

TECNOLOGIAS DIGITAIS E FORMAÇÃO CONTINUADA DO PROFESSOR DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: INTERAÇÕES EM UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM

Andriceli Richit

Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Rio Claro/SP

andricelirichit@gmail.com

Resumo:

Trago neste artigo, algumas compreensões acerca de processos de formação de professores de Cálculo Diferencial e Integral, a partir de interações em um ambiente virtual de aprendizagem (TelEduc), no qual estes discutiram processos de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral articulado as tecnologias digitais. As compreensões aqui apresentadas, são oriundas de uma pesquisa de Mestrado, desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Unesp/Rio Claro-SP, que buscou compreender como se mostrava a formação de professores de Cálculo Diferencial e Integral frente as tecnologias digitais, em um Curso de Extensão Online. A partir das análises, avaliamos que as interações no contexto do Curso, possibilitaram o (re)pensar da prática docente destes professores quanto a utilização de recursos das tecnologias digitais no âmbito de suas aulas de Cálculo bem como ressignificaram alguns conceitos a partir dos roteiros de atividades desenvolvidas e discutidas junto ao software GeoGebra.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais; Cálculo Diferencial e Integral; Formação Continuada de Professores; Interações Online.

1. Introdução

Este artigo traz algumas compreensões acerca de processos de formação de professores de Cálculo Diferencial e Integral, a partir de interações em um ambiente virtual de aprendizagem (TelEduc), em um Curso Online, onde professores e pesquisadores discutiram processos de ensino e aprendizagem de Cálculo articulado as tecnologias digitais. As reflexões aqui apresentadas são provenientes de uma pesquisa desenvolvida em nível de mestrado que tinha como foco o *conhecimento da prática*¹ do professor de Cálculo Diferencial e Integral. Assim, o texto aqui exposto compreende 4 partes.

Em um primeiro momento, apresento os caminhos conduzidos na direção da pesquisa desenvolvida, destacando a motivação, os objetivos, a pergunta e relevância. Na sequência, teço algumas considerações a respeito de processos de ensino de Cálculo Diferencial e Integral articulado as tecnologias digitais a partir de pesquisas desenvolvidas no âmbito da Educação Matemática (MENK, 2005, JAVARONI, 2007, BARBOSA,

¹ Esta perspectiva teórica será apresentada na seção 3.

2009). Em um terceiro momento, trago a tona discussões que caminham na direção de como os professores podem transcender as práticas tradicionais de ensino e trabalhar em uma abordagem metodológica de Investigação Matemática, por meio das Atividades Exploratório-Investigativas e das potencialidades didático-pedagógicas advindas de ambientes computacionais, como os softwares. Concluindo o artigo, aponto e discuto a luz da perspectiva teórica *conhecimento da prática* os resultados e assinalo algumas perspectivas e conclusões acerca da investigação realizada.

2. Os entornos da pesquisa

Ao me debruçar sobre investigações que tinham como foco os processos de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, observei que existem vários trabalhos que apontam para as dificuldades dos alunos ao estudarem Cálculo Diferencial e Integral, e alguns destes sugerem a utilização de recursos tecnológicos para a abordagem dos conceitos relacionados a esta disciplina. Porém, poucos trabalhos discutem a formação do professor de Matemática que trabalha com a disciplina Cálculo Diferencial e Integral articulada as tecnologias digitais.

Considerando então essa carência de investigações, lancei olhares para os professores de Cálculo, desenvolvendo uma pesquisa 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 Cálculo Diferencial e Integral no contexto das tecnologias digitais*, ou seja, busquei 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?* Identificar e compreender o aspecto conceitual do *conhecimento da prática* significou entender quais os aspectos do conhecimento conceitual (do conteúdo matemático e da prática pedagógica) do professor que ensina Cálculo, quando estes utilizam as tecnologias digitais. Do mesmo modo, identificar e compreender o aspecto instrumental do *conhecimento da prática* significou entender as condições do trabalho docente, a utilização de ambientes computacionais, os aspectos da instituição, os processos de formação, entre outros.

