

A Educação Matemática e a emergência de um novo Cálculo Diferencial e Integral para a Licenciatura em Matemática

Wagner Rodrigues Valente; Rogério Grotti
ghemat.contato@gmail.com; Rogerio.grotti@ifro.edu.br
Universidade Federal de São Paulo; Instituto Federal de Rondônia

Resumo

Este texto tem por temática a formação de professores de matemática. Em específico, aborda os saberes envolvidos nessa formação. Num primeiro momento, atém-se à análise da literatura sobre o tema, sob a ótica de novas bases para tratamento dos saberes que participam da formação do profissional da docência. Em seguida, tem por foco o Cálculo Diferencial e Integral - CDI. Em meio às mudanças no perfil dos professores que ministram tal disciplina, mais e mais tendo por origem o campo da Educação Matemática, o texto analisa as mudanças nessa rubrica curricular. Como resultado, o artigo apresenta a caracterização de uma nova tendência de reconfiguração do CDI a partir do uso das TIC.

Palavras Chave: Saberes, Licenciatura em Matemática, Cálculo Diferencial e Integral – Ensino.

La Educación Matemática y el surgimiento de un nuevo Cálculo Diferencial e Integral para el Grado en Matemáticas

Resumen

Este texto tiene como tema la formación de profesores de matemáticas. En particular, aborda el conocimiento involucrado en esta capacitación. En un primer momento, el análisis de la literatura sobre el tema se centra, desde la perspectiva de nuevas bases para el tratamiento del conocimiento que participan en la formación de profesionales de la enseñanza. Luego, se enfoca en el cálculo diferencial e integral - CDI. En medio de los cambios en el perfil de los docentes que imparten esta asignatura, cada vez más originados en el campo de la Educación Matemática, el texto analiza los cambios en esta rúbrica curricular. Como resultado, el artículo presenta la caracterización de una nueva tendencia a reconfigurar el CDI basado en el uso de las TIC.

Palabras clave: Saberes, Licenciatura en Matemáticas, Cálculo Diferencial e Integral - Enseñanza

Mathematical Education and the emergence of a new Differential and Integral Calculus for the Degree in Mathematics

Summary

This text has as its theme the training of mathematics teachers. In particular, it addresses the knowledge involved in this training. At first, the analysis of the literature on the subject is focused on, from the perspective of new bases for the treatment of knowledge that participate in the training of teaching professionals. Then, it focuses on Differential and Integral Calculus - CDI. Amid the changes in the profile of the teachers who teach this subject, more and more originating in the field of Mathematics Education, the text analyzes the changes in this curricular rubric. As a result, the article presents the characterization of a new tendency to reconfigure the CDI based on the use of ICT.

Keywords: Knowledge, Mathematics, Differential and Integral Calculus - Teaching.

1 Considerações Iniciais

A quantidade de pesquisas sobre a formação de professores de matemática revela-se imensa. O inventário elaborado por Fiorentini et al. (2016) nos dá bem uma ideia dessa magnitude de estudos que têm se dedicado ao tema. E uma das questões que vem nortecendo essas investigações pode ser expressa como: que matemática deve estar presente na formação dos futuros professores? A questão coloca no centro dos debates os saberes para a formação dos futuros professores de matemática. Se na atualidade a pergunta mostra-se pertinente, ela, no entanto, parece não ter tido sentido em tempos mais longínquos. Em época distante, a resposta é algo evidente. Que matemática deve estar presente na formação dos futuros professores? A matemática, ora essa! A pertinência da questão na atualidade liga-se ao contínuo e progressivo movimento de profissionalização da docência, também da docência em matemática. E, neste caso, toma-se a premissa de que toda profissão tem um saber que a caracteriza. E, para o professor de matemática, não é a matemática esse saber. E, sim, o saber ligado à docência, um saber advindo da docência da matemática. É preciso saber ensinar matemática e, para tal, há que se ter um saber matemático para o ensino. O relativamente recente campo da Educação Matemática potencializou ainda mais a discussão da formação de professores de matemática, dando mais sentido à questão: que matemática para a formação de professores? Para além da discussão estritamente acadêmica, a inserção de novos quadros de formadores nas universidades advindos de uma formação no âmbito dos programas de pós-graduação em Educação, em Educação Matemática entre outros, vem permitindo que as práticas desses formadores e a sistematização delas em dissertações, teses, artigos e livros revelem mudanças em disciplinas da formação inicial dos licenciandos em matemática. Assim, a realização do ofício da docência em matemática, ao longo do tempo, produz saberes para esse ofício. Noutras palavras, a docência dos novos formadores, formados no âmbito da Educação Matemática, vem produzindo novos saberes, novas matemáticas, matemáticas próprias para a formação dos licenciandos. Este é o caso da rubrica Cálculo Diferencial e Integral - CDI.

