

COMPREENSÕES DE PROFESSORES DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO CONTEXTO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS: PERSPECTIVAS DA UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES COMPUTACIONAIS

Andriceli Richit, Rosana Giaretta Sguerra Miskulin

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Rio Claro, SP

Brasil

andricelirichit@gmail.com, misk@rc.unesp.br

Resumo. Buscamos neste trabalho trazer compreensões de professores de Cálculo Diferencial e Integral I (CDI I) quanto às perspectivas da utilização de ambientes computacionais no âmbito da sala de aula. Tais compreensões são oriundas de uma pesquisa de mestrado que objetivou identificar e compreender os aspectos conceituais e instrumentais do *conhecimento da prática* docente em um curso à distância de formação de professores de CDI (Richit, 2010). Em nossas análises, avaliamos que o contexto do curso *online* (contexto da pesquisa) trouxe algumas contribuições no sentido de que alguns conceitos de CDI I foram ressignificados com as atividades realizadas no software GeoGebra.

Palavras chave: compreensões de professores, cálculo diferencial e integral, ambientes computacionais

Abstract. In this study we report on Differential and Integral Calculus (DIC) instructors' understanding as related to various perspectives on the use of computer environments for the classroom. These understandings were raised in research conducted as part of a master's program with the goal of identifying and understanding concepts and instruments characterizing the *practical knowledge* of teacher participants in a distance education professional development experience for DIC instructors (Richit, 2010). In our analyses we found that the activities developed for the online course (context of the research study) using GeoGebra, contributed to enhancing teachers' comprehension of DIC concepts.

Key words: teacher knowledge, differential and integral calculus, computer-based environments

Introdução

Trazemos neste texto, algumas compreensões de professores de Cálculo Diferencial e Integral (CDI I) quanto às suas perspectivas de utilização de ambientes computacionais no âmbito da sala de aula. As compreensões aqui apresentadas são oriundas de uma pesquisa, em nível de mestrado que tem como foco o *conhecimento da prática* do professor de Cálculo Diferencial e Integral no contexto de um curso à distância. Deste modo, o texto que ora apresentamos está dividido em três partes. Apresentamos inicialmente o problema que originou a pesquisa incluindo objetivo, questão diretriz e relevância. No que segue, apontamos nossa perspectiva de formação de professores assumida na pesquisa e procedimentos metodológicos adotados. Encerrando o texto, explicitamos e discutimos a luz da perspectiva teórica *conhecimento da prática* os resultados e apontamos algumas perspectivas e conclusões do estudo.

Gênese da pesquisa

A ideia desta pesquisa surgiu das possibilidades advindas da utilização das tecnologias digitais articulada a formação do professor de Cálculo Diferencial e Integral para a apropriação e

utilização destes recursos em sala de aula. Deste modo, trazemos um recorte da pesquisa que ora desenvolvemos que buscou *identificar e compreender os aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática docente em um curso à distância de formação de professores de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das tecnologias digitais*, ou seja, buscou compreender quais aspectos do *conhecimento da prática* inter-relacionam a utilização dos recursos das tecnologias digitais pelo professor de Cálculo Diferencial e Integral em sua prática pedagógica. A busca desta compreensão foi orientada pela seguinte questão diretriz: *Quais são os aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática docente do professor de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das tecnologias digitais?*

De acordo com Miskulin, et al (2006), investigação sobre as possibilidades advindas das tecnologias digitais na/para formação de professores pauta-se na premissa de que a relação com a tecnologia pode potencializar a capacidade de reflexão do professor sobre seus processos de pensamentos. Além disso, possibilita a construção de novos processos de aprendizagem relacionados a uma nova cultura profissional, assente na integração das diferentes tecnologias ao ensino, “pois oferecem a oportunidade de uma prática que potencialmente pode ser melhor que a praticada, considerando a sociedade em que vivemos” (Maltempi, 2008, p.60).

Nessa direção, recursos da Internet contribuem com a formação continuada de professores por meio de cursos *online* propiciados pela Educação à Distância, visto a dificuldade de muitos docentes migrarem de suas instituições e residência para investirem em sua formação (Mariano, 2008). A esse respeito, Maltempi (2008) assinala que:

Diversas experiências com formação continuada vêm sendo realizadas, com o intuito de promover a formação tecnológica de docentes do ensino fundamental e médio. [...]. No entanto, geralmente essas experiências focam a formação pedagógico-tecnológica dissociada dos conteúdos específicos o que implica em um passo posterior do professor, que é relacionar a formação recebida com os conteúdos que ministra. Sendo assim, apostamos numa formação continuada que trabalhe as tecnologias de modo a auxiliar o professor a incorporá-las em sua prática segundo seu contexto e conteúdos específicos (p. 64).

