mobile learning* os trabalhos de Batista (2011) e Bairral et al. (2015). Ao final da pesquisa, almeja-se resultados que evidenciem a importância dos números complexos em diferentes aspectos quanto à aprendizagem, seja na consolidação dos conjuntos numéricos, no resgate de conteúdos de diferentes blocos (geometria analítica, trigonometria, transformações no plano, entre outros) e, que a aprendizagem móvel sirva como forma de elucidar as abstrações e representações que cercam o ensino dos conteúdos matemáticos na escola.

Palavras-chave: aprendizagem móvel; didática da matemática; números complexos; GeoGebra.

O caminho percorrido para o objeto da pesquisa

Esta proposta de pesquisa rumo a investigar e propor reflexões sobre o ensino dos Números Complexos na Educação Básica. A escolha por pesquisar o ensino dos Números Complexos se iniciou já na graduação, durante as cadeiras de Estágio Supervisionado em Matemática. Como componente obrigatório dessa disciplina os acadêmicos devem reger aulas de matemática para determinado ciclo da Educação Básica, como era o estágio no nível médio foi escolhida uma turma do terceiro ano. Contactando a professora regente da classe, a mesma designou o conteúdo dos números complexos ao estagiário (autor),

¹ Universidade Federal de Pelotas, e-mail: rafael.drp@hotmail.com, orientador: Dr. André Luis Andrejew Ferreira.



reiterando que havia pouco tempo (5 aulas de 45 minutos) para desenvolver as atividades incluindo os procedimentos avaliativos.

Já com o conteúdo determinado, buscou-se logo no planejamento desenvolver atividades que envolvessem algumas das Tendências em Educação Matemática estudadas ao longo da graduação. A professora responsável pela disciplina de estágio sugeriu o uso das Tecnologias Digitais (TD), pois os Números Complexos detêm uma forte relação entre representações algébricas e analíticas. Sendo assim, a utilização de *softwares* poderia contribuir na significação desses registros.

Em suma, as atividades foram desenvolvidas (não exclusivamente) com o *software* GeoGebra na versão *desktop* e, de modo geral, as Tecnologia Digitais foram de tamanha importância tanto para o ensino quanto à aprendizagem. Toda via, após aplicação das atividades foi verificado que os resultados obtidos poderiam ser potencializados, ainda com o uso TD, mas com um aporte didático².

E, a partir das experiências dessa breve pesquisa realizada no estágio, propõe-se acrescentar a mesma uma metodologia específica³ e um referencial didático para articular a teoria aos resultados esperados. Ainda nos limites do objeto de pesquisa, pretende-se utilizar a TD com vistas a emergente aprendizagem móvel (*mobile learning*) que já vem impregnada não somente nos estudantes mais novos como em toda comunidade escolar.

Portanto, a proposta de pesquisa se embasada numa tríade: ensino dos Números Complexos; didática da matemática e aprendizagem móvel, que contempla o seguinte objeto de pesquisa - um estudo didático da aprendizagem móvel (*mobile learning*) com o aplicativo GeoGebra no contexto dos números complexos.

A tríade da pesquisa

² Baseado na didática francesa, com enfoque nos Registros de Representação Semiótica de Duval (2003) e (2009).

³ Engenharia Didática;



XXI EBRAPEM

ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

De 2 a 4 de novembro de 2017 – Pelotas – RS

Para reconhecer o cenário em que a pesquisa pretende se desenvolver é necessário, ainda que breve, esmiuçar a tríade que tem como papel fornecer a articulação entre a teoria, a metodologia e a experimentação do objeto de pesquisa. Nas próximas subseções abordar-se-ia as discussões sobre o ensino do conteúdo matemático escolhido, uma breve explanação sobre a engenharia didática e, por último as Tecnologias Digitais associadas à aprendizagem móvel.

