

REGISTROS DE REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS NO ESTUDO DE POLINÔMIOS USANDO APLICATIVOS EM TABLETS

*Ana Mary Fonseca Barreto de Almeida
Instituto Federal Fluminense
anamary@iff.edu.br*

*Gilmara Teixeira Barcelos Peixoto
Instituto Federal Fluminense
gilmarab@iff.edu.br*

Resumo:

Algumas dificuldades vivenciadas na Matemática ocorrem pela ausência da conversão entre registros de representação semiótica. No estudo de Polinômios é privilegiado o registro algébrico em relação aos registros numérico e gráfico. O objetivo geral dessa pesquisa foi analisar se a conversão entre o registro gráfico e o algébrico e vice-versa influenciam no processo de ensino e aprendizagem de polinômios. Optou-se por uma pesquisa qualitativa baseada na Engenharia Didática com atividades investigativas que utilizassem o aplicativo para *tablets*, denominado *xGraphing*. A experimentação ocorreu em quatro momentos, de novembro a dezembro de 2014, com alunos do 3.º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Campos dos Goytacazes. A análise dos dados sinalizou que o uso do plotador gráfico *xGraphing* acelerou os tratamentos e permitiu um potencial de manipulações, propiciando uma aprendizagem heurística. A conversão entre os registros algébricos e gráficos e vice-versa influenciou positivamente a aprendizagem de Polinômios.

Palavras-chaves: Polinômios. Registro de Representação Semiótica. Tecnologia Digital.

1. Introdução

Para Duval (2003), os bloqueios que muitos alunos vivenciam se dão, dentre outros motivos, à grande variedade de registros de representações utilizados na Matemática. Afirma, ainda, que a compreensão da Matemática supõe a coordenação de, ao menos, dois registros de representações semióticas.

Para Lima (2003), a Matemática do Ensino Médio, conforme praticada nas escolas brasileiras, enfatiza os aspectos manipulativos e fórmulas e que o livro didático é, muitas vezes, o recurso em que o professor aprende o que vai transmitir a seus alunos.

A motivação desta pesquisa está relacionada à pouca ênfase e, até mesmo, ausência da representação gráfica de polinômios no Ensino Médio, conforme é ratificado por Morgado et al. (2001), quando afirmam que a maior parte dos livros didáticos trabalham os polinômios apenas pelo ponto de vista algébrico. Os referidos autores afirmam, ainda, que essa riqueza de interpretações possíveis poderia ser explorada com grandes méritos didáticos. Vale ressaltar,

também, que o estudo de Oliveira e Pereira (2010) sobre a interpretação geométrica das raízes reais dos polinômios foi fator primordial para a escolha do tema dessa pesquisa, visto que a primeira autora deste artigo participou do teste exploratório das atividades desenvolvidas. Outro estudo sobre polinômios foi desenvolvido por Dazzi e Dullius (2013) que, pela experiência em cursos pré-vestibulares e no Ensino Médio, destacaram a dificuldade que os alunos tinham na resolução de exercícios, envolvendo gráficos de funções polinomiais de grau maior do que dois.

Na tentativa de identificar os possíveis questionamentos acerca do estudo de polinômios, obteve-se o apoio das discussões publicadas em trabalhos como os de Morgado et al. (2001), Lima (2001), Lima (2003), Oliveira e Pereira (2010), Dazzi e Dullius (2013), Fonseca (2014), dentre outros. Tais trabalhos contribuíram para elucidar a escolha do tema da presente pesquisa: o estudo de polinômios no Ensino Médio.