Pensando nos docentes referidos por Mariano (2008) e Maltempi (2008), e considerando o ambiente de cursos *online*, entendemos que a aprendizagem dos professores pode ocorrer e o *conhecimento da prática* de professores para o uso das tecnologias digitais pode ser construído. Igualmente, em cursos *online*, estes trabalham conjuntamente e discutem situações que podem

acontecer em sala de aula em função da apropriação e utilização das tecnologias digitais. Na sequência, trazemos a postura de formação de professores adotada em nossa investigação.

Postura de formação de professores assumida na investigação

O crescente interesse pela formação de professores quer seja no âmbito inicial ou continuado, tem se constituído em foco de pesquisa em diversos campos científicos, incluindo-se a Educação Matemática (Richit, 2010). Nesse sentido, o considerável interesse por esse campo de investigação, mais especificamente a formação continuada, está relacionado à relevância que esse processo assume no desenvolvimento da profissionalização do professor e a forma como essa formação influencia a prática pedagógica (Tanuri, 2008). Nesse viés, entendemos que a formação continuada de professores, bem como a utilização das tecnologias digitais são temáticas do campo da Educação Matemática que precisam ser investigadas de forma articulada, pois podem apontar caminhos/mudanças para processos de formação continuada docente.

Tanuri (2008) diz ainda que no bojo dessas mudanças, a prática passou a ser insistentemente defendida como fundamento de toda a teoria, ou seja, o tipo de conhecimento “que passa a ser valorizado é o saber prático, o saber que leva ao bom desempenho e à solução dos problemas do cotidiano da profissão (p.81)”. Nesse sentido, para que mudanças na prática de professores aconteçam, devem ser promovidas, quer seja na formação inicial ou continuada, condições para utilização das tecnologias digitais:

A formação do professor deve prover condições para que ele construa conhecimento sobre as técnicas computacionais, entenda por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica e seja capaz de superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica. Essa prática possibilita a transição de um sistema fragmentado de ensino para uma abordagem integradora de conteúdo voltada para a resolução de problemas específicos do interesse de cada aluno. Finalmente, deve-se criar condições para que o professor saiba recontextualizar o aprendizado e a experiência vividas durante a sua formação, para a sua realidade de sala de aula compatibilizando as necessidades de seus alunos e os objetivos pedagógicos que se dispõe a atingir (Valente, 1999, p. 12).

Ao lançarmos nosso olhar para as potencialidades e desafios decorrentes da utilização das tecnologias digitais, observamos que a prática docente está relacionada às ações dos alunos e dos professores, sendo estas redimensionadas pelo uso desse novo recurso, a qual não se identifica com as condições tradicionais em que o docente teve sua formação. Diante disso,

consideramos que a busca pela qualificação profissional docente muitas vezes, está atrelada à prática, pois nasce da própria prática. Para Guimarães (2006)

[...] é através da experiência e da reflexão sobre a prática pedagógica que o saber profissional dos docentes (práticos reflexivos) continuamente se desenvolve [...]. É a esse conhecimento que é preciso dar um lugar central na formação, estimulando o desenvolvimento do professor, perspectivando-se, então, este conceito como próximo da formação contínua [...] (p. 171).

Entendemos assim, que o conhecimento do professor é emergente da prática, pois é a partir dela que ele a re-significa ao repensar suas posturas em sala de aula e levando em conta a natureza de sua prática e aspectos experienciais intrínsecos a ela. Assim, a questão que nos move aqui situa-se nas relações entre a aprendizagem e o conhecimento construído pelo professor de CDI, no contexto das tecnologias digitais e os aspectos intrínsecos à construção desse conhecimento (Richit, 2010).

Cochran-Smith e Lytle (1999) desenvolvem uma discussão acerca do conhecimento do professor evidenciando a existência de concepções bastante diferenciadas sobre a aprendizagem destes, compreendendo imagens variadas de conhecimento; da prática profissional; das relações entre teoria e prática; dos contextos sociais, intelectuais e organizacionais que sustentam o aprendizado do professor; e nos modos que este aprendizado relaciona-se com mudanças educacionais e com os propósitos da escola/universidade. Nesse sentido, essas autoras destacam três concepções sobre a aprendizagem dos professores: aprendizagem como *conhecimento para a prática*, aprendizagem como *conhecimento na prática*, e aprendizagem como *conhecimento da prática*. Apresentaremos brevemente alguns aspectos relacionados às duas primeiras concepções e nos aprofundaremos na terceira concepção, sendo esta última a nossa postura de formação de professores assumida na investigação.

