

FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA: REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA NO ENSINO - APRENDIZAGEM DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL.

Aécio Alves Andrade¹

GD 09 – Processos Cognitivos e Linguísticos em Educação Matemática

Resumo: Este trabalho contém uma proposta de pesquisa empírica para a construção de uma tese de doutorado. A pesquisa possui abordagem qualitativa do tipo pesquisa participante, pois o autor e pesquisador pretende investigar as fragilidades e potencialidades em relação ao processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de limites, derivadas e integrais de funções, no curso de Licenciatura em Matemática, baseado nos pressupostos teóricos da Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond. A tese será organizada em formato de capítulos, onde na introdução será apresentado o contexto da pesquisa, bem como a justificativa, objetivos, um breve procedimento metodológico, bem como a trajetória do autor com o objeto matemático do Cálculo Diferencial e Integral. A pesquisa será realizada com os estudantes do Curso de Licenciatura em Matemática do Campus Paraíso do Tocantins do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. O curso proposto para esta investigação terá trinta horas de duração com dois encontros semanais. Todas as aulas serão gravadas em vídeo, e este material será analisado por metodologia específica proposta por Arthur B. Powell e Wellerson Quintaneiro da Silva em seu trabalho intitulado “Métodos de Pesquisa em Educação Matemática Usando Escrita, Vídeo e Internet”. Ao término da pesquisa de doutoramento espera-se obter os principais pontos fortes da teoria para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral, de modo a melhorar o ensino desta disciplina no país. Atualmente, esta pesquisa encontra-se na fase de investigação teórica.

Palavras-chave: Ensino de Cálculo. Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Formação de professores.

INTRODUÇÃO

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, comumente chamada de Cálculo, está atualmente presente na estrutura curricular de diversos cursos das ciências exatas e sociais aplicadas, como Física, Matemática, Química, Ciências Contábeis, Economia, Engenharias, dentro outros. Pesquisas nacionais e internacionais revelam a dificuldade nos processos de ensino dessa disciplina, e o diagnóstico dessas dificuldades são objetos de estudo de vários pesquisadores no ramo da educação matemática (SOUZA, 2007).

Durante a graduação percebemos que a maioria dos alunos sente dificuldades na compreensão das definições do Cálculo.

¹ Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL; Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática; aecio@ifto.edu.br; orientadora: Professora Dr^a Cintia Aparecida Bento dos Santos.

A disciplina de Cálculo é conhecida por seu alto índice de reprovação e de evasão, nos mais variados cursos. Devido a este fato, muitos alunos iniciam a disciplina aterrorizados por boatos e testemunho de outros, isso faz com que os alunos tenham pouca simpatia com a mesma, causando-lhes certa apreensão e expectativa negativa, predispondo-os ao insucesso (MATEUS, 2006).

O Cálculo constitui-se com uma utilidade inegável no âmbito das ciências exatas, pois a variação de grandezas e a necessidade de cálculo com aproximações locais precisas constituem uma problemática presente em praticamente todas as áreas do conhecimento (BARUFI, 1999).

Os conceitos de Cálculo Diferencial e Integral são geralmente ministrados através de aulas expositivas, onde o docente apresenta todas as definições necessárias, propriedades e alguns exemplos, enquanto que os alunos resolvem várias listas de exercício (D'AMBRÓSIO 1999).

Assim, tanto discente quanto docente, parece ter cumprido suas obrigações no processo de ensinar e aprender, porém, na maioria das vezes o aluno não sabe como aplicar aquele conhecimento no curso em que está inserido, pelo fato do professor não contextualizar os conhecimentos na sua transposição didática.

O aprendizado do Cálculo Diferencial e Integral pode ter muitos aspectos a melhorar no processo educacional brasileiro. Os alunos do Ensino médio entram na Licenciatura em Matemática visando principalmente aprender conteúdos que não viram na educação básica e se deparam com um Currículo que exige que os mesmos tenham conhecimentos prévios para o sucesso nas disciplinas.