Este texto tem como objetivo evidenciar os processos que estão em marcha na elaboração de um

novo CDI. Em específico, intenta aprofundar as discussões e resultados obtidos em tese de doutorado recentemente defendida por um dos autores do texto.

2 Saberes: uma questão crucial na formação docente

A formação de professores e, especialmente, dos saberes que a integram é tema central em pesquisas desenvolvidas, em nível nacional e internacional, da crítica à pesquisa processo-produto dos anos de 1960 e 1970, que ignorava o pensamento do professor como elemento central ao ensino. Um exemplo emblemático de estudos sobre o tema é o de Shulman (1986, 1987, 1996). Neles estão presentes investigações que se preocupam com os processos inerentes à formação do pensamento do professor, tais como percepção, reflexão, teorias pessoais, resolução de problemas, tomada de decisões, etc., que são pensados como elementos cruciais na configuração de sua prática de sala de aula e em suas decisões curriculares.

Tardif (2002) busca problematizar as questões que dominam a pesquisa internacional e que marcam profundamente a problemática da profissionalização do ofício do professor. A respeito dos saberes que alicerçavam a formação do professor, Tardif aponta as seguintes questões: quais são os saberes que servem de base ao ofício de professor? Com que natureza esses saberes estão presentes na formação? Como são adquiridos pelos professores? Qual o papel e o peso desses saberes em relação aos outros conhecimentos que o professor detém? Tardif define o saber docente como um saber de natureza social, plural e temporal.

Nesse mesmo período, Altet (2001) e Zibetti & Souza (2007) dão ênfase aos saberes profissionais advindos da experiência prática dos professores, enfatizando a importância dos saberes produzidos durante a ação prática, nesse contexto, validando a ideia de que o professor, longe de ser um mero aplicador do saber produzido por outros, é também um sujeito produtor de saberes.

Dessa forma, esta reflexão, relativa à formação de professores, revela traços de duas concepções de conhecimento contemporâneo: o modelo da racionalidade técnica e o modelo da racionalidade prática. Enquanto o primeiro, característico dos anos 1960 e 1970, marca uma época em que a teoria é compreen-



dida como um conjunto de princípios gerais e científicos, cuja prática se dava por meio da aplicação direta da teoria e da técnica científica, o segundo, surge na década de 1990, reconhece os professores como sujeitos produtores de saberes, como profissionais práticos-reflexivos.

Encaminhando essa discussão para a Área da Matemática, mais especificamente, em termos daquela ensinada na formação de professores, há pesquisas que indicam a existência de dois tipos de Matemática: uma única Matemática com níveis de sofisticação diferentes, presentes nos diversos graus escolares (tomemos como exemplo, a da escola básica e a do ensino superior) e a outra marcada por diferentes Matemáticas (a acadêmica e a escolar), em que, claramente, os interesses do matemático e do professor de matemática são distintos (Santos; Lins, 2016).

O debate quanto à natureza e o papel dos saberes na formação docente nas décadas de 1980 a 2000 se intensifica e não apresenta muitos consensos. Conforme assinalam Hofstetter e Schneuwly (2017), é possível dizer que essas controvérsias científicas se aglutinam em dois grandes polos, os quais estruturam, há muito tempo, o debate acerca do lugar dos saberes docentes: um polo instrumentalista e outro neoconservador. Sobre o primeiro, os autores afirmam tratar-se de um polo atualmente dominante nos discursos oficiais baseado numa visão (sócio) construtivista do saber que faz depender da ação e da experiência, das necessidades e interesses de cada um; do outro lado está o polo neoconservador que, apoiando-se em uma forma imutável e objetivamente elitista, considera que os saberes se definem essencialmente como tradicionais e, sendo assim, insensíveis a qualquer mudança de contexto social. Ao trazer à baila essa problematização, os autores tendem a mostrar que esses dois polos convergem para uma mesma visão: a dos saberes a ensinar. Em suas palavras, “tudo se passa como se esses saberes deveriam representar o saber tal qual, sem necessidade de transposição: na forma de competência real [...] ou na forma de enunciados válidos organizados em disciplinas” (Hofstetter; Schneuwly, 2017, p. 136).