Com o desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e, em especial os dispositivos móveis, estudo e pesquisas têm sido realizados analisando como as tecnologias digitais podem contribuir para a aprendizagem. Batista (2011), em sua pesquisa, destaca que a habilidade que os jovens têm para lidar com dispositivos móveis, a popularização dos mesmos e o desenvolvimento de aplicativos são fatores que contribuem para a introdução desses recursos nas práticas pedagógicas. Batista (2011) destaca, ainda, que a possibilidade de usar aplicativos gratuitos para fins educacionais deve ser considerada como prioridade. Sendo, ainda, os dispositivos móveis mais baratos e mais facilmente gerenciáveis que os computadores fixos (UNESCO, 2014), opta-se, nesta pesquisa, pelo uso pedagógico do aplicativo para *tablet* denominado *xGraphing*. O referido aplicativo é um plotador gráfico gratuito que permite o traçado de gráficos de forma rápida, dinâmica e com inúmeras potencialidades (DUVAL, 2011). Desse modo, a escolha pelo plotador gráfico possibilita mais tempo e mais variedade de exemplos a serem analisados.

Em busca de um referencial teórico que fundamentasse a importância da interpretação geométrica das funções polinomiais, identificou-se a teoria de Raymond Duval, os registros de representações semióticas, em que enfatiza a importância da diversidade de registros e a articulação entre eles nas atividades matemáticas. Com base nessa teoria e no referencial teórico, fundamentou-se a pergunta essencial desta pesquisa: *Qual é a influência da conversão em diferentes registros de representação semiótica no processo de ensino e aprendizagem de Polinômios?*

Pelo exposto, considera-se que os polinômios constituem um conteúdo importante nos currículos escolares da Educação Básica e o seu estudo não deve focalizar apenas, o aspecto

algébrico, mas também o numérico e o geométrico. Sendo assim, expõe-se, como objetivo geral desta pesquisa, analisar se a conversão entre o registro gráfico e o registro algébrico, e vice-versa influenciam no processo de ensino e aprendizagem de polinômios.

Cabe ressaltar que, neste trabalho, não se fará distinção entre polinômio e função polinomial, sendo representados pelo mesmo símbolo e chamados, indiferentemente, de polinômios ou de função polinomial.

Tendo em vista o objetivo apresentado, promove-se nas seções 2 e 3, uma breve revisão bibliográfica sobre os Registros de Representações Semióticas e as Tecnologias Digitais na Educação aborda-se a questão cognitiva e o papel das representações no conhecimento matemático. Na seção 4 são descritos os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa e, na seção 5 são analisados os dados levantados e são tecidas as considerações sobre as dificuldades e potencialidades observadas. Finalizando, são apresentadas algumas considerações sobre a pesquisa.

2. Registros de Representações Semióticas

A aprendizagem da Matemática constitui um campo privilegiado para análise das atividades cognitivas e, a presente pesquisa procura verificar, segundo a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, se a compreensão conceitual de polinômios está intimamente ligada à mobilização e articulação de diferentes registros. Segundo Duval (2009), não é possível estudar os fenômenos relativos ao conhecimento sem se recorrer à noção de representação. Para este autor, não há conhecimento que possa ser mobilizado por um sujeito sem uma atividade de representação.

Segundo Duval (2003), a originalidade da atividade matemática e sua compreensão está na mobilização simultânea de, ao menos, dois registros de representação, ou na possibilidade de trocar, a todo o momento, de registro de representação. Para Duval (2009), a questão de coordenação dos registros e os fatores suscetíveis de favorecer esta coordenação aparecem como questões centrais para as aprendizagens intelectuais. O referido autor afirma, ainda, que a coordenação dos registros possibilita uma análise do conhecimento não só pela natureza do objeto matemático estudado, mas também pela forma como esses objetos serão apresentados, pois não existe objeto matemático se não há suas diferentes representações.

Para se tratar da articulação dos registros, aspecto considerado essencial por Duval (2003) para a compreensão do saber matemático, devem-se considerar quatro tipos diferentes de registros mobilizáveis no funcionamento matemático. Além disso, segundo Almouloud

(2007), em qualquer atividade intelectual, na elaboração e na transformação de representações semióticas, é necessário distinguir os dois tipos heterogêneos de transformação das representações: o tratamento e a conversão.

Os tratamentos são transformações de representações em outras dentro do mesmo registro como, por exemplo, resolver as equações polinomiais de segundo grau para determinação de suas raízes pela fórmula resolutive. Por outro lado, as conversões são transformações de um objeto num outro registro como, por exemplo: passar da escrita algébrica de uma função polinomial à sua representação gráfica (DUVAL, 2003).