A primeira concepção - *conhecimento para a prática* parte do pressuposto de que os pesquisadores nas universidades geram conhecimentos e teorias, que são legitimados pela comunidade acadêmica, como por exemplo, teorias e conhecimentos formais que são utilizados pelos professores nas escolas, objetivando desenvolver e aprimorar a prática profissional desses professores (Cochran-Smith e Lytle, 1999).

Já o *conhecimento na prática* é gerado quando o professor se apropria de conhecimentos imbuídos no trabalho de especialistas e aprofunda seus próprios conhecimentos. As autoras supracitadas depreendem, também, que não se supõe que o *conhecimento na prática* seja gerado exclusivamente ou sequer primariamente pelos pesquisadores que estudaram sobre ensino e escolaridade fora da esfera da escola, mas que os professores são geradores do próprio

conhecimento. Para Cochran-Smith e Lytle (1999) a concepção de aprendizagem *conhecimento da prática* não pode ser entendida em termos de um universo de conhecimento que divide conhecimento formal de um lado e conhecimento prático de outro.

Nessa mesma perspectiva, Roldão (2007) pontua que a relação teoria/prática tem sido problemática e conflituosa e a progressiva teorização da ação, foi gerando por sua vez, novos corpos de conhecimento, que passam a transformar a forma de agir dos docentes. Igualmente, Roldão (2007, p. 98) aponta que a relação teórico-prática é responsável pela

[...] grande parte da dificuldade de estabelecer a natureza do conhecimento profissional docente e de configurar os modos e identificar os actores da sua produção e uso. É justamente nesta interface teoria-prática que se jogam, julgamos, as grandes questões relativas ao *conhecimento profissional docente*.

A perspectiva de conhecimento profissional defendida por Roldão (2007) é próxima da perspectiva *conhecimento da prática* de Cochran-Smith e Lytle (1999), no sentido de que estas perspectivas teóricas apontam que a teoria e a prática não podem ser dissociadas e que o professor constrói conhecimento a partir de sua prática e da reflexão que faz dela.

[...] professores, ao longo de sua vida, tem papel central e crítico na geração de conhecimento sobre a prática, uma vez que suas salas de aula são locais de investigação, e ao conectar seu trabalho nas escolas a questões mais amplas, assumem um ponto de vista crítico na teoria e pesquisa de outros. Redes de professores, comunidades de investigação, e outros coletivos escolares nos quais os professores e outros somam esforços para construir conhecimento são o contexto privilegiado para o aprendizado do professor (p. 273).

Evidencia-se nesta perspectiva que a relação do professor com o conhecimento é bem diferente do que é presumido em outras concepções sobre seu aprendizado e constituem-se em oportunidades para que os professores explorem e questionem suas (e dos outros) ideologias, interpretações e práticas. Além disso, os professores aprendem ao desafiar suas próprias suposições identificando questões importantes da prática (Cochran-Smith e Lytle, 1999). Uma idéia fundamental que subjaz o *conhecimento da prática*, é a de que os professores aprendem colaborativamente e esta aprendizagem ocorre em comunidades de investigação ou em redes. Cochran-Smith e Lytle (1999) reiteram ainda que quando os professores trabalham em comunidades de investigação (redes ou cursos de formação continuada), entram em uma “busca comum” de significados em suas vidas profissionais por meio de maneiras distintas de descrever, discutir e debater os processos de ensino e aprendizagem inerentes a sua prática pedagógica.

Considerando a natureza da investigação realizada, utilizamos a metodologia de pesquisa qualitativa com análise interpretativa, em função da necessidade de descrever o fenômeno a partir dos dados obtidos, visando favorecer a interpretação dos mesmos (Alves-Mazzotti, 1998). Os dados da pesquisa foram constituídos por meio de um curso de Extensão, à distância, intitulado “*Tecnologias da Informação e Comunicação na formação continuada de professores que ensinam Cálculo Diferencial e Integral I*”. O Curso de Extensão contou professores de CDI perfazendo 13 encontros *online*, viabilizado pela plataforma de ensino a distância TelEduc, onde os participantes discutiram a utilização das tecnologias digitais no âmbito da sala de aula de Cálculo bem como desenvolveram atividades envolvendo os principais conceitos de CDI: Funções, Limites, Derivadas e Integral no software GeoGebra. Assim, os dados são oriundos das diversas formas de interações como bate-papo, fórum e e-mail, ficha de inscrição, questionários e planos de aula desenvolvidos pelos professores, notas de campo dos pesquisadores, dentre outras.