Números Complexos: polêmicas e desafios

Para nortear os levantamentos e discussões que elucidam o a permanência ou não dos Números Complexos no currículo da Educação Básica é necessário investigar seu ensino. E, para isso, se utilizou de uma amostra recolhida durante a pesquisa relatada na primeira seção, na qual investigou o grau de importância que os professores concebem o conteúdo dos números complexos, esse questionário (via *Google Forms*) foi aplicado no ano de 2015 com onze professores licenciados de uma Instituição Federal do estado de Santa Catarina, com perguntas abertas e fechadas, as perguntas e respostas apresentam-se no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 – Questionário aplicado aos professores sobre o ensino dos números complexos

Questionamento	Respostas dos professores	Número de professores	%
1. Como você classifica a importância do estudo dos números complexos?	Aplicação em outras áreas do conhecimento científico	7	43,75
	Resolução de equações polinomiais	3	18,75
	Compreensão dos conjuntos numéricos	3	18,75
	Auxilia no ensino de Física	3	18,75
2. Como você inicia as aulas sobre Números Complexos?	Abordando alguns fatos históricos	4	30,77
	Resolvendo equações cuja solução seja um número complexo	5	38,46
	Definindo o número "i" ou unidade imaginária	1	7,69
	Retomando os conjuntos numéricos	3	23,08
	Resolvendo problemas voltados à Física	0	0
3.Qual tópico do	Unidade imaginária	2	18,18



XXI EBRAPEM

ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

De 2 a 4 de novembro de 2017 – Pelotas – RS

conteúdo de Números Complexos você tem dificuldades de ensinar?	Conjugado de um Número Complexo	0	0
	Operações com Números Complexos	1	9,10
	Representação no plano Argand-Gauss	0	0
	Forma polar ou trigonométrica	4	36,36
	As leis de Moivre	4	36,36
4. Na operacionalização de suas aulas você utiliza algum material de apoio?	Livro didático	6	30
	Parâmetros Curriculares Nacionais	2	10
	Tecnologias da Informação e Comunicação - TIC's	6	30
	Apostilas e materiais próprios	6	30

Fonte: Autor, 2015.

Juntamente a esse questionário foram realizadas duas perguntas abertas, uma delas com o seguinte enunciado “*Você considera os números complexos um conteúdo significativo para compor o currículo escolar?*” A segunda procurou investigar “*Outras considerações sobre o ensino dos Números Complexos*”, ambas com intuito de verificar o posicionamento frente à permanência ou não do conteúdo nos currículos escolares, bem como as inquietações que cercam o ensino desse conteúdo. Destacam-se algumas respostas que obtiveram maior frequência e semelhança, as quais foram:

“Os números complexos atualmente estão sendo eliminados do currículo do ensino médio, principalmente pela forma que vem sendo abordado em sala de aula, de forma descontextualizada.”

“Analisando as aplicações dos números complexos, vemos que esses números servem realmente para o uso em engenharias, física, topografia, entre outras áreas que não se aplicam ao ensino médio. Evidente que utilizamos na resolução de polinômios, mais não vejo isso como uma aplicação do conteúdo.”

“Os números complexos tornaram um instrumento capaz de dar conta do desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para os efeitos visuais (rotações de coordenadas), e para o pleno desenvolvimento da engenharia elétrica (estudo de correntes alternadas).”

Analisando os dados acima, pode-se verificar que o ensino dos Números Complexos vem gerando grandes discussões, não apenas em pequenos grupos como esse, mas também a nível maior, como por exemplo, os parâmetros curriculares, que afirma.

a Matemática do ensino médio trata da ampliação do conjunto numérico, introduzindo os números complexos. Como esse tema isolado da resolução de



equações perde seu sentido para os que não continuarão seus estudos na área, ele pode ser tratado na parte flexível do currículo das escolas. (Brasil, 2002 p.119).

Essa citação tem ressonância direta com as falas dos professores pesquisados, sumariamente é que pelo fato dos números complexos não surgir da necessidade cotidiana o mesmo vem sendo flexibilizado nos currículos escolares e, sua abordagem ou não, fica a cargo do professor.