A análise cognitiva em investigações matemáticas necessita da distinção do que é tratamento e do que é conversão, sendo a conversão em dois tipos, com a língua natural e com outros registros que não são aqueles de língua natural.

Existem dificuldades inerentes à conversão e, sua importância está, muitas vezes, escondida por duas razões, conforme destaca Duval (2010):

1. Todo e qualquer ensinamento deve se ater aos casos de congruência (correspondência entre o início das unidades de desempenho e os da representação de chegada). Isso parece tão imediato que ele se assemelha com codificação, enquanto que uma ligeira variação na representação de partida pode fazer a conversão incongruente, e criar um bloqueio.

2. As conversões são sempre solicitadas na mesma direção, ou apenas invertidas de modo que já não há qualquer reconhecimento pelo aluno. Um exemplo clássico que ilustra essa razão é a passagem dos gráficos cartesianos para as escritas algébricas.

De modo geral, o ensino privilegia a aprendizagem das regras concernentes aos tratamentos, como é o caso do ensino da Álgebra, a visão mais habitual é o tratamento de regras de transformação de expressões (monômios, polinômios, frações algébricas, expressões com radicais) e processos de resolução de equações (PONTE, 2006). Mas, sobretudo, o lugar reservado à conversão das representações de um registro em um outro é praticamente mínimo, se não, praticamente nulo (DUVAL, 2009).

Refletindo dessa maneira, pode-se admitir que mudar de registro uma representação dada ou obtida após um tratamento muito elementar é o primeiro gesto do pensamento em Matemática (DUVAL, 2011). E basta abrir qualquer livro para se constatar o vai e vem incessante entre frases em língua natural, fórmulas literais, expressões em língua formal, figuras geométricas ou gráficos cartesianos, ou seja, recorre-se à atividade cognitiva de conversão das representações como uma atividade natural ou adquirida, naturalmente, por todos os alunos. Porém, a atividade de conversão é menos imediata e menos simples e, portanto, é de suma

importância a análise dos procedimentos de correspondência sobre o qual repousa toda conversão de representação (DUVAL, 2009).

Mas é quando as transformações nos dois diferentes registros não são congruentes, que uma mudança de registro se torna mais interessante e fecunda (DUVAL, 2009), como, por exemplo, a tarefa de conversão entre a escritura algébrica e os gráficos cartesianos.

3. Tecnologias Digitais

As Tecnologias Digitais (TD), na educação, contribuem para a mudança das práticas educativas, sejam essas nas relações tempo e espaço, ensino e aprendizagem, nos materiais pedagógicos, na organização e representação de informações pelas múltiplas linguagens. Passaram a fazer parte da cultura, tomando lugar nas práticas sociais e ressignificando as relações educativas (ALMEIDA; SILVA, 2011).

Dentre as TD, destacam-se as tecnologias móveis sem fio. Destaca-se, nesta presente pesquisa, o dispositivo móvel denominado *tablet*, por considerar de extrema importância para a pesquisa a mobilidade, a interatividade e o favorecimento do processo investigativo, ou seja, a construção do conhecimento pela interação com a ferramenta tecnológica.

Os *tablets* são dispositivos móveis com um conjunto de recursos que podem favorecer e estimular a proposição de inúmeras atividades pedagógicas, a visualização de conteúdos cognitivos, as atividades cooperativas e o desenvolvimento de projetos (SEABRA, 2012).

Marés (2012) avaliou o potencial do uso dos *tablets*, como objeto de uma educação inclusiva e de qualidade. Em seus primeiros relatórios, constatou que o uso pedagógico dos *tablets* motiva os alunos e influencia positivamente sua vontade de aprender, embora reconheça que isso se deve muito ao aspecto lúdico com que veem o recurso tecnológico. Outro aspecto apontado no estudo de Marés (2012) são os benefícios da interatividade, proporcionando novas e ricas experiências aos alunos, quando estes estão acessando os conteúdos escolares. A portabilidade e a conectividade oferecidas pelos *tablets* encorajam a colaboração e a interação entre os alunos na sala de aula. Recursos educacionais são muitos, mas o referido autor afirma que, em muitos casos observados, o sucesso depende apenas das habilidades do professor em encontrar, adaptar e implementar tais recursos.