Alguns resultados e considerações finais

Na busca por interpretações acerca dos dados constituídos no Curso de Extensão, alguns aspectos foram observados, sendo estes divididos em dois eixos inter-relacionados: o primeiro eixo, o qual denominamos *Conceitual*, referia-se aos aspectos do conhecimento do conteúdo e da prática pedagógica do professor no que tange a apropriação e utilização das tecnologias digitais. O segundo eixo, dizia respeito ao aspecto *Instrumental*, ou seja, relacionavam-se as condições da utilização de ambientes computacionais (tempo, estrutura). Contudo, neste artigo, trazemos um recorte referente a uma das categorias referente ao Aspecto *Instrumental* a qual intitulamos “*Ambientes Computacionais*”.

Durante o Curso, a questão da utilização de ambientes computacionais, calculadoras entre outros recursos foram apontados pelos participantes como importantes aliados dos professores no fazer docente, devido às potencialidades e possibilidades advindas de sua utilização na criação de ambientes de aprendizagem na aula de CDI. As percepções e reflexões dos professores a respeito dos ambientes computacionais sinalizam que estes reconhecem a importância de uma prática pedagógica, que leve em conta a utilização dos mesmos. Anderson, aponta que por meio de ambientes computacionais, as possibilidades de representação de conceitos oferecidos pelas tecnologias são bem maiores:

[...] *Com uso das TIC novas possibilidades se abrem sobre como o deve ser analisado o conteúdo na sala. Para os que tem Cálculo como ferramenta de aplicações, então tais aplicações são simuladas e aperfeiçoadas. Para os que se especializam em Matemática, tem a chance de aprofundar cada vez*

mais sobre o que realmente as coisas são com as diferentes possibilidades de representação que as TIC oferecem.

Ainda nessa direção, Anderson, aponta que a utilização de ambientes computacionais pode atenuar um pouco o caos na abordagem de alguns conceitos de Cálculo, pois, por meio das tecnologias, é possível realizar algumas simulações e estas podem contribuir com a compreensão e construção dos conceitos por parte dos alunos.

O conceito de limite é caótico. A definição epsilon-delta é a origem do caos. Formalmente não se entende: dizer “para qualquer epsilon > 0 deve existir um delta > 0, tal que $|f(x) - L| < \text{epsilon}$ sempre que $0 < |x - a| < \text{delta}$.” A primeira parte da frase diz que a existência do epsilon vai implicar a existência de um delta, enquanto que na última parte da frase diz que sempre que tivermos um delta satisfazendo determinadas condições, a existência de épsilon está garantida”. Uma ambigüidade e contradição enormes. Este facto é motivo do caos. Acho que as TIC podem atenuar esse caos com as diferentes possibilidades de simulação: os alunos podem ensaiar, como se fosse um jogo: será que para cada delta, tão pequeno que seja, vou encontrar um épsilon correspondente? Portanto, quem ganha o jogo, já percebe o conceito formal de limite

Anderson, ao refletir sobre o conceito de limite assumiu uma postura de teórico ao dizer que “as TIC podem atenuar esse caos”, o que reflete suas perspectivas interpretativas oriundas de suas próprias experiências (Cochran-Smith e Lytle, 1999). Letícia, por sua vez, percebe a utilização de softwares e/ou ambientes computacionais como importantes aliados do professor e importantes instrumentos de aprendizagem para seus alunos, na medida em que a abordagem de conceitos forem reelaboradas com a utilização de recursos das tecnologias digitais.

Vejo as Tecnologias, em especial os softwares, como ferramentas que podem se tornar instrumentos de aprendizagem. Dessa forma, se tornam mais uma estratégia que pode ser utilizada pelo professor em seu trabalho diário. E sendo esse trabalho bem planejado com o uso das tecnologias poderá auxiliar no desenvolvimento da aprendizagem e no interesse do estudante.

Em um dos encontros do Curso, discutíamos as potencialidades advindas de ambientes computacionais na abordagem de conceitos, levando em conta aspectos como a visualização, representação e a articulação das representações matemáticas (algébrica, gráfica e tabular), entre outros. A este respeito, a participante Priscila evidencia que “o ambiente informático potencializa também a investigação pelos seus recursos diversos, pois permite mobilizar diversas representações”. Ela ainda complementa dizendo que “esta metodologia inverte o papel do professor e permite que o aluno participe da construção do conhecimento”. Nessa mesma

linha de raciocínio, Beatriz pontua que “*Acredito que a aplicação das TIC podem e muito ajudar os alunos na compreensão e fixação do conteúdo do cálculo*”. Já Leonardo acredita que “*O computador pode ser utilizado como um recurso estratégico alternativo para os cursos de CDI*”.