Partindo do pressuposto de que o conhecimento do professor é sempre emergente da prática, e que é a partir dela que ele a ressignifica ao repensar suas posturas em sala de aula, reconstruindo seu conhecimento, levando em conta a natureza de sua prática e aspectos experienciais intrínsecos a ela, movemo-nos então nas relações entre a aprendizagem e o conhecimento construído pelo professor de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das tecnologias digitais e os aspectos intrínsecos à construção desse conhecimento (COCHRAN-SMITH e LYTLE, 1999a). No que segue, trago um panorama bem como perspectivas relacionadas aos processos de ensino de Cálculo Diferencial e Integral e possíveis articulações junto às tecnologias digitais.

3. Cálculo Diferencial e Integral: Panorama, Perspectivas e possíveis articulações junto às Tecnologias Digitais

A história e o desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral deu-se em períodos distintos, de forma notável nas eras antiga, medieval e moderna e foi dividido em duas partes: a primeira parte estava relacionada às Derivadas ou Cálculo Diferencial, e a outra parte estava relacionada às Integrais, ou Cálculo Integral, porém não seguindo esta mesma ordem. Eves (1995, p. 417), a esse respeito, assinala que,

o desenvolvimento histórico do cálculo seguiu a ordem contrária à daquela dos textos e cursos básicos atuais sobre o assunto: ou seja, primeiro surgiu o cálculo integral e só muito tempo depois o cálculo diferencial. A idéia de integração teve origem em processos somatórios ligados ao cálculo de certas áreas e certos volumes e comprimentos. A diferenciação, criada bem mais tarde, resultou de problemas sobre tangentes a curvas e de questões sobre máximos e mínimos.

Os primeiros passos do Cálculo Integral ocorreram na era antiga e baseavam-se no cálculo de volumes e áreas (EVES, 1995). Contudo, o aparecimento e desenvolvimento do Cálculo Diferencial estão intimamente ligados à questão das retas tangentes. Desde a época dos gregos antigos, a reta tangente era entendida como sendo uma reta que intercepta uma curva em um único ponto. Apolônio e Arquimedes utilizavam-se de métodos geométricos para determinar retas tangentes as parábolas, elipses e hipérbolas (EVES, 1995).

No século XVII, reaparece o interesse por tangentes a curvas como parte do desenvolvimento da Geometria Analítica. Com isso, houve a introdução de símbolos algébricos para estudar a Geometria das curvas, o que contribuiu para o desenvolvimento do conceito de Derivada. Essa introdução de símbolos, com o tempo, tornou o tratamento da reta tangente à curva mais algébrico do que geométrico, e isto propiciou um contínuo progresso no desenvolvimento dos conceitos de Funções, Derivadas, Integrais e outros tantos tópicos que temos hoje relacionados ao Cálculo (EVES, 1995).

Entretanto, coube a Leibniz e Newton recolher todas as ideias dos diversos matemáticos, que ao longo do tempo debruçaram-se sobre diferentes problemas e juntá-las em um corpo teórico que viria a constituir o que hoje denominamos Cálculo Diferencial e Integral. Todavia, foi Leibniz quem atribuiu o nome de Cálculo à nova disciplina enquanto Newton a chamara de “A ciência dos fluxos”. No século XIX, o Cálculo foi tratado de forma muito mais rigorosa pelos matemáticos Cauchy, Riemann e Weierstrass.

Atualmente, a disciplina de Cálculo configura-se como uma disciplina muito bem estruturada e faz parte da grade curricular de diversos cursos seguindo uma abordagem com poucas aplicações e exercícios padrões. Sendo assim, percebemos hoje que o Cálculo assume um caráter mais algébrico, aspecto este que o distancia e muito do início de seu desenvolvimento, o qual tinha um caráter mais geométrico. Esse tratamento algébrico dado ao Cálculo ao longo dos anos tem causado algumas problemáticas em seus processos de ensino e aprendizagem (OLIMPIO JUNIOR, 2005, BARBOSA, 2009)

Em consequência, discussões a respeito dos processos de ensino e aprendizagem do Cálculo têm sido disparadas, sendo estas geralmente emergentes de professores e pesquisadores envolvidos com essa disciplina e têm como mote os altos índices de reprovação dos estudantes na referida disciplina (MORELATTI, 2001, OLIMPIO JUNIOR, 2005 e FARIAS, 2007). Morelatti (2001) argumenta que, a aprendizagem do Cálculo tem sido ao longo dos anos um problema para estudantes de cursos universitários da área das Ciências Exatas e bastante conhecida por seu alto índice de reprovação.

