

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXI Jornada de Pesquisa

OS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA NO PROCESSO DE ENSINO DE COORDENADAS POLARES¹

Angeli Cervi Gabbi², Cátia Maria Nehring³.

¹ Parte do Projeto de Tese realizado no Curso de Doutorado em Educação pelo Programa de Pós Graduação em Educação nas Ciências.

² Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Educação nas Ciências. Professora do Instituto Federal Rio Grande do Sul (IFRS). Participante do Grupo de Estudos em Educação Matemática (GEEM). E-mail: angeli.gabbi@ibiruba.ifrs.edu.br

³ Professora da UNIJUÍ. Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências. Departamento de Ciências Exatas e Engenharias. Líder do Grupo de Estudos em Educação Matemática (GEEM). E-mail: catia@unijui.edu.br

Introdução/Justificativa

O ensino e a aprendizagem de conteúdos relacionados às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, mais especificamente o conceito de coordenadas polares, objeto matemático central da tese da primeira autora, com orientação da segunda, têm sido objeto de estudo e discussão por diferentes pesquisadores no campo da Educação Matemática, tais como Rezende (2003), Junior (2006) e Cury (2013). As dificuldades enfrentadas pelos estudantes se traduzem nos índices de reprovações, cancelamento e desistência em diferentes cursos superiores, principalmente cursos ligados a área das exatas.

É condição do trabalho do professor criar condições de aprendizagem conceitual aos educandos, e para que isso ocorra é essencial que na mediação pedagógica considere os diferentes tipos de registros de representação semiótica dos objetos matemáticos, para que assim possam ser compreendidos pelos estudantes.

Elencamos no decorrer desse ensaio teórico, uma discussão sobre a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (RRS) proposta por Raymond Duval no entendimento das coordenadas polares, considerando uma condição para a aprendizagem efetiva do educando, buscando elencar quais as atividades de tratamento e conversão são necessárias e como estas podem sustentar a organização do ensino.

Procedimentos Metodológicos

A presente produção baseia-se em uma pesquisa qualitativa, uma busca teórica para compreender o objeto de estudo, no caso os Registros de Representação Semióticas na e o conceito de coordenadas polares. A partir do referencial de Raymond Duval (2003, 2009) e pesquisadores brasileiros como Santos (2014) explicitamos o conceito coordenada polar, os registros inerentes a este conceito e quais as principais conversões e tratamentos necessário a compreensão do conceito. Esta compreensão é feita a partir da explicitação teórica, possibilitando posteriormente a proposição de atividades de ensino, foco da tese.

Teoria dos Registros de Representação Semióticas: processos de ensino e aprendizagens

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXI Jornada de Pesquisa

A Teoria dos Registros de Representação Semióticas (RRS) é uma teoria que auxilia a compreensão dos processos de aprendizagem matemática. Para isso, compreender que o objeto matemático precisa ser desenvolvido a partir de atividades de conversão, modificação entre registros de representação e atividades de tratamentos, modificações internas ao registro é condição para a compreensão e significação conceitual matemática por parte dos estudantes.

Duval (2003), apresenta quatro tipos diferentes de RRS que podem ser utilizadas na matemática, mas esta diversidade de representações somente terá sentido no processo de ensino e aprendizagem se houver a mobilização dos mesmos, conforme a tabela 01.

Tabela 01: Classificação dos diferentes registros mobilizáveis no funcionamento matemático (fazer matemático, atividade matemática).

	REPRESENTAÇÃO DISCURSIVA	REPRESENTAÇÃO NÃO DISCURSIVA
REGISTROS MULTIFUNCIONAIS: Os tratamentos não são algoritmizáveis.	Língua natural Associações verbais (conceituais). Formas de raciocinar: - argumentação a partir de observações, de crenças, - dedução válida a partir de definição ou de teoremas.	Figuras geométricas planas ou em perspectivas (configurações em dimensão 0, 1, 2 ou 3); - apreensão operatória e não somente perceptiva; - construção com instrumentos.
REGISTROS MONOFUNCIONAIS: Os tratamentos são principalmente algoritmos.	Sistema de escritas: - numéricas (binária, decimal, fracionária...); - algébricas; - simbólicas (linguagem formal). Cálculo	Gráficos cartesianos; - mudanças de sistema de coordenadas; - interpolação, extrapolação.