Neste trecho, percebemos que os professores reconhecem ao longo do debate a importância das representações matemáticas na compreensão de conceitos. Além disso, constatamos que Priscila e Leonardo são favoráveis a utilização de ambientes computacionais, pois, para eles, os ambientes computacionais potencializam as aulas, possibilitando o trabalho com atividades investigativas, e colocando os estudantes como construtores de seu próprio conhecimento. Ainda, no que diz respeito às representações matemáticas, alguns professores discutem o papel do professor com relação às representações e a relação das tecnologias com as representações.

Beatriz fala para Todos: Acredito que as TICs podem sim ajudar de forma significativa a interpretação de algumas das representações.

Anderson fala para Todos: é complicado e pouco significativo abordar cálculo, digamos derivada ou integral, sem mobilizar uma diversidade de representações. Como fazer? Na actividade I da Margareth vemos que os pesquisados, por confiarem no "senso comum", talvez por verem que o domínio da função é todo \mathbb{R} as pessoas acharam que a função fosse contínua. Portanto a diversidade das representações ajuda a eliminar esses equívocos

Bianca fala para Todos: As diversas representações matemáticas levam o aluno a ampliar seu conhecimento.

Neste outro trecho, Beatriz percebe a relação entre representação e tecnologia como eventos complementares, no sentido de que a tecnologia abre possibilidades para a compreensão das representações. Já Anderson, entende que a mobilização de diversas representações é muito eficaz na compreensão de conceitos de Cálculo, ao referir-se ao estudo de Derivadas e Integrais. Além disso, sugere que a utilização de diversas representações possibilitadas por ambientes computacionais ajuda a evitar alguns “enganos”, que os estudantes cometem no estudo de continuidade, por exemplo.

Finalizando, entendemos que a utilização de ambientes computacionais constituem-se em um dos aspectos do *conhecimento da prática* docente destes professores de Cálculo, pois, estes discutiram a utilização dos recursos das tecnologias digitais quer seja por meio de pesquisas, artigos e as mais variadas literaturas, além de refletirem os efeitos da utilização das tecnologias no contexto de suas aulas de Cálculo com pesquisadores da área. Percebemos também que estes professores ao final do Curso se colocaram em uma relação diferente com relação à

abordagem dos conceitos de Cálculo levando em conta a utilização de ambientes computacionais. Além disso, de acordo com Cochran-Smith e Lytle (1999), estes professores responsáveis e comprometidos com uma educação progressiva e com a construção de maneiras alternativas para os processos de ensino aprendizagem de Cálculo, discutiram juntos os pressupostos implícitos, que tem a respeito do ensino e aprendizagem de Cálculo e da Universidade com o apoio de ambientes computacionais.

Referências bibliográficas

- Alves- Mazzotti, A. J. (1998). O método nas Ciências Naturais e Sociais. In A. J., Alves- Mazzotti e F. Gewandsznajder (Orgs.), *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. São Paulo, SP: Pioneira
- Cochran- Smith, M., e Lytle, S. (1999). Relationship of Knowledge and Practice: Teacher Learning in Communities. In A. Iran-Nejad e C. D. Pearson (Eds.), *Review of Research in Education* (24), (pp. 249-306). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Guimarães, F. (2006). Como se pensa hoje o desenvolvimento profissional do professor? *Revista Quadrante*, 1 e 2 (1), 169-192.
- Maltempi, M. V. (2008). Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente. *Acta Scientiae*, 10 (1), 59-67.
- Mariano, C.R. (2008). *Indícios da cultura docente revelados em um contexto online no processo da formação de professores de matemática*. Dissertação de Mestrado, Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.
- Miskulin, R. G. S.; Perez, G; Silva, M.R.C.; Montrezor, C.L.; Santos, C.R.; Toon, E.; Liboni Filho, P.A. e Santana, P.H.O. (2006). Identificação e Análise das Dimensões que permeiam a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Aulas de Matemática no Contexto da Formação de Professores. *Bolema: de Educação Matemática*, 26 (1), 103-123.
- Richit, A. (2010). *Aspectos Conceituais e Instrumentais do Conhecimento da Prática do Professor de Cálculo Diferencial e Integral no Contexto das Tecnologias Digitais*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil.
- Roldão, M.C. (2007). Função docente: natureza e construção do conhecimento profissional. *Revista Brasileira de Educação*, 34 (1), 94-103.
- Tanuri, L.M. (2008). Formação de Professores: história, política e processos de formação. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 3 (1), 73-92.

Valente, J.A (1999). *O Computador na Sociedade do Conhecimento*. (1ª ed.) Campinas: Unicamp/Nied.