A autora supracitada pontua, ainda, que a metodologia utilizada pela maioria dos docentes prioriza a “aula expositiva (centrada na fala do docente), e os conceitos são apresentados aos estudantes como verdades inquestionáveis, como algo pronto e acabado, sem a menor preocupação de torná-los significativos para o estudante”. Após a exposição do conteúdo pelo professor, os alunos resolvem mecanicamente uma série de exercícios que enfatizam técnicas de resolução, em vez de conceitos ou estratégias de resolução.

Contudo, durante os anos 1980, surgiu entre muitos matemáticos uma crescente preocupação com a qualidade da aprendizagem dos alunos no Cálculo. Isto conduziu ao movimento da Reforma do Cálculo nos Estados Unidos, propondo a integração da tecnologia como uma maneira de tornar os conceitos mais significativos para um maior número de estudantes (TALL, SMITH e PIEZ, 2008), havendo nesse sentido, o financiamento de vários projetos e experimentos que enveredaram para o uso de calculadoras e computadores (REGO, 2000).

Assim, as mudanças atinentes ao ensino de Cálculo ancoradas no movimento da Reforma do Cálculo sugerem: i) mudança no foco do ensino de Cálculo, atentando para ideias fundamentais ao invés de enfatizar regras, técnicas e procedimentos; ii) mostrar a importância e aplicação do Curso de Cálculo em diversas áreas do conhecimento bem como no campo de Educação Matemática e iii) introdução das tecnologias da informação e comunicação no currículo de Cálculo (FRID, 1994, *apud* REGO, 2000).

Tall, Smith e Piez (2008) assinalam que no início dos anos 1980, gráficos de alta resolução gráfica trouxeram novas abordagens para o Cálculo, as quais foram concebidas para ajudar a visualizar ideias matemáticas, visto que uma abordagem visual empregando gráficos ajuda no entendimento de conceitos sem comprometer o uso da simbolização correspondente. Afirmam ainda que, a utilização de um software permite ao estudante que, por meio de comandos, este explore ativamente determinado conceito ao invés de escrever cálculos meramente processuais e sem sentido. Além disso, possibilita uma abordagem completamente diferente para a aprendizagem, marcando a transição entre a ação física (interação do estudante com a tecnologia) e a representação matemática.

Entendo assim, que a utilização de recursos das tecnologias digitais no âmbito das aulas de Cálculo traz consigo a possibilidade de remover o “fardo” de manipulação de símbolos, para permitir que os estudantes se concentrem na busca e formulação de soluções que lhes possibilitem a compreensão dos conceitos envolvidos nessa manipulação de símbolos. Na sequência, trago alguns estudos aos quais me remeti para evidenciar este ponto de vista, essencialmente no que diz respeito ao fato de que abordagens bem projetadas, utilizando recursos das tecnologias digitais podem produzir “ganhos”² consideráveis nos processos de ensinar e aprender Cálculo.

Menk (2005) apresenta uma investigação acerca das possíveis contribuições do software de Geometria Dinâmica - Cabri-Géomètre II na exploração de problemas de Máximos e Mínimos. Uma das atividades desenvolvidas por Menk (2005) junto aos estudantes consistia em encontrar a forma mais econômica de instalar um cabo de eletricidade, que ligava uma usina hidrelétrica situada à margem de um rio de 900 m de largura a uma fábrica situada na outra margem do rio, 3000 m a jusante³ da usina. Nesse problema considerava-se que o custo de instalação do cabo submerso era de R\$ 25,00 por

² Modos alternativos na busca de solução de problemas.

³ Jusante, em hidráulica, é todo ponto referencial ou seção de rio compreendido entre o observador e a foz de um curso d'água — ou seja, rio abaixo em relação a este observador.

metro, enquanto que em terra era de R\$ 20,00 por metro. A figura que segue mostra como os estudantes construíram a situação descrita no software Cabri- Géometre.