Para encaminhar a discussão, tomaremos como referência a teorização produzida pela equipe de Pesquisa em História das Ciências da Educação (ERHISE), da Universidade de Genebra, na Suíça. Em relação aos saberes, o grupo de pesquisadores assevera que: “[...] são a condição e o resultado de

um ensino que ultrapassa o *hic et nunc* e visa ao mesmo tempo uma generalidade maior e possibilidade de reflexão, liberdade e escolha. Isto implica que a profissão construa saberes para ensinar que toma por objeto os saberes a ensinar, sua apropriação pelos formandos assim como os procedimentos de ensino e de formação” (Hofstetter; Schneuwly, 2017, p. 137).

Partindo do pressuposto que o processo de formação, assim como qualquer atividade humana, carece de saberes para sua efetivação, surge a necessidade de compreendermos, primeiramente, que entendimento esses autores possuem a respeito da palavra saber.

Em prol do desenvolvimento de atividades construtivas – contrastando com as atividades ditas produtivas –, Hofstetter & Schneuwly (2017) mencionam o poder dessas atividades na transformação do próprio sujeito, decorrente da aceleração do ritmo de aprendizagem e da capacidade do indivíduo de transformar em conhecimentos os recursos que ele possui a disposição para agir. Assim, o sujeito, que dispõe de recursos construídos no passado e adquiridos por meio de experiências pessoais, pode reorganizá-los de modo a serem utilizados em novas situações para resolver problemas. Por outro lado, esses mesmos conhecimentos constituem saberes a partir do momento em que são encarados como um conjunto de enunciados coerentes e reconhecidos por uma comunidade científica, profissional ou de *experts*, adquirindo, assim, um lugar central na aprendizagem intencional (construtiva).

Ao mesmo tempo em que se concebem os sistemas escolares modernos, considerando essa linha de pensamento, se generalizam também os espaços especialmente dedicados à formação de quem vai aprender e de quem vai ensinar. Nesse contexto, emergem e se diversificam as profissões do ensino e da formação pelo fato de que se institucionaliza a sua formação e se redefinem os seus saberes próprios ou compartilhados por públicos e níveis de ensino diferentes, essa evolução claramente ganha projeção devido a um grande esforço de teorização pedagógica e didática concebida em instituições especializadas (Hofstetter; Schneuwly, 2017).

Hofstetter & Schneuwly (2017), ao fazerem a distinção entre conhecimento e saber, acabam se distinguindo das abordagens citadas anteriormente, que compreendem a prática e os saberes experienciados da ação como saberes profissionais da formação

de professores. Nesse sentido, as aproximações com os saberes formalizados são o carro-chefe de suas reflexões. Por conseguinte, a busca por conceituar o papel das profissões do ensino e da formação é por onde gravita o interesse desses autores. Com isso, afirmam que:

Retendo-nos à definição fornecida acima, das características construtivas das instituições nas quais atuam estas profissões [de ensinar e de formar] e que enquadram a partir disso as suas atribuições, nos parece possível definir dois tipos constitutivos de saberes referidos a essas profissões: os saberes a ensinar, ou seja, os saberes que são os objetos do seu trabalho; e os saberes para ensinar, em outros termos, os saberes que são as ferramentas do seu trabalho (Hofstetter; Schneuwly, 2017, p. 131-132).

Nesse sentido, é preciso pensar que no processo de formação docente deve haver uma fluência direta entre os saberes a ensinar e os saberes para ensinar, como caracterizados anteriormente.

3 A Educação Matemática, os novos Formadores de Professores e a Produção de Novos Saberes

Um exemplo recente de estudo que mostra as dinâmicas e processos de produção e articulação entre saberes a ensinar e para ensinar, em termos de rubricas para a formação do professor de matemática é o realizado por Magalhães (2013).