Ao delimitarmos a pesquisa, será proposta uma metodologia de ensino baseada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica, que aborda os aspectos cognitivos que promovem o aprendizado em Matemática, para os alunos do Curso de Licenciatura em Matemática do Campus Paraíso do Tocantins do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins.

Durante a abordagem desta metodologia, busca-se responder: Em que situações didáticas, a partir da proposição de uma sequência de atividades utilizando o contexto da

Teoria dos Registros de Representação Semiótica, os licenciandos em Matemática coordenam os objetos matemáticos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I?

O problema será abordado com referenciais teóricos da didática francesa, conduzido pelos trabalhos de Santos (2010) e Duval (2003,1996).

Como hipótese, pode-se argumentar que a durante toda a Educação Básica os alunos não são instigados a reconhecerem um objeto matemático em diversas representações, sejam elas simbólicas, gráficas, algébricas, e língua natural. Estes alunos aprendem os objetos matemáticos e essas representações em um único sentido de conversão. Esse fato os impede de coordenar estes registros de representação semiótica, dificultando seus aprendizados nas disciplinas de Matemática no Curso Superior de Licenciatura em Matemática.

Vale ressaltar que a trajetória pessoal e acadêmica do autor desta pesquisa possui relação direta com o foco empírico deste trabalho, tendo em vista suas produções acadêmicas ao longo de sua carreira. Atualmente este autor ministra aulas em um curso de Licenciatura em Matemática, especificamente as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. Dessa forma, a pesquisa empírica será realizada com os alunos da Licenciatura em Matemática, no Campus Paraíso do Tocantins do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins.

Seu cadastramento no Comitê de Ética da Universidade Cruzeiro do Sul está em tramitação.

O presente artigo possui a estrutura de seis seções, incluindo as referências. Na introdução mostrou-se que a importância do estudo de metodologias para o ensino de cálculo, pois possui índices de reprovação altos, bem como retém os estudantes em seus cursos. Mostrou-se ainda o problema da pesquisa, algumas possíveis hipóteses e uma breve exposição da vida acadêmica do autor.

A segunda seção apresenta os objetivos da pesquisa, na seção seguinte apresenta-se a metodologia pretendida para construção da tese. A quarta seção é composta pelos pressupostos teóricos de Duval, a quinta apresenta alguns impactos e relevância da pesquisa da comunidade acadêmica. E Por fim segue a última seção com as referências deste trabalho.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Investigar fragilidades e potencialidades em relação ao processo de ensino e aprendizagem de limites, derivadas e integrais de funções, no curso de Licenciatura em Matemática, norteado pela Teoria dos Registros de Representação Semiótica.

Objetivos Específicos

- Analisar a aprendizagem com abordagem de distintos registros de representações semiótica em atividades que envolvam a temática apresentada.
- Identificar as fragilidades e potencialidades no aprendizado de Cálculo, envolvendo o mudanças de registros, tratamentos e congruências de objetos matemáticos.
- Compreender de que forma ocorre a conversão numa situação proposta apropriando-se da representação linguística e/ou simbólica, enquanto forma de se expressar o objeto matemático, segundo funções de comunicação, tratamento, objetivação, defendidas por Duval.
- Examinar, por meio de situações em classe, registros de representação de limites, derivadas e integrais de funções envolvendo a complementaridade dos registros e o aprendizado do conteúdo, assim como a conceitualização destes conteúdos.

METODOLOGIA

Com o intuito de responder a problemática da pesquisa, em relação aos objetivos, destaca-se que a pesquisa é aplicada com abordagem qualitativa do tipo pesquisa participante, pois o autor se constituirá como pesquisador e professor no desenvolvimento de duas etapas descritas a seguir:

- Etapa 1

Será realizado um levantamento bibliográfico das metodologias utilizadas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, assim como um mapeamento acerca das metodologias utilizados na atualidade no ensino de limites, derivadas e integrais de

funções, enumerando todos os pontos positivos e negativos de cada metodologia estudada. E ao término desta etapa, com base em todos os resultados encontrados, será proposto um conjunto de sequências didáticas sobre todo o conteúdo de limites, derivadas e integrais com abordagens diferenciadas de modo a promover as transições entre registros de representações de objetos de Matemática.