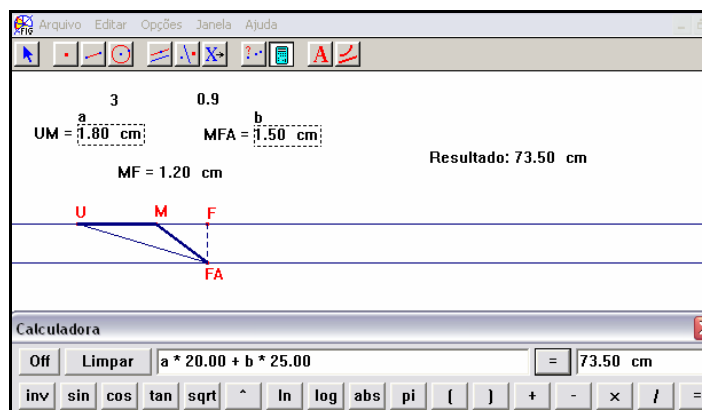


Figura 1: Representação da situação descrita no problema com o software Cabri-Géometre.

Valendo-se de conceitos geométricos como retas paralelas, perpendiculares, ponto, reta e semi-reta os estudantes construíram a situação no software e puderam visualizar, experimentar, formular, testar, validar ou refutar hipóteses relacionadas às condições do problema de uma forma dinâmica e diferente da habitualmente utilizada por eles nas aulas de Cálculo. Com base nos resultados observados, a autora acredita que a forma como foram desenvolvidas as atividades, privilegiando a simulação e a visualização, permitiram criar situações nas quais se pôde “ver” o processo de *como* se desenvolveu o raciocínio dos alunos em várias situações. Além disso, o estudante envolve-se com a atividade e não é apenas um mero assimilador de regras e fórmulas, pois há todo um raciocínio, que o envolve e não é apenas desenvolvido um mecanismo para a busca da solução do problema.

Já Barbosa (2009) investigou como o coletivo formado por alunos-com-tecnologias produz conhecimento acerca da função composta e regra da cadeia, a partir de uma abordagem gráfica no software Winplot. Assim, uma das duplas envolvidas na atividade proposta iniciou a investigação plotando no software os gráficos das funções $f(x) = x^2$ e $g(x) = 3x$. Na sequência plotaram os gráficos de $f(g(x))$ e $(f(g(x)))'$. Para evitar confusões em suas investigações, esconderam os gráficos de f e g e deixaram apenas os gráficos de $f(g(x))$ e $(f(g(x)))'$. Quando interrogados sobre a relação existente entre esses gráficos um dos estudantes respondeu que $f(g(x))$ era um terço de $(f(g(x)))'$. O estudante, observando o gráfico, percebeu que embora as funções plotadas fossem distintas, estas tinham uma relação como ele mencionou anteriormente. No entanto, ele complementou seu raciocínio observando a tabela que ele havia completado no decorrer da atividade.

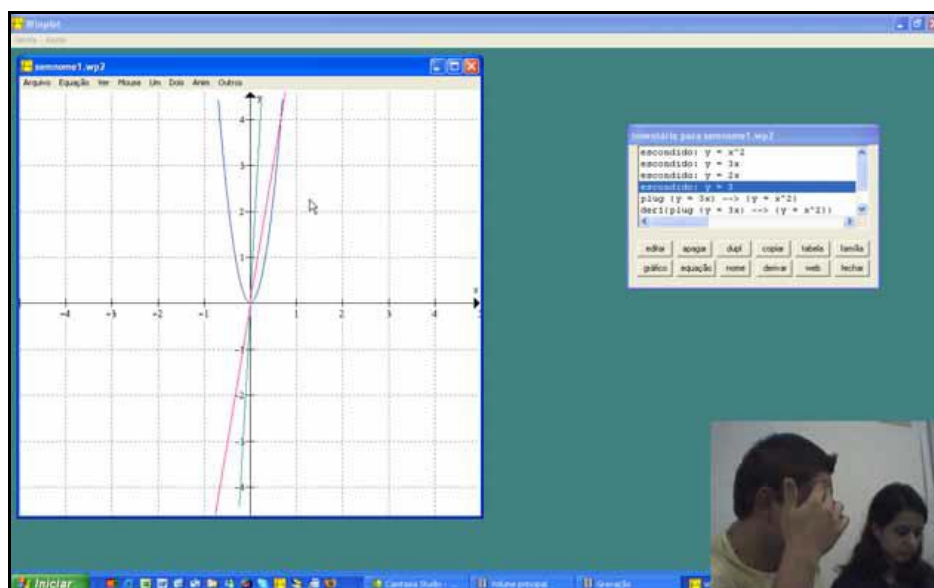


Figura 2: Gráficos das funções $f'(g(x))$ e $(f(g(x)))'$ no software Winplot.