Magalhães (2013) realiza uma pesquisa sobre as transformações da disciplina “Prática do Ensino de Matemática”, tendo em vista a entrada nos cursos de formação de professores de novos profissionais. Para tal, colhe entrevistas de diversas professoras que, ao longo do tempo, acumularam experiência na docência dessa rubrica do curso de licenciatura em matemática. Em particular, tais professoras universitárias mostram-se ativas na sistematização do trabalho realizado com essa disciplina e, ainda, perfilam-se ao conjunto de novos formadores, profissionais do ensino superior. Saídas de uma formação diferenciada, fruto dos novos ventos trazidos pelo novo campo da Educação Matemática¹ essas professoras recebem

dos antigos professores ementas consideradas já ultrapassadas do ponto de vista de uma educação matemática. Expedientes didáticos para melhor ensinar conteúdos matemáticos não mais deveriam nortear os trabalhos a serem desenvolvidos na orientação de práticas pedagógicas dos futuros professores. O estudo das trajetórias dessas educadoras mostra os processos e dinâmicas de reconfiguração da rubrica disciplina “Prática do Ensino de Matemática” no curso de licenciatura.

Num primeiro momento, como mostra Magalhães (2013), a análise dos depoimentos das diferentes docentes da disciplina poderia fazer supor que a rubrica, em seus novos tempos de Educação Matemática, seria algo fluída, em termos de seus conteúdos programáticos. Estaria ligada, sobretudo, à subjetividade de cada professor. Cada docente escolheria a seu bel prazer o que fazer com essa rubrica escolar. Algo como: “a disciplina tem a cara de quem a leciona” no dizer de uma das docentes. O que nos leva a considerar tão somente os saberes das práticas pedagógicas. No entanto, um exame mais atento, comparativo, das falas das professoras revela uma singularidade interessante, caracterizando o núcleo disciplinar do novo modo de organização da disciplina.

No cruzamento dos dados colhidos por meio dos depoimentos, das diferentes docentes, de diferentes instituições, Magalhães (2013) mostra que é possível perceber traços em comum de reconfiguração da rubrica em contextos diferentes: conteúdo e ementa não fixos, uso dos textos oficiais para construir discussões em sala de aula e, principalmente, a utilização de textos que trazem à luz a Educação Matemática na formação dos licenciandos. As características em comum estão ligadas tanto pela época quanto pela formação das professoras entrevistadas, ou seja, todas as professoras atuaram depois de uma especialização em Educação Matemática, por isso a presença dessa referência em todos os aspectos didáticos aplicados em sala de aula.

Essa análise mostra que as dinâmicas e processos de constituição das disciplinas, de suas modificações, é algo que se socializa, se constrói coletivamente, dando forma e existência ao que se poderia qualificar como uma cultura escolar. E, neste caso,

¹ É possível citar como marcos referenciais de criação do novo campo, no Brasil, a realização do I ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática, em 1987, em São Paulo; e,

o ano de 1988, quando houve a criação da SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática.



uma cultura escolar de formação do professor de matemática sob a égide do campo da Educação Matemática. Decantam-se saberes das práticas e que se colocam em relação àqueles já estabilizados nas rubricas disciplinares fazendo surgir uma nova disciplina curricular sob a mesma denominação de “Prática do Ensino de Matemática”.