Fonte: Duval (2003, p. 14).

De acordo com Duval (2003), os registros monofuncionais são os que possuem algoritmos próprios em sua estrutura, e os multifuncionais são aqueles nos quais os tratamentos não são algoritmizáveis, que possui como representação discursiva a língua natural. Também se apresentam como forma não discursiva as figuras geométricas, planas e espaciais. Já como registros monofuncionais na representação discursiva temos os sistemas de escritas numéricas, algébricas e simbólicas, bem como o cálculo. E na representação não discursiva temos os gráficos cartesianos juntamente com as mudanças de sistemas de coordenadas, interpretação e extrapolação.

Para este autor "toda confusão entre o objeto e sua representação provoca, com o decorrer do tempo, uma perda de compreensão. Os conhecimentos adquiridos tornam-se rapidamente inutilizáveis fora de seus contextos de aprendizagem" (DUVAL, 2009, p. 14). A representação da equação de uma função linear e a sua representação gráfica por exemplo, tem por referência o mesmo objeto, função linear, porém enfocam parcialidades do conceito, uma vez que possuem propriedades distintas e próprias. Duval (2009) acredita que um único registro não abrange todas as

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

características de um objeto matemático em estudo, tendo que recorrer, desta forma, a outros para complementar.

As representações diferentes de um mesmo objeto não têm, evidentemente, o mesmo conteúdo. Cada conteúdo é comandado por um sistema pelo qual a representação foi produzida. Daí a consequência de que cada representação não apresenta as mesmas propriedades ou as mesmas características do objeto. Nenhum sistema de representação pode produzir uma representação cujo conteúdo seja completo e adequado ao objeto representado (DUVAL, 2003, apud SANTOS, 2014, p. 32).

O domínio entre os diferentes registros de representação é segundo Duval necessário para a aprendizagem matemática. De acordo com Santos (2014), os estudos de Duval inserem-se nas pesquisas de educação matemática, pois concebem o estudante como sujeito que adquire conhecimentos através da interação entre os vários elementos que compõem o ato pedagógico: o professor, o meio, a linguagem, o estudante, o saber matemático e suas representações semióticas, ou seja, o funcionamento cognitivo implicado na aprendizagem da matemática com vistas a desenvolver a capacidade de raciocínio, análise e visualização.

A relação que existe entre as diferentes formas de tratamento de uma expressão, ou entre as diferentes formas de registro de representação, aponta a funcionalidade do pensamento humano na intensão da compreensão a respeito do objeto em estudo.

Os RRS possibilitam aos docentes criar possibilidades de ensino em sua prática docente, além da organização das informações, bem como a compreensão e significação dos conceitos a partir das atividades de conversão dos registros pelos acadêmicos, pois de acordo com esta teoria, é a conversão das diversas representações sobre um mesmo objeto em estudo que possibilita a construção do conhecimento. Para Duval, "o desenvolvimento das representações semióticas foi a condição essencial para a evolução do pensamento matemático" (2003, p.13).

Assim, cada termo ou objeto tem uma forma particular de representação repleto de significados. Por isso é importante analisar e discutir os diferentes sistemas de representação empregados no processo de aprendizagem dos conteúdos matemáticos estudados, tentando estabelecer conexões entre eles.