A realização dessa atividade evidencia a importância das representações matemáticas e a possibilidade de transitar entre essas diferentes representações para compreender os conceitos. Assim, o estudante enunciou a regra da cadeia a partir da observação dos gráficos e da tabela que continha a derivada de g .

Essa coordenação e mobilidade das representações matemáticas podem ser evidenciadas no desenvolvimento de uma atividade envolvendo o conceito de continuidade de função empreendido por Farias (2007) junto aos estudantes. A atividade consistia em avaliar a continuidade da função $f(x) = \begin{cases} kx^2 + 1 & \text{se } x \leq 1 \\ 2x - 3 & \text{se } x > 1 \end{cases}$. Os estudantes iniciaram a discussão

sobre a continuidade da função afirmando que esta era contínua. Contudo, logo perceberam que a referida função era definida por partes e dependia de um parâmetro k , o qual iria interferir na continuidade desta função.

Na sequência da atividade os estudantes plotam o gráfico, e lançam mão do recurso “animação” do software Winplot, para visualizar o que haviam conjecturado a respeito do parâmetro k . Relembrando que antes dos estudantes plotarem o gráfico de f , a maior parte deles havia afirmado que ela era contínua. Após utilizarem o comando “animação” do Winplot e variar o parâmetro k , perceberam que apenas para $k=-2$ a função tornava-se contínua. Por meio da visualização os estudantes verificaram que para $k = -2$ a função tornava-se contínua, e que o limite da função era igual a -1 . Para comprovar o que haviam observado, os estudantes utilizaram-se de outra forma representativa (a algébrica) para justificar os resultados visualizados no Winplot.

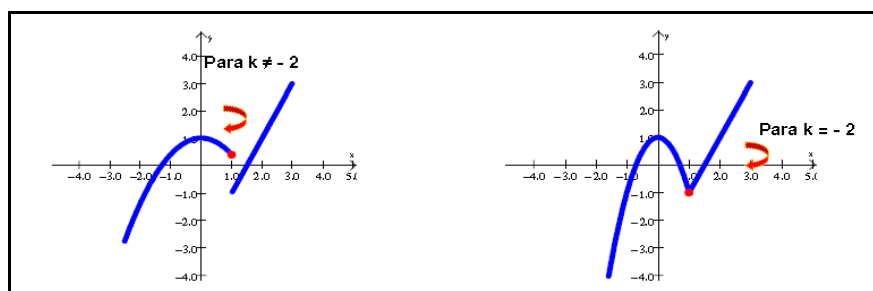


Figura 3: Gráficos da variação da função para $k \neq -2$ e $k = -2$, no software Winplot.

Após a investigação e exploração no software Winplot as dúvidas dos estudantes foram esclarecidas. Além disso, por meio da coordenação das representações matemáticas (gráfica e algébrica), puderam refletir sobre o conceito de Continuidade de uma Função, e repensar sobre “o engano” que inicialmente haviam cometido. Atividades como estas são comumente trabalhadas na maioria dos cursos de Cálculo e geralmente sem uma articulação à abordagem tecnológica, com ênfase na abordagem dada (algébrica) a qual acaba deixando muitas lacuna. Na seção seguinte, aponto algumas compreensões na direção da formação de professores, a partir da perspectiva *conhecimento da prática*.

4. Compreensões na direção da formação de professores a partir da perspectiva conhecimento da prática

Embora contemos com várias pesquisas que apontam as potencialidades advindas da utilização de recursos das tecnologias digitais nos processos de ensino aprendizagem de Cálculo, muitos professores não possuem uma formação adequada e específica para utilizar tais recursos em suas práticas pedagógicas, ou seja, estes professores não construíram *conhecimento da prática* (COCHRAN-SMITH e LYTTLE, 1999a). Destarte, uma aula de Cálculo que leve em conta a utilização de tais recursos não se constitui em uma tarefa simples nem tampouco em uma mudança instantânea, ou seja, não se espera que o professor mude sua prática de uma hora para a outra, mas que seja oportunizado momentos de formação, que possibilitem ao mesmo repensar e, quem sabe, ressignificar sua prática levando em conta as tecnologias digitais.