Na análise dos movimentos de transformação dessa disciplina, Magalhães (2013) mostra que as vozes das professoras, de algum modo, reafirmam a existência de uma fluidez dos seus conteúdos. No dizer das docentes, o professor que a leciona é que vai dando as características à disciplina. Não existe uma ementa rigorosa que deve ser cumprida, ou seja, uma diretiva dos conteúdos. O conteúdo vai sendo incorporado às aulas de acordo com o que o professor considera importante para a prática pedagógica do professor de matemática. Quando se menciona que a disciplina “tem a cara de quem a leciona” isso se refere quase que diretamente a essa fluidez de conteúdo. No entanto, passada uma primeira fase de ligação da docência dessa disciplina intimamente conectada aos aspectos pessoais do professor que a leciona, são construídas institucionalizações desse saber. E isso deve ser entendido como a passagem das experiências pessoais para a sistematização de temas considerados importantes no âmbito da Educação Matemática. A chancela desses temas, dessa nova organização da disciplina se dá em vários âmbitos. Um primeiro deles refere-se à ação pedagógica direta dos professores com seus alunos, os licenciandos. Outro âmbito refere-se aos encontros científicos. Neles há a possibilidade da troca de experiências, de comunicação de resultados do trabalho pedagógico realizado. Acrescentem-se os meios de divulgação como revistas especializadas etc. Toda essa circulação de experiências pessoais no trato diferenciado da disciplina vai organizando um corpo de temas estruturantes da disciplina. E eles, ao que tudo indica, podem ser enumerados como sendo: elementos de análise dos conteúdos de ensino da Matemática, o tratamento com os documentos oficiais de referência para o trabalho pedagógico, análises de livros didáticos dentre outros. Esse eixo norteador, ao que parece, tem substância de conteúdos a estarem presentes na disciplina Prática de Ensino (Magalhães, 2013)

A institucionalização de temáticas a serem tratadas na disciplina ficou posta a partir das mudanças trazidas pela Educação Matemática. Ou seja, a exposição dos temas-conteúdos é tratada de forma diferente pelos professores que, de certa forma, são influenciados pelas novas abordagens de ensino que passam a considerar a perspectiva de educar pela Matemática. A Disciplina Prática de Ensino vai sendo delineada de acordo com as mudanças que acontecem no sistema educacional, de acordo com as novas propostas de ensino, de acordo com as mudanças de currículo etc. Acrescente-se, sobretudo, para o período, a criação de um novo campo de pesquisa denominado Educação Matemática. Através dele, das pesquisas realizadas sob a sua circunscrição, realiza-se um movimento de repensar a formação do professor de matemática, o que se reflete diretamente na reconfiguração do currículo das escolas que formam esse profissional.

É importante destacar também a grande mudança de carga horária resultante da resolução de 2002². Esta veio ao encontro de uma nova proposta de valorização da disciplina como componente curricular importante para a formação de novos professores de matemática, visando não somente uma valorização teórica da matemática, mas um suporte prático e de acordo com novos conceitos de ensino. Um movimento que reforça o aspecto da profissionalização da docência.

A resolução de 2002 mudou toda a proposta curricular do curso de Licenciatura em Matemática, antes fundamentada basicamente nas disciplinas de conteúdos especificamente matemáticos. Trouxe novas possibilidades de abordagens pedagógicas, ou melhor, uma releitura de todo o curso de formação de professores, problematizando a formação profissional docente.

A partir da pesquisa de Magalhães (2013), novas interrogações são possíveis de formulação. E elas voltam-se para as demais disciplinas de formação do professor de matemática. Como esse processo de entrada de novos formadores, oriundos da Educação Matemática afeta também as chamadas disciplinas do “núcleo duro”, isto é, as disciplinas matemáticas de formação do licenciando?

² Resolução CNE/CP 2: A partir dessa Resolução, fica nítida a mudança na estrutura curricular dos cursos de licenciatura.

Principalmente por tornar obrigatório o cumprimento de 800 horas destinadas à Prática de Ensino e ao Estágio Supervisionado.

Em específico, este artigo aborda o Cálculo Diferencial e Integral.

4 O que dizem as Pesquisas sobre o Ensino de CDI no âmbito da Educação Matemática?

Em recente pesquisa, Grotti (2019) aborda como questão central: “Que processos estão em marcha para a elaboração do Cálculo para Ensinar como uma ferramenta de trabalho para a formação de Licenciandos em Matemática?”. O estudo analisa Dissertações e Teses desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática ou em Programas de Pós-Graduação em Educação com Linhas de Pesquisa em Educação Matemática, sobre o ensino de CDI no período de 2000 a 2017.

Na análise, o autor constata que as pesquisas discutem temas centrais permeados por temáticas secundárias, mas não menos importantes, que complementam as discussões, assim sendo, um mesmo trabalho, pode apresentar mais de um foco temático.