- Etapa 2

No segundo momento, será proposto um curso baseado no trabalho de Santos (2010) e Duval (1996, 2003) que terá como público alvo os alunos do Curso de Licenciatura em Matemática.

O curso não será vinculado às disciplinas ou componentes curriculares da grade curricular do Curso de Licenciatura em Matemática. O mesmo terá duração de 30 horas, que serão gravadas em áudio e vídeo, seguindo os critérios de análise metodológica proposta por Powell e Silva (2015). As etapas serão divididas em três etapas de 10 horas cada. Para estas etapas, serão trabalhados os conceitos fundamentais, os principais teoremas, as principais demonstrações, e alguns exercícios genéricos sobre os conteúdos anteriores.

As aulas serão ministradas a luz da Teoria de Raymond Duval sobre os Registros de Representação Semiótica. Durante o Curso aplicaremos questionários e entrevistas objetivando mensurar qualitativamente os conhecimentos de limites, derivadas e integrais de funções apreendidos pelos alunos.

Deve-se frisar que no decorrer da disciplina, as aulas relativas a esta pesquisa serão previamente analisadas e programadas, dessa forma busca-se evidências bem detalhadas nestas aulas expositivas em que o conteúdo está sendo abordado, serão levados em consideração às representações dos alunos participantes sobre as formas de aprendizagem de cada conteúdo estudado.

Em suma, acredita-se que esta pesquisa possui elementos característicos de uma pesquisa participante, devido à relação direta do pesquisador na discussão da pesquisa e ainda no processo desta. Neste tipo de pesquisa, os indivíduos atuantes são sujeitos do conhecimento e não meros sujeitos passivos. (DEMO, 1999).

A pesquisa participante busca melhorar as condições de vida dos indivíduos, além de promover o desenvolvimento da capacidade e análise de resolução de problemas rotineiros. (BRANDÃO, 1999).

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O termo semiótica é originário do grego que significa *semeion* ou *signo* na língua portuguesa. Charles Sanders Peirce foi um matemático e filósofo, este americano desenvolveu a teoria da semiótica. A sua busca por signos com o intuito de classificá-los e descrevê-los, bem como analisá-los, tinha o propósito de conhecer essas especificidades que cada signo pode ter para alguma pessoa. Dessa forma, um signo, dependendo de quem está usando-o ou interpretando-o pode estar relacionado a um objeto específico. (SILVA, 2013).

Na Matemática, existe um representante da teoria semiótica que defende a utilização dela no ensino de Matemática. Este representante é filósofo e psicólogo na França, trabalhou em um dos mais renomados institutos de pesquisa daquele país. Raymond Duval fez suas pesquisas no Instituto de Pesquisa em Educação Matemática (IREM) em Estraburgo, no período de 1970 a 1995. Durante este tempo de estudos, aprofundou-se na Psicologia Cognitiva, que foi gerou um fruto chamado de *Sémiosis et pensée humaine* ou *Semiosis e o pensamento humano* (MACHADO, 2013).

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica está sendo estudada no Brasil há poucas décadas, diversos programas de Pós-Graduação da rede pública e particular estudam em suas linhas de pesquisa a Teoria de Duval.

Para Patrício (2011, p. 37),

Os sistemas semióticos são sistemas de representação que cumprem três atividades cognitivas de toda representação. A primeira é a formação de uma marca, que possa ser identificada como representação de um objeto, a segunda, o tratamento, é a transformação da representação, uma mudança de forma, mas preservando as características próprias do sistema onde foi criada. E a terceira, a possibilidade de conversão da representação com sua passagem a outro sistema, mas mantendo o mesmo objeto de referência. Os sistemas de representação que possibilitam estas três atividades chamam-se registros de representação semiótica. Estes registros possibilitam ao sujeito, tanto concluir um processo de objetivação, como para simplesmente comunicar-se com um interlocutor.