4. Configuração da Pesquisa: aspectos metodológicos

Antecedendo à descrição dos caminhos metodológicos percorridos para o levantamento,

análise e interpretação dos dados desta pesquisa, evidencia-se o objetivo geral do estudo que é analisar se a conversão entre o registro gráfico e o algébrico e vice-versa influenciam no processo de ensino e aprendizagem de polinômios. Para isso, desenvolveu-se uma sequência didática baseada na Teoria da Situação Didática utilizando como ferramenta aplicativo de plotagem gráfica para *tablets* denominado *xGraphing*.

Para criação e exploração gráfica, com o objetivo de realizar correspondências entre os valores visuais dos gráficos e os termos da representação algébrica dos polinômios, a presente pesquisa utiliza o aplicativo *xGraphing*, aplicativo de plotagem gráfica própria para *tablets*, fundamentada nos conceitos das Tecnologias Digitais na Educação Matemática.

Optou-se por uma pesquisa qualitativa, por meio da metodologia de pesquisa denominada Engenharia Didática¹. No presente estudo, os instrumentos de coleta de dados foram, essencialmente, observação participante, questionários, avaliação diagnóstica e registros da sequência didática.

A pesquisa foi realizada em uma escola estadual situada na zona urbana de Campos dos Goytacazes com 22 alunos, sendo dos quais, 19 estiveram presentes em todos os encontros. A sequência didática foi planejada para ser realizada em quatro encontros de 100 minutos.

Neste trabalho, foram definidas as seguintes hipóteses:

- i. o uso do aplicativo para *tablets*, denominado *xGraphing*, contribui para o estudo do comportamento gráfico de Funções Polinomiais;
- ii. a Atividade 1 possibilita a identificação da paridade² e o sinal do coeficiente do termo de maior grau de um polinômio a partir da análise do comportamento do gráfico quando x assume valores muito pequenos ou muito grandes, bem como identificar o comportamento gráfico do termo independente de um polinômio;
- iii. a Atividade 2 (Figura 1) possibilita o reconhecimento do comportamento do gráfico de um polinômio em relação às suas raízes reais e, na vizinhança de suas raízes reais, quando estas têm multiplicidade par ou ímpar;
- iv. a 1.^a parte da Atividade 3 permite o reconhecimento do comportamento do gráfico de um polinômio em relação às suas raízes complexas;
- v. a 2.^a parte da Atividade 3 favorece o reconhecimento de duas importantes propriedades dos polinômios complexos com coeficientes reais: as raízes não