O desenvolvimento do professor e sua aprendizagem podem ser resultantes das múltiplas interações entre esse professor, e os vários contextos onde trabalha ao longo do seu percurso de vida. Partindo deste pressuposto e corroborando a Cochran-Smith e Lytle (1999a), compreendo que a aprendizagem do professor está assente em modos diversos de ver o conhecimento e, com ele, a prática pedagógica dos professores.

No âmbito da formação de professores, deparamo-nos com algumas concepções de aprendizagem dos professores como a proposta por Cochran-Smith e Lytle (1999a), as quais nos explicitam distinções entre três concepções de aprendizagem de professores: “*conhecimento para prática*”, “*conhecimento na prática*” e “*conhecimento da prática*” (p.250). Assim, na busca da compreensão da questão diretriz: “*Quais são os aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática docente do professor de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das digitais?*” fundamentamo-nos na concepção teórica “*conhecimento da prática*” das autoras supracitadas.

É sabido que o professor defronta-se com problemas de natureza essencialmente prática em seu fazer docente, os quais não podem ser resolvidos somente via teorias. Ou seja, o conhecimento que o professor constrói é sempre emergente, pois é elaborado no próprio cenário que constituem a situação fluída e mutável da prática (PÉREZ GOMES, 2001; ROLDÃO, 2007).

De acordo com Roldão (2007), essa relação entre teoria e 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 bem próxima da perspectiva *conhecimento da prática* de Cochran-Smith e Lytle (1999a), pois essas 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, pois a reflexão da prática somente faz sentido, se realizada pelo próprio sujeito.

A base desta concepção *conhecimento da prática* é que 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 (COCHRAN-SMITH e LYTLE, 1999a, p. 273)

Além disso, as autoras enfatizam que nesta concepção de aprendizagem, os professores têm uma visão transformada e ampliada do significado do termo “prática”, e que o papel que os professores assumem como co-construtores de conhecimento, e criadores de currículo, está assente em suas próprias posturas de teóricos, ativistas e líderes

escolares, ou em outras palavras, o que ocorre dentro da sala de aula é alterado e transformado quando o enfoque de prática do docente fundamenta o contexto intelectual, social e cultural de ensino. Ainda, a esse respeito Goswami e Stillman (1987), citadas por Cochran-Smith e Lytle (1999a), dizem que a prática transformada do professor decorrente das reflexões e investigações que faz dela, sugere que quando os professores pesquisam

[...] se tornam teóricos, articulando suas intenções, testando suas suposições, e buscando conexões com a prática...[os professores] ampliam seu uso de recursos: formam redes, se tornam profissionalmente mais ativos [...] se tornam críticos, leitores e usuários de pesquisas atuais [...] colaboram com seus alunos para responder questões relevantes a ambos, buscando na comunidade recursos de maneiras novas e inesperadas. A natureza do discurso de sala de aula muda quando a investigação começa (p. 276, grifo da autora).

Com base nessas perspectivas, sugerem que a mudança do currículo, da natureza do trabalho do professor, da cultura de ensino e aprendizagem atualmente vigentes dentro e fora das salas de aula são parte de um movimento de base para reimaginar e redimensionar o ensino através da investigação. 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, 1999a).

Uma ideia fundamental que subjaz o *conhecimento da prática*, é a de que os professores aprendem colaborativamente, ou seja, o *conhecimento da prática* não é construído individualmente por cada professor e esta aprendizagem ocorre por meio da participação destes em comunidades de investigações, redes ou cursos de formação as quais propiciam a colaboração, reconsiderando o que era antes dado, desafiando as estruturas da escola e a dinâmica de sala de aula. Mais além, o objetivo é a compreensão, a articulação e obviamente, a transformação das práticas e das relações sociais, trazendo mudanças fundamentais à sala de aula e ecologia escolar.

Considerando as características e natureza já anunciadas da investigação, adotei a abordagem de pesquisa qualitativa com análise interpretativa, visto a necessidade de descrever o fenômeno a partir dos dados obtidos, na busca de uma interpretação para os mesmos (ALVES-MAZZOTTI, 1998). Os dados da investigação foram constituídos em 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 qual envolveu professores de Cálculo de várias universidades do Brasil e um professor da

Cidade da Beira, Moçambique, totalizando 13 encontros online de 3 horas cada (sendo estes viabilizados pela Plataforma de Ensino a Distância – TelEduc), em momentos síncronos.