Para Duval existem algumas indicações de aprendizado que os alunos dão no decorrer do processo educativo, as mobilizações das representações dos objetos

matemáticos, indicam se ele está aprendendo ou não. Indica ainda em que pontos estão com dificuldades. Estas representações coordenadas de forma eficiente pode facilitar o aprendizado nas aulas de matemática, cabe ao professor direcionar o aluno a este novo pensar. Além das representações, Duval traz a definição de congruência entre representações. É através dessas e outras definições que é possível ao professor, ministrar suas aulas e ainda verificar nos alunos as conversões e tratamentos realizados por estes durante as execuções de conteúdos em sala de aula.

IMPACTOS E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Os índices de reprovação e retenção ocasionados pelas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral no país são conhecidos pela comunidade acadêmica das ciências exatas. Este trabalho que estará embasado por uma pesquisa empírica busca melhorar o ensino dessa disciplina nos mais diversos cursos. A Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval extremamente prática e eficaz no ensino de objetos matemáticos complexos.

Para a comunidade acadêmica em geral, a tese em sua versão final trará uma gama de sequências didáticas para o Ensino de Cálculo. Além de trazer o trabalho empírico com todos os resultados positivos e negativos. Assim, os professores, alunos e profissionais interessados poderão saber se convém ou não utilizar completa ou parcialmente este trabalho em suas realidades sociais. Outro ponto forte e proposital é promover uma visão da didática francesa para os licenciandos em Matemática que serão alvo da pesquisa. Este contato com a teoria de Duval poderá trazer muitos benefícios em suas carreiras e em suas aulas cotidianas.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, C. R. A participação da pesquisa no trabalho popular. In: BRANDÃO, C. R. (Org.). **Repensando a pesquisa Participante**. 3. ed. São Paulo: Livraria brasiliense, 1999. p. 223-256.

COLOMBO, Janecler Aparecida Amorin; FLORES, Cláudia Regina; MORETTI, Mércles Thadeu. Reflexões em torno da representação semiótica na produção do conhecimento:: compreendendo o papel da referência na aprendizagem da matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 9, n. 2, p.181-203, dez. 2007. Disponível em:

<<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/download/901/594>>. Acesso em: 18 out. 2017.

BARUFI, M.C.B. **A construção/ negociação de significados no curso universitário de Cálculo Diferencial e Integral**. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, 1999.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Informática, Ciências e Matemática. Série Informática na Educação do Programa Salto para o Futuro – Proinfo**. Brasília: MEC, 1999.

DEMO, P. **Elementos metodológicos da pesquisa participante**. In: BRANDÃO, C. R. (Org.). *Repensando a pesquisa Participante*. 3. ed. São Paulo: Livraria brasiliense, 1999. p.104-130.

DUVAL, R. Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques? *RDM*, v 16, n3, p. 349-382. 1996.

DUVAL, R. 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, p.11-33.

MACHADO, Silvia Dias Alcântara (Org.). **Aprendizagem em Matemática: Registros de Representação Semiótica**. Campinas: Papirus, 2013.

MATEUS, Pedro. **Cálculo Diferencial e Integral nos livros didáticos: Uma análise do ponto de vista da organização praxeológica**. São Paulo: Dissertação, Mestrado. PUC/SP, 2006.

PATRÍCIO, Rafael Silva. **As dificuldades relacionadas à aprendizagem do conceito de vetor à luz da teoria dos registros de representação semiótica**. 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

POWELL, Arthur B.; SILVA, Wellerson Quintaneiro da. O vídeo da pesquisa qualitativa em Educação Matemática: investigando pensamentos matemáticos de alunos. In: POWELL, Arthur B. (Org.). **Métodos de Pesquisa em Educação Matemática Usando Escrita, Vídeo e Internet**. Campinas: Mercado de Letras, 2015. Cap. 1. p. 15-60.

SANTOS, C. A. B. O ensino da Física na formação do professor de Matemática . 2010, 183 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática)– Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010.

SILVA, Cintia Rosa da. **Signos Peirceanos e registros de representação semiótica: qual a semiótica para a matemática e seu ensino?**. 2013. 202 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

SOUZA, Fernando Eduardo. **A integral na visão de professores de Cálculo Diferencial e Integral frente à produção de alunos**. 2007. Dissertação- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC/SP, 2007.