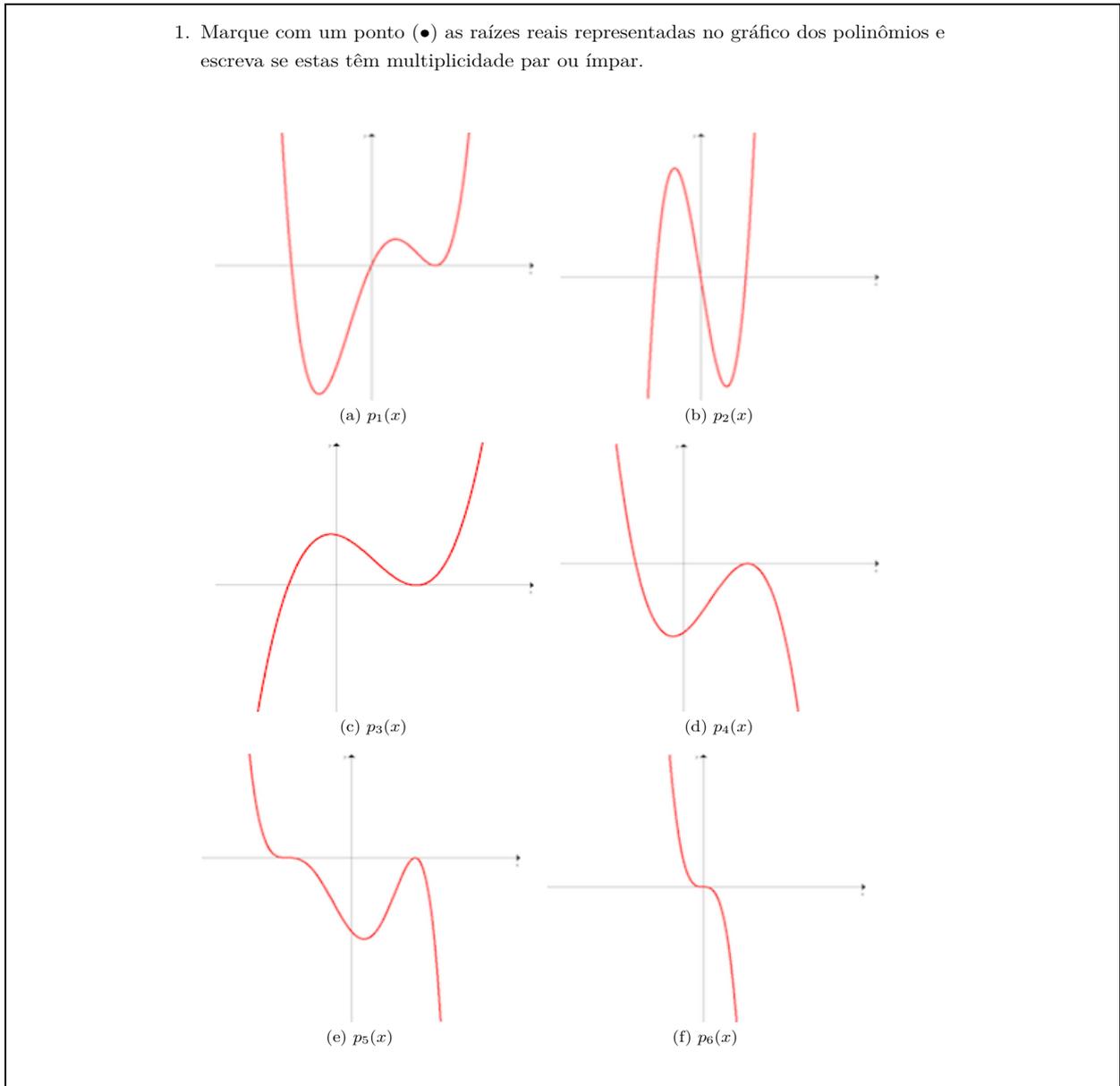
¹ A Engenharia Didática é uma metodologia de pesquisa caracterizada por um experimento baseado em realizações didáticas em sala de aula, ou seja, baseada na concepção, implementação, observação e análise de sequências de ensino (ARTIGUE; DOUADY; MORENO, 1995, p. 36).

² Propriedade de ser par ou de ser ímpar.

reais ocorrem aos pares e os polinômios de grau ímpar possuem um número ímpar de raízes reais;

- vi. os alunos são capazes de responder corretamente, no mínimo, a 70% das questões de Concursos Vestibulares propostas na Atividade 4.

Figura 1 – Questão 1 da Atividade 2

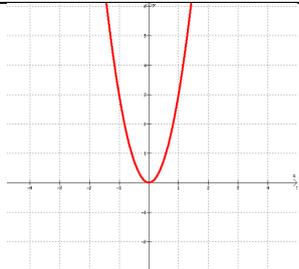
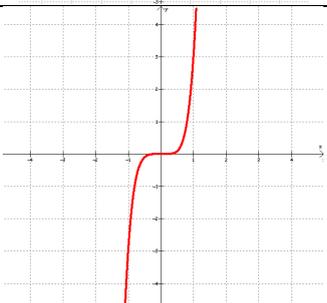
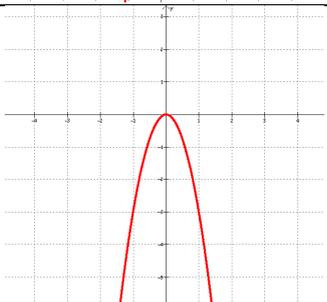
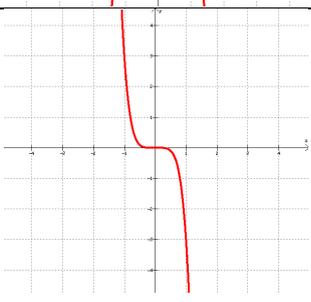