Mesmo levando em consideração essa dificuldade para categorizar os estudos, Grotti (2019) classifica-os como:

- Estudos que envolvem Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) / Softwares / Representação Gráfica: em 26 trabalhos. Neles, os pesquisadores discutem a utilização da tecnologia como ferramenta no ensino do CDI. Estes trabalhos convergem no sentido de que a tecnologia atualmente é uma forte aliada ao processo de ensino e aprendizagem do CDI e sua utilização como recurso didático altera/alterará a prática docente;
- Investigações que tomam por base a Representação Semiótica: em oito trabalhos, a discussão gira em torno da Teoria de Representações que auxiliam o professor a converter as sentenças elaboradas a partir da linguagem materna para a linguagem matemática através de registros estruturados utilizando uma simbologia própria, além de facilitar a construção visual e a articulação das múltiplas representações possíveis, estabelecendo relações entre elas e a devida interpretação, principalmente a interpretação gráfica, observando uma linha de raciocínio que vai da percepção, visualização, representação e da ressignificação;

- Trabalho Coletivo / Colaborativo / Reflexivo: em sete trabalhos, a discussão converge para as mesmas características: a) diálogo entre os participantes (aluno/aluno, aluno/professor, professor/professores); b) troca de experiências; c) construção do conhecimento; e d) aprendizagem significativa;
- Intuição e Rigor / Imagem Conceitual e Definição Conceitual: em seis trabalhos, os pesquisadores discutem as relações entre a Intuição (ponto de partida) e a construção do conhecimento estruturado – Rigor – (ponto de chegada) e entre a Imagem Conceitual (ponto de partida) e a Definição Conceitual (ponto de chegada). A Intuição, base empírica, possibilita demarcar um início (um pontapé inicial) na construção do pensamento sistematizado, dando condições para o aluno acompanhar e entender a construção do conhecimento científico e da linguagem utilizada pela Ciência (Matemática);
- Resolução de Problemas / Modelagem: em seis estudos os pesquisadores consideram a resolução de problemas / modelagem como importantes mecanismos no processo de ensino e aprendizagem do CDI;
- Engenharia (Sequência) Didática / Sequência Fedathi: em cinco trabalhos os pesquisadores discutem a produção de sequências de ensino constituídas por situações didáticas planejadas, experimentadas e avaliadas, envolvendo expectativas sobre a aprendizagem do aluno;
- Obstáculos Epistemológicos / Dificuldades de Aprendizagem: em cinco estudos se discutem entre eles a precariedade do ensino de matemática na educação básica e a necessidade de mudanças nos processos de ensino na licenciatura em matemática;
- Aplicação: em quatro pesquisas a discussão é centrada na utilização de atividades de aplicação como metodologia de ensino do CDI, explorando de forma significativa a construção conceitual do Cálculo;
- Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs): em três pesquisas a discussão gira em torno da virtualização das relações sociais, dentre elas, as que envolvem o processo de ensinar e aprender através de Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Esses ambientes inicialmente foram utilizados, para atingir estudantes que residiam em



localidades remotas, entretanto, dadas as suas potencialidades, a modalidade de ensino tem sido repensada não mais como uma estratégia, mas como forma perene dentro do processo de ensino e aprendizagem;

- Teoria da Aprendizagem Significativa: em três trabalhos a discussão permeia a teoria apresentada por David Ausubel, como processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva e não arbitral, com aquilo que o aprendiz já sabe, nessa perspectiva, o ensino do CDI deve tomar como base os conhecimentos prévios dos estudantes para compreensão de novos conceitos;
- Processos do Pensamento Matemático Avançado: em três estudos, as pesquisas indicam a combinação de processos mentais levando o estudante a formular conjecturas e ressignificar o conhecimento estudado, através da visualização, da representação e mudança entre diferentes representações, da intuição, da abstração, da descoberta, da síntese, da validação, da formalização, da generalização, entre outras;
- Saberes Docentes: em dois trabalhos os pesquisadores discutem as relações entre a formação e a trajetória profissional (experiência) com a construção e reconstrução dos saberes docentes;
- Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais: apenas um trabalho encontrado, discute o processo de internalização da atividade externa. Esse processo é constituído por cinco etapas a saber: 1) etapa motivacional, na qual o professor prepara os alunos para a assimilação do novo conceito; 2) etapa do estabelecimento da base orientadora da ação, na qual o professor media a relação entre a ação e a resolução do problema; 3) etapa da formação da ação no plano material ou materializado, na qual o aluno externaliza a ação estabelecida na etapa anterior, e o professor controla o cumprimento de cada uma das operações; 4) etapa de formação da ação no plano da linguagem externa, na qual utilizando signos, o aluno deve verbalizar (representar) os elementos da ação; e 5) etapa de formação da ação no plano mental, na qual o processo se completa com a internalização (assimilação) do novo conceito. Assim, utilizando a TFEAM, o processo de ensinar e aprender (o CDI) pode ser organi-

zado numa sequência didática que facilite o trabalho do professor (ensinar) e a assimilação por parte do aluno (aprender).