Durante o Curso de Extensão, buscamos trazer por meio da leitura de Artigos, capítulos de Teses e Dissertações, subsídios teórico-metodológicos para a inter-relação da Matemática e diferentes softwares educativos, enfatizando os limites e as possibilidades desses ambientes computacionais na exploração e construção de conceitos de Cálculo e discutir aspectos referentes à introdução das tecnologias digitais e à familiarização dos participantes quanto a utilização do software GeoGebra no estudo de Funções, Limites, Derivadas e Integrais. Nesse sentido, os dados consistiam nas ações entre sujeitos: Professores de Cálculo e pesquisadores, situações de ensino aprendizagem de Cálculo no contexto das tecnologias digitais e interação dos professores de Cálculo com recursos das tecnologias digitais (software GeoGebra). E, além disso, buscamos interpretar as ações desses sujeitos em um ambiente *online*, por meio das interações no Bate-Papo, Fórum, E-mail e também considerando informações complementares oriundas da Ficha de Inscrição, Questionários, Perfil e Planos de Aula.

5. Algumas Conclusões

Bairral (2005) argumenta que cursos de formação docente, devem favorecer aos professores de todos os níveis de ensino condições de utilizarem as tecnologias no âmbito de suas salas de aulas. Considerando isto, entendo que esta formação mobiliza os professores a fazer uso de metodologias diferenciadas, como o uso de recursos tecnológicos em suas práticas. Esta mobilização é o primeiro passo dos processos de formação docente que vislumbra a apropriação destes recursos no fazer docente. Miskulin, Correa, Amorim (2005) abordam aspectos teórico-metodológicos da formação de professores-formadores de cursos à distância, enfatizando a importância da comunicação mediada por computador (CMC) como um contexto propício ao desenvolvimento de cenários de aprendizagem colaborativa, na constituição do conhecimento compartilhado e a influência da implementação da tecnologia na prática docente.

Como já explicitado, Cochran-Smith e Lytle (1999a) reconhecem a existência de uma relação dialética entre teoria e prática definida como *conhecimento da prática*. Esta perspectiva teórica evidencia 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 sobre os processos de ensino e aprendizagem inerentes a sua prática

pedagógica. Sobre isso, Pais (2002, p.14) afirma que “em outros termos, a construção de competências objetivadas para a formação do aluno depende também da disponibilidade do professor se engajar na redefinição de sua própria prática, incorporando a ela a componente tecnológica no processo”.

Nas interlocuções entre os professores participantes do Curso de Extensão e pesquisadores/responsáveis pelo mesmo percebeu-se que o professor não teve formação ou a oportunidade de discutir sobre como utilizar a tecnologia em suas aulas, que tipo de atividade desenvolver com o apoio dos recursos das tecnologias, e quais softwares seriam mais adequados para desenvolver uma proposta de aula com esse cunho. Assim, essas discussões recaíam na formação deste professor para tal prática. Para Cochran-Smith e Lytle (1999a), a produção/construção de conhecimento constitui-se em um ato pedagógico, que é construído no contexto do uso além de estar relacionado ao trabalho de outros professores, pesquisadores e comunidade acadêmica.

Por esta perspectiva, entendo que o professor de Cálculo pode construir conhecimento no contexto das tecnologias digitais por meio da inter-relação de sua própria prática, e de processos de formação que permitam a ele construir tal conhecimento. Além disso, o conhecimento do professor pode ser construído no trabalho coletivo com colegas da área e pesquisadores. Acrescento ainda, que estes professores reconhecem a importância de uma formação adequada e específica, pois para ele fica difícil relacionar uma formação recebida (conhecimento sobre os recursos das tecnologias digitais) com os conteúdos que ministra (Conceitos de Cálculo Diferencial e Integral).

Os professores participantes apontaram que Cursos como este, que constituiu o contexto da pesquisa, além de propiciar momentos de formação no contexto das tecnologias digitais, ainda possibilitou a eles ampliar ou ressignificar conceitos de Cálculo já estudados. Para mim, essa mudança de ponto de vista é um indicativo da construção do *conhecimento da prática* do professor no contexto das tecnologias digitais, onde estes professores estão conectando seu próprio ensino com a aprendizagem e sua própria aprendizagem com o ensino (COCHRAN-SMITH; LYTLE, 1999a; RICHIT, 2010).