Fonte: elaboração própria

Com o objetivo de analisar o uso pedagógico do *tablet* e a pertinência cognitiva das atividades propostas, foram analisadas unidades significantes³ como as destacadas no quadro 1.

³ Considera-se como unidade significativa elementar toda unidade que se destaca do “léxico” de um registro (DUVAL, 2009, p. 68). Uma palavra, uma expressão, uma figura ou um coeficiente são exemplos de unidades significantes.

Quadro 1 – Identificação das variáveis cognitivas para análise da Atividade 1 – Conversão do registro algébrico para o registro gráfico

Registro de Partida	Variáveis Cognitivas (variáveis escalares)	Registro de Chegada	Observações esperadas O aluno deve perceber que:
$p(x) = 3x^2$	Grau par		quando x cresce ou x decresce ilimitadamente, os valores de $y = p(x)$ crescem ilimitadamente;
$p(x) = 3x^5$	Grau ímpar		quando x cresce ilimitadamente o $y = p(x)$ cresce ilimitadamente e quando x decresce ilimitadamente o $y = p(x)$ decresce ilimitadamente;
$p(x) = -3x^2$	Grau par, coeficiente líder negativo		quando x cresce ou x decresce ilimitadamente, os valores de $y = p(x)$ decrescem ilimitadamente;
$p(x) = -3x^5$	Grau ímpar, coeficiente líder negativo		quando x cresce ilimitadamente o $y = p(x)$ decresce ilimitadamente e quando x decresce ilimitadamente o $y = p(x)$ cresce ilimitadamente;

Fonte: elaboração própria

Para uma avaliação dos resultados desta pesquisa, levou-se em consideração a conversão entre gráficos e expressões algébricas, no que se refere às variáveis visuais próprias dos gráficos de funções polinomiais e, os valores escalares dos polinômios, ou seja, de suas unidades significantes, permitindo uma apreensão global e qualitativa. Para passar de uma equação a um gráfico cartesiano, deve haver uma articulação entre as variáveis cognitivas que são específicas do funcionamento de cada um dos dois registros (DUVAL, 2003). Quando os diferentes valores das variáveis cognitivas visuais pertinentes a um gráfico não são

discriminados, as confusões clássicas para a interpretação dos gráficos são inevitáveis e, além disso, faz com que parte dos tratamentos efetuados no registro algébrico perca o sentido (DUVAL, 2009).

5. Apresentação e Análise dos Dados

É importante ressaltar que o resultado desta pesquisa está circunscrita ao grupo estudado, visando a buscar características comuns para o processo de ensino e aprendizagem de Polinômios.

Foram identificadas variáveis cognitivas escalares de um polinômio que se relacionam com as variáveis visuais de sua representação gráfica, e as transformações foram apresentadas aos alunos fazendo-as variar uma a uma.

A Atividade 1⁴ propiciou realizar transformações em que se fazia variar o grau do polinômio, ora par ora ímpar, o sinal do coeficiente dominante, o termo independente, ora positivo, negativo ou nulo. Pode-se considerar que a Atividade 1 favoreceu o aluno a identificar a paridade e o sinal do coeficiente do termo de maior grau de um polinômio a partir da análise do comportamento do gráfico quando x assumia valores muito pequenos ou muito grandes, bem como identificar o comportamento gráfico do termo independente de um polinômio, visto que se obteve um aproveitamento de 94% das observações obtidas.