- Inclusão: em apenas um trabalho, se discute o ensino de CDI a portadores de necessidades especiais, pesquisa essa que instiga a academia a desenvolver pesquisas no intuito de compreender e direcionar o trabalho docente para esses discentes.

Como é possível constatar, a maioria dentre os estudos inventariados (21 Dissertações e cinco Teses) revela que a preocupação emergente se direciona para a utilização de Tecnologias como ferramentas no processo de ensino e aprendizagem do CDI e a representação dos conceitos envolvidos nesse processo. Esse resultado leva-nos a voltar a atenção para as práticas que vem sendo realizadas pelos professores, sistematizadas nesses estudos. Do mesmo modo que para o trabalho de Magalhães (2013) caberia interrogar: Serão elas, as práticas do ensino de CDI por meio das Tecnologias algo particular de cada sujeito? Um estudo mais aprofundado de cada pesquisa poderá responder a tal questão.

5 Um Novo Cálculo via TIC?

Como se pôde observar, o levantamento de teses e dissertações mostrou o predomínio absoluto de estudos sobre o CDI via TIC. Retiremos, agora, de alguns desses trabalhos que envolvem essa perspectiva de ensino, sínteses dos resultados apresentados, tendo em vista o estudo de Grotti (2019).

A pesquisa de Melo (2002) conclui que o uso das TIC ao favorecer a visualização, sobretudo no tratamento dos gráficos e sua dinâmica de construção, contribui para aprendizagem e possibilita a reflexão dos alunos sobre erros e acertos evidenciando conclusões válidas em dadas situações e inválidas noutras.

O destaque para a visualização também é evidenciado na pesquisa de Gouveia (2010). As potencialidades de visualização e manipulação de superfícies bidimensionais e representações de até três dimensões favorece a mobilização de saberes dos alunos para o entendimento de conceitos do CDI.

Ainda sobre a visualização, o estudo de Martins Júnior (2015) mostra a realização de atividades exploratórias para a aprendizagem de diversos conteúdos relacionados a Derivadas de Funções Reais de uma Variável Real no ensino de Cálculo I, a partir da

visualização proporcionada pelo software GeoGebra.

A conclusão de Barbosa (2009) é a de que o envolvimento das TIC, na produção do conhecimento sobre Função Composta e Regra da Cadeia é de grande relevância, por conta dos aspectos visuais que elas possibilitam.

Vários estudos mostram, assim, o papel importante da visualização, sobretudo no movimento dinâmico de construção de gráficos de funções, para melhor ensino do CDI. A alteração dos aspectos formais dominados pelo tratamento algébrico é ressaltada em muitas pesquisas. Paranhos (2009), que fez uso da Geometria numa Sequência Didática que contemplou problemas do cotidiano e defende a ideia de que o uso de softwares dá mais dinamicidade ao ensino de Cálculo, ultrapassando os procedimentos algébricos.

Para Olímpio Júnior (2006), as mídias, particularmente, os sistemas de computação algébrica, que facilitam cálculos e superam os aspectos procedurais são de fundamental importância no processo de aprendizagem do Cálculo, cuja dificuldade de abstração e generalização são entraves aos estudantes. O estudo de Vieira (2013) é categórico: seria uma insensatez, inadequado e inadmissível ensinar Cálculo sem o uso da informática.

Mesmo de modo sintético, nota-se que a sistematização das práticas transposta para a escrita de teses e dissertações sobre o ensino de CDI revela um núcleo comum de justificativas dessas práticas: há que ser ultrapassado o formalismo do CDI em benefício da visualização, dos aspectos geométricos. Tal processo leva a considerar a disciplina de modo “mais prático”, algo mais importante para a formação dos professores da Escola Básica.