A metodologia da didática

Para as pesquisas que pretendem de algum modo investigar o processo de ensino, com vistas a constituir propostas didáticas, há encaminhamentos específicos como a Engenharia Didática que tem como umas das muitas finalidades “desenvolver, testar e divulgar métodos inovadores de ensino; elaborar e implementar mudanças curriculares, além de desenvolver e testar materiais de apoio para o ensino da matemática”. (MENDES, 2009, p.23). Os pressupostos metodológicos da Engenharia Didática assemelham-se a uma pesquisa de procedimento experimental com intervenções didáticas diretas em sala de aula pelo professor-pesquisador (ALMOULOUD, 2007). Difere-se das demais metodologias, pois a validação dos resultados não ocorre por meio de comparações ou cruzamento de referências (podendo ser realizado), apenas uma comparação interna entre as suas diferentes fases de execução, as quais são:

1. Análise prévia: estudo teórico, aspectos históricos, o reconhecimento dos sujeitos envolvidos na pesquisa, entre outros.
2. Análise *a priori*: elaboração das atividades didáticas (sequências de ensino), elencando a importância de cada registro e representação do objeto de ensino e, definir as hipóteses que se pretende alcançar com as atividades.
3. Experimentação: momento de aplicação em sala das sequências elaboradas.
4. Análise *a posteriori*: com as observações e registros realizados durante a fase da experimentação validar ou não as hipóteses da análise *a priori*.

É seguindo essa estrutura metodológica que se pretende inovar a didática que elucidar o ensino dos números complexos, porém vale ressaltar que essa metodologia pode sofrer



oscilações no que diz respeito aos papéis assumidos em sala de aula, ou seja, o professor assumirá em parte um caráter de pesquisador, sendo assim, suas influências poderão e deverão interferir na pesquisa.

Aprendizagem móvel (mobile learning)

Nos últimos 20 anos, as pesquisas relacionadas as Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC mostram a importância e o impacto que as mídias afetam a sociedade, pois como pontua Borba e Penteado (2016, p.47) “a história da humanidade está sempre impregnada de mídias” bem como, a própria construção e divulgação do conhecimento está ligado a elas. No entanto, a mutação que as TIC estão sofrendo no decorrer dos anos, possibilitam a criação de inúmeros ramos de pesquisa que em consonância com a nova sociedade, chamada de Sociedade da Informação, convergem para um novo tipo de aprendizagem, a aprendizagem móvel.

E, dentro do contexto das Tecnologias Digitais em que os estudantes estão interconectados o tempo todo, acaba sendo em parte um desafio para os professores que não são ou não foram preparados para trabalhar com essa realidade, mas acaba também mostrando um novo paradigma educacional sobre as práticas pedagógicas para o ensino, vislumbrando assim outras possibilidades no que diz respeito à aprendizagem.

A aprendizagem móvel, também conhecida por *mobile learning* ou *m-learning* “envolve o uso de tecnologias móveis, isoladamente ou em combinação com outras tecnologias de informação e comunicação (TIC), a fim de permitir a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar.” (UNESCO, 2014, p.8) essas tecnologias móveis carregam um conjunto de características que se lançam a frente de outras tecnologias digitais, como:

- Mobilidade: podem ser transportados para qualquer lugar e utilizados a qualquer hora;
- Interatividade: navegam e interagem com outras Tecnologias Digitais;
- Facilidade: menus intuitivos e maioria com recurso *touchscreen*.

A mão de todas essas funcionalidades citadas anteriormente as tecnologias móveis, especificamente os celulares inteligentes (*smartphones*) podem integrar-se a sala de aula de



modo mais eficaz e cômodo que os computadores *desktop*, que precisam de mais equipamentos e espaços específicos para utilização.