A Atividade 2⁵ proporcionou aos alunos experimentarem situações de transformação em que se fazia variar a multiplicidade das raízes reais, ora par ora ímpar. Vale destacar que, nesta pesquisa, não se explorou a diferença entre o comportamento do gráfico nas raízes reais quando de multiplicidade simples e quando de multiplicidade ímpar superior a 1. Pode-se considerar que a Atividade 2 possibilitou ao aluno reconhecer o comportamento do gráfico de um polinômio em relação às suas raízes reais e, na vizinhança de suas raízes reais, quando estas tinham multiplicidade par ou ímpar, uma vez que se obteve um aproveitamento de 96% das observações obtidas.

A Atividade 3⁶ favoreceu o aluno a reconhecer o comportamento do gráfico de um polinômio em relação às suas raízes complexas, já que todos os alunos identificaram que o grau de um polinômio é o mesmo valor da quantidade de raízes e que as multiplicidades destas são levadas em consideração. A Atividade 3 favoreceu, ainda, o reconhecimento de duas

⁴ A Atividade 1 foi estruturada em cinco partes totalizando 23 questões.

⁵ A Atividade 2 foi estruturada em três partes com quatro questões contendo seis subitens cada.

⁶ A Atividade 3 foi estruturada em três partes com oito questões no total.

importantes propriedades dos polinômios complexos com coeficientes reais: as raízes não reais ocorrem aos pares e os polinômios de grau ímpar possuem um número ímpar de raízes reais, já que obtiveram um aproveitamento de 99% das observações.

Os alunos obtiveram um aproveitamento de 71% nas questões de Concursos Vestibulares propostas na Atividade 4⁷ e resolvidas durante a aplicação. A Atividade 4 teve por objetivo aglutinar todas as unidades significantes de forma a realizar uma avaliação global dos elementos desta pesquisa. Vale destacar que as questões com maior aproveitamento, 88%, 94% e 100%, que foram as questões 1, 3 e 6, respectivamente, compreendiam apenas as transformações de conversão. Observou-se que o mau rendimento dos alunos nas questões 2 e 4 não estava associado à conversão e, sim, à outra atividade cognitiva, o tratamento. Nas referidas questões, a produção de uma conversão era antecedida de uma operação interna ao registro algébrico, no qual o aluno deveria substituir as expressões algébricas dadas em novas expressões, e estas deveriam possibilitar a identificação das variáveis cognitivas necessárias à conversão (DUVAL, 2009). Esse fato, também, foi verificado por Jordão (2011) em sua pesquisa sobre sistemas lineares. A mesma observou que a dificuldade obtida no processo de conversão estava associada à identificação pelo aluno da representação simbólico-numérico, ou seja, na diferenciação entre o objeto representado e seus registros de representação semiótica.

6. Considerações Finais

Apresentam-se as considerações finais desta pesquisa baseadas na avaliação da sequência didática, confrontando com as hipóteses delineadas, tendo como objetivo responder à questão desta pesquisa, sob um ponto de vista global.

Limitou-se o estudo às conversões dos polinômios em registros gráficos e registros algébricos e, portanto, o uso de plotador gráfico abriu possibilidades consideráveis de criação e exploração visual.

Neste estudo, o uso do plotador gráfico denominado *xGraphing* contribuiu de forma significativa para a compreensão do comportamento gráfico das funções polinomiais, acelerando os tratamentos que envolvem as produções das representações semióticas, exibindo os registros tão rapidamente quanto a produção mental e permitindo um potencial ilimitado de tratamentos, manipulações, por meio de deslocamentos, ampliações ou reduções.

⁷ A Atividade 4 foi proposta com sete questões de Concursos Vestibulares.

Segundo Duval (2009), a coordenação entre os diferentes registros aparecem como questões centrais para as aprendizagens intelectuais. Portanto, finalizando a questão central desta pesquisa, pode-se responder, a partir de todas as considerações apresentadas, que a transformação de conversão influencia o processo de ensino e aprendizagem de Polinômios a partir da compreensão integrativa, ou seja, de uma aprendizagem especificamente centrada na conversão de representações e efetuada fora de toda a tarefa de tratamento, essa compreensão é necessária ao início de todo o ensino ou a uma nova rede conceitual.