Se considerarmos as coordenadas polares, foco deste estudo, podemos considerar os seguintes registros de representação, da tabela 02 abaixo.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXI Jornada de Pesquisa

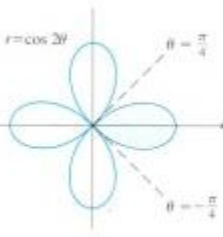
Registro de representação em Língua Natural	Registro de representação Numérico/Tabular		Registro de representação Gráfico	Registro de representação Algébrica
Calcule a área limitada por um laço da rosácea de quatro pétalas.	θ	r		$r = \cos(2\theta)$ $A = \int_{-\pi/4}^{\pi/4} \frac{1}{2} r^2 d\theta$
	$\pi/6$	0,5		
	$\pi/4$	0		
	$\pi/3$	-0,5		
	$\pi/2$	-1		
	$2\pi/3$	-0,5		
	$3\pi/4$	0		
	$5\pi/6$	0,5		
	π	1		
	$7\pi/6$	0,5		
	$5\pi/4$	0		
	$4\pi/3$	-0,5		
	$3\pi/2$	-1		
	$5\pi/3$	-0,5		
	$7\pi/4$	0		
	$11\pi/6$	0,5		
	2π	1		

Tabela 02: Registro de Representação Coordenada Polar.

Considerando os diferentes registros de representação, evidenciam-se dois tipos diferentes de transformações entre eles, o tratamento e a conversão, sendo que o primeiro consiste em selecionar uma melhor representação de um objeto matemático e a partir deste reproduzir. Já o segundo, a conversão, envolve ao menos dois registros de representação distintos de um mesmo objeto matemático no qual é feita uma movimentação de um registro para outro.

Na Tabela 02 vimos que o registro da língua natural representa situações na forma escrita ou comentada/falada pelo docente, já no registro algébrico temos a representação por meio de letras e símbolos, neste registro o docente pode fazer o tratamento ressaltando a atribuição de valores a variável teta (θ). No registro numérico as situações são baseadas em sequências numéricas e tabelas, sendo que a atribuição dos valores a variável teta geraram os dados tabulares e por fim, no registro gráfico temos o gráfico no plano cartesiano, que desencadeou-se através do tratamento do registro numérico, permitindo a conversão de outro registro.

Conclusão

Como professora (primeira autora), observo que os estudantes apresentam problemas no entendimento de coordenadas polares, tanto no reconhecimento da função quanto a sua representação gráfica, dificultando a mobilização de um registro gráfico por exemplo, para o algébrico ou vice-versa. Ao considerarmos os RRS como um referencial pertinente ao ensino de coordenadas polares, o professor estará possibilitando ao discente uma aprendizagem dos conceitos matemáticos, pois, "a compreensão em matemática supõe a coordenação de ao menos dois registros de representação semiótica." (DUVAL, 2003, p. 15).

Entendemos que se o docente considerar em suas intencionalidades da mediação docente, as distintas representações de uma função em coordenada polar, juntamente com as atividades de tratamento e conversão entre eles, estará possibilitando ao estudante apreender conceitualmente o

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

que de fato constitui este objeto matemático. Duval (2003, 2009) salienta que uma representação por si só não possibilita a aprendizagem conceitual, mas sim, a transição entre elas.

Referências

- CURY, Helena Noronha. Uma proposta para inserir a análise de erros em cursos de formação de professores de matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v.15, n.3, p. 547-562. São Paulo, 2013.
- DUVAL, Raymond. *Semiósis e Pensamento Humano: Registros semióticos e aprendizagens intelectuais*. (fascículo I). Tradução de Lenio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.
- _____. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D.A. (Org.). *Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica*. Campinas: Papirus, 2003. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=f9Vc7Hcv79wC&pg=PA7&hl=pt-BR&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false. Acesso em 01 de dez. de 2015.
- EVES, Howard. *Introdução à história da matemática*. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Unicamp, 2.ed., 1997.
- JUNIOR, Antonio Olímpio. *Compreensões de conceito de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática: uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática*. Tese de doutorado. UNESP, Rio Claro, 2006.
- REZENDE, W. M. *O ensino de cálculo: dificuldades de natureza epistemológica*. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, maio/2003.
- SANTOS, Gefferson Luiz dos. *Os registros de representação semiótica mobilizados por acadêmicos de um curso de Ciências Contábeis em resolução de problemas*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas. Londrina, 2014.
- STILLWELL. John. *Mathematics and its History*. New York: Springer, 1989.