6 Considerações Finais

Cabe reiterar: uso das TIC, como mostra o inventário realizado de teses e dissertações revela-se como a principal tendência do ensino de CDI. A análise dos resultados das pesquisas inscritas nessa tendência leva-nos a refletir sobre a existência em marcha de um movimento que tende a valorizar, no ensino do CDI, os processos de visualização, a criação de ambientes de aprendizagem que possam favorecer o uso das TIC. Com isso, há que existir o consequente redirecionamento das práticas pedagógicas de professores que ministram CDI. Tal fato leva a afirmação das TIC como ferramentas de trabalhos

do professor, dentre outros elementos importantes a destacar relativamente ao ensino dessa rubrica do ensino superior.

Mas, é possível avançar mais ainda na análise da tendência manifestada pelas pesquisas sobre o ensino de CDI. Ao que parece seria algo redutor tratar o uso das TIC como meros instrumentos de ensino de uma rubrica para a formação de professores. Procedimentos, ferramentas, propostas pedagógicas alteram o que se quer ensinar. Isto é, não se trata de tomar como invariante o CDI e mobilizá-lo no ensino por meio das TIC. O uso das TIC nos processos de ensino, nas práticas pedagógicas dos professores tende a valorizar determinados aspectos e conteúdos, secundarizar outros e mesmo eliminar conteúdos clássicos do CDI. Nessas práticas, um novo amálgama de conteúdos e procedimentos vai forjando um novo CDI. Junto disso, questionamentos vão se multiplicando sobre a pertinência de ensino de determinados conteúdos do CDI, de demonstrações e casos particulares etc. Assim, é possível conjecturar que, dada a forte tendência que vem sendo manifestada por meio das TIC, está em marcha a organização de um novo CDI. Um CDI que busca uma articulação mais direta com a matemática elementar, por meio da visualização, secundarizando aspectos algébricos considerados de puro formalismo desnecessário às práticas pedagógicas do futuro professor da Escola Básica. Estão, portanto, em marcha processos de elaboração de um Cálculo para Ensinar, rubrica específica da formação profissional do professor de matemática, uma ferramenta de trabalho dos novos formadores de professores de matemática vindos do campo da Educação Matemática.

7 Referencias Bibliográficas

- Altet, M. (2001). As Competências do Professor Profissional: entre conhecimentos, esquemas de ação e adaptação, saber analisar. In: Paquay, Léopold; Perrenoud, Philippe; Altet, Marguerite; Charlier, Évelyne. (Orgs.). *Formando professores profissionais: quais estratégias? quais competências*. Porto Alegre: Artmed Editora.
- Barbosa, S. M. (2009). *Tecnologias da Informação e Comunicação, Função Composta e Regra de Cadeia*. (Tese) Doutorado em Educação Matemática – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro/SP.
- Brasil. (2002) *Resolução CNE/CP 2, de 19 de fevereiro de 2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de*



professores da Educação Básica em nível superior.
Brasília: Diário Oficial da União.

- Fiorentini, D.; Passos, C. L.; Lima, R. C. (Orgs.). (2016). *Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática: período 2001-2012*. Campinas: FE/UNICAMP.
- Gouveia, C. A. (2010). *Processos de Visualização e Representação de Conceitos de Cálculo Diferencial e Integral com um software tridimensional*. (Dissertação) Mestrado em Educação Matemática – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro/SP.
- Grotti, R. (2019). *O Cálculo Diferencial e Integral para Ensinar: A Matemática para a Licenciatura em Matemática*. (TESE) Doutorado em Educação em Ciências e Matemática – UFMT/UFPA/UEA – PPGECM/REAMEC, Cuiabá/MT.
- Hofstetter, R.; Schneuwly, B. (2017). Disciplinarização e Disciplinação: as Ciências da Educação e as didáticas das disciplinas sob análise. Trad. Claudia Regina Boen Frizzarini e Wagner Rodrigues Valente: In: Hofstetter, Rita; Valente, Wagner Rodrigues. (Orgs.). *Saberes em (trans)formação: tema central da formação de professores*. (p. 21-54). Coleção Contextos da Ciências. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Hofstetter, R.; et al. (2017). Penetrar na