Atualmente, as produções científicas que visam implementar e estudar a aprendizagem móvel direcionam basicamente para duas vertentes. A primeira contempla a utilização de aplicativos (jogos, *quiz*, simuladores, entre outros) diretamente em sala de aula ou em cursos de formação docente, em outras palavras, procuram testar os celulares, *smartphones* e *tablets* como recursos didáticos nas aulas, cita-se por exemplo os trabalhos de Freitas e Carvalho (2017), Oliveira (2017), que fazem estudos de caso e pesquisas experimentais com aplicativos utilizando dispositivos móveis em sala.

A segunda vertente pesquisa aborda aspectos conceituais das tecnologias móveis, como: as inferências que esses recursos causam na apropriação dos saberes; as competências necessárias para potencializar o uso em sala de aula; o *design* da tecnologia; a aprendizagem móvel, entre outros. Destacam-se nessa direção os seguintes estudos: Batista (2011) que investigou a aprendizagem móvel por intermédio da Teoria da Atividade que teve por objetivo orientar práticas educativas que envolvam o uso de dispositivos móveis para o ensino; Bairral et al. (2015) que também pesquisa os dispositivos móveis, especificamente os dispositivos com manipulação *touchscreen* com viés para o ensino de matemática, particularmente no ensino de geometria.

Resultados esperados

Com a aplicação das atividades organizadas em sequências didática abordando a utilização de *smartphones* no ensino dos números complexos pretende-se elucidar os seguintes questionamentos:

- Como implementar o uso de *smartphones* em sala de aula na promoção do ensino dos números complexos de forma dinâmica e didática?
- Quais registros e representações semióticas as tecnologias móveis abarcam para o ensino dos números complexos?

Acredita-se que esses dois questionamentos são extensões específicas do objeto da pesquisa e, que norteará os rumos da pesquisa apresentada. Contudo, a articulação entre os



pressupostos metodológicos da Engenharia Didática e análise dos registros de representação semiótica acrescentará veracidade aos resultados, pois segundo Borba e Penteado (2016) a inserção dos dispositivos móveis em aulas expositiva sem respaldo/estudo didático é mais uma forma de domesticar as tecnologias digitais em sala. Além disso, almeja-se resultados que evidenciem a importância dos números complexos em diferentes aspectos quanto à aprendizagem, seja na consolidação dos conjuntos numéricos, no resgate de conteúdos de diferentes blocos (geometria analítica, trigonometria, transformações no plano, entre outros) e, que a aprendizagem móvel sirva como forma de elucidar as abstrações e representações que cercam o ensino dos conteúdos matemáticos na escola.

Referências

- ALMOULOU, S. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Editora UFPR, 2007.
- BAIRRAL, M. A; ASSIS, A. R; SILVA, B. C. C. Uma matemática na ponta dos dedos com dispositivos touchscreen. **Revista Brasileira Ens. Ciência Tec.**, v. 8, n. 4, set-dez. 2015
- BATISTA, S. C. F. **M-learnmat: modelo pedagógico para atividades de m-learning em matemática**. 2011, 225 f. Tese (Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2011.
- BORBA, M. C; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2016
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+: ensino médio – orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC, 2002.
- DUVAL, R. **Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática**. In: Machado, S. D. A. (Org.). Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica. Campinas: Papirus, 2003.
- DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- FREITAS, R. O; CARVALHO, M. Tecnologias móveis: tablets e smartphones no ensino da matemática. **Laplace em Revista (Sorocaba)**, vol.3, n.2, mai-ago. 2017, p.47-61.



XXI EBRAPEM

ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

De 2 a 4 de novembro de 2017 – Pelotas – RS

MENDES, I. **Matemática e investigação em sala de aula**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

OLIVEIRA, C. A. Aprendizagem com mobilidade e ensino de matemática: evidências da utilização na formação inicial do pedagogo. **Laplace em Revista (Sorocaba)**, vol.3, n.3, set-dez. 2017, p.261-273

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO.
Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel. Brasília: UNESCO, 2014