Destacam-se como forma de continuidade desse estudo: i. pesquisar o comportamento do gráfico de uma função polinomial na vizinhança de suas raízes reais simples e nas raízes reais de multiplicidade ímpar superior a 1; ii. estudar o comportamento do gráfico das funções polinomiais quando os valores de x tendem a 0; iii. verificar a conversão do registro da linguagem natural para a linguagem algébrica dos polinômios e vice-versa.

7. Referências

ALMEIDA, M. E. B. de; SILVA, M. d. G. M. de. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. *Revista e-curriculum*, v. 7, n. 1, p. 1–19, Abril 2011.

ALMOULOU, S. A. *Fundamentos da didática da matemática*. Curitiba: UFPR, 2007.

ARTIGUE, M.; DOUADY, R.; MORENO, L. Ingeniería didáctica en educación matemática: un esquema para la investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica, 1995.

BATISTA, S. C. F. *M-learnMat: modelo pedagógico para Atividades de M-Learning em matemática*. Tese (Doutorado em Informática na Educação) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000829159&loc=2012&l=742d7eab7c84ce96>>. Acesso em: 25 de mar. 2016

DAZZI, C. J.; DULLIUS, M. M. Ensino de funções polinomiais de grau maior que dois através da análise de seus gráficos, com auxílio do software graphmatica. *Boletim de Educação Matemática (Bolema)*, v. 27, n. 46, p. 391–398, Agosto 2013.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: . 5. ed. Campinas: Papiruees, 2003. cap. 1, p. 11–33.

DUVAL, R. *Semiósis e pensamento humano: registro semiótico e aprendizagens intelectuais*.

São Paulo: Livraria da Física, 2009.

DUVAL, R. Sémiosis, pensée humaine et activité mathématique. *Revista de Educação em Ciências e Matemáticas (Amazônia)*, v. 6, n. 12, p. 127–143, jan./jun. 2010.

DUVAL, R. *Ver e ensinar a matemática de outra forma*. São Paulo: PROEM, 2011.

FONSECA, R. d. A. *Interpolação polinomial com uso de software, uma atividade para laboratório de Matemática*. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) — Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2014.

JORDÃO, A. L. I. *Um estudo sobre a resolução algébrica e gráfica de sistemas lineares 3×3 no 2º ano do ensino médio*. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — PUC, São Paulo, 2011.

LIMA, E. L. Análise de livros de matemática para o ensino médio. *Revista do professor de matemática (RPM)*, n. 46, p. 43–51, mai./ago. 2001.

LIMA, E. L. *Matemática e ensino*. 2. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2003.

MARÉS, L. *Tablets in education: opportunities and challenges in one-to-one programs*. Buenos Aires, 2012. Acesso em: 05 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.relpe.org/wp-content/uploads/2012/04/Tablets-in-education.pdf>>. Acesso em: 25 de mar. 2016.

MORGADO, A. C. et al. *Exame de textos: análise de livros de matemática para o ensino médio*. Rio de Janeiro: VITAE. IMPA. SBM, 2001.

OLIVEIRA, D. d. S.; PEREIRA, T. d. S. *Raízes de polinômios: um enfoque geométrico*. 2010. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso) — Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2010.

PONTE, J. a. P. d. *Números e álgebra no currículo escolar*. 2006. Acesso em: 20 dez. 2014. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4525/1/06-Ponte%28Caminha%29.pdf>>. Acesso em: 25 de mar. 2016.

SEABRA, C. *Tablets na sala de aula*. 2012. Acesso em: 07 mai. 2015. Disponível em: <<http://cseabra.wordpress.com/2012/04/22/tablets-na-sala-de-aula/>>. Acesso em: 25 de mar. 2016.

UNESCO. *Diretrizes de política da UNESCO para a aprendizagem móvel*. França, 2014. Acesso em: 17 jun. 2015. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002277/227770por.pdf>>. Acesso em: 25 de mar. 2016.