Os professores participantes reconhecem também a mobilização para utilização das tecnologias digitais, enfatizando que esse movimento de inovação não está somente atrelado a preparação e ou formação para tal, mas que isto está relacionado a uma certa “alienação” destes professores frente às metodologias de ensino disponíveis, como por exemplo aquelas que utilizam-se dos recursos tecnológicos. Ou seja, apontam ainda que, a atualização destes por meio do trabalho didático-pedagógico neste processo de inovação é

condição fundamental para o bom exercício da profissão docente, e para os processos de ensino aprendizagem (RICHIT, 2010). Quanto à utilização de softwares e/ou ambientes computacionais, os professores os veem como importantes aliados e potenciais instrumentos de aprendizagem para seus alunos, na medida em que houver a reelaboração de conceitos com a utilização de recursos das tecnologias digitais. Para estes, as tecnologias digitais possibilitam diferentes representações matemáticas, as quais são indispensáveis para a compreensão de conceitos (RICHIT, 2010).

6. Referências

ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas Ciências Naturais e Sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

BAIRRAL, M.A.. **Desenvolvendo-se criticamente em matemática: a formação continuada em ambientes virtualizados**. In: FIORENTINI, Dario, NACARATO, Adair Mendes (Orgs.). *Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática*. São Paulo: Musa Editora; Campinas: GEPFPM-PRAPEM-FE/UNICAMP, 2005.

BARBOSA, S.M. **Tecnologias da informação e comunicação, função composta e regra da cadeia**. 2009. 199 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

COCHRAN-SMITH, M., & LYTLE, S. (1999a). Relationship of Knowledge and Practice: Teacher Learning in Communities. In A. Iran-Nejad & C. D. Pearson (Eds.), *Review of research in education* (Vol. 24, pp. 249-306). Washington, DC: American Educational Research Association.

EVES, H. *Introdução à história da matemática*. Tradução: Hygino H. Domingues. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1995.

FARIAS, M.M.R. **As representações matemáticas mediadas por softwares educativos em uma perspectiva semiótica: uma contribuição para o conhecimento do futuro professor de matemática**. 195 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Unesp, Rio Claro, 2007.

JAVARONI, S.L. **Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias**. 2007. 231 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

MENK, L. F. F. **Contribuições de um software de geometria dinâmica na exploração de problemas de máximos e mínimos.** 2005. 247 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Educação Matemática) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

MISKULIN, R. G. S. ; SILVA, M. R. C. ; AMORIN, J. A. . A IMPLEMENTAÇÃO DO AMBIENTE COMPUTACIONAL TELEDUC E SUAS INFLUÊNCIAS NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO. In: Congresso Ibero-americano de Educação Matemática (CIBEM'2005), 2005, Porto - Portugal. Actas do V CIBEM, 2005.

MONTERO, L. **A construção do conhecimento profissional docente.** Trad. Armando P. Silva. Lisboa: Instituto Piaget, 2005.

MORELATTI, M. R. M., **Criando um ambiente construcionista de aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral.** São Paulo, 2001. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – PUC – São Paulo, 2001.

OLIMPIO JUNIOR, A. **Compreensões de conceitos de cálculo diferencial no primeiro ano de matemática:** uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática. 264 f. 2005. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

PAIS, L. C.. **Educação Escolar e as Tecnologias da Informática.** Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PEREZ GOMES, A.I. A cultura escolar na sociedade neoliberal. Porto Alegre. Artmed. 2001.

REGO, R.M. **Uma abordagem alternativa de ensino de Cálculo utilizando infinitésimos.** 233 f. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000.

RICHIT, Andriceli. **Aspectos Conceituais e Instrumentais do Conhecimento da Prática do Professor de Cálculo Diferencial e Integral no Contexto das Tecnologias Digitais.** 243 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

ROLDÃO, M.C. Função docente: natureza e construção do conhecimento profissional. **Revista Brasileira de Educação**, Jan-Abr., n. 34, 2007a, p. 94-103.

TALL, D; SMITH, D.; & PIEZ, C. **Technology and Calculus.** In M. Kathleen Heid and Glendon M Blume (Eds), Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics, Volume I: Research Syntheses, (2008f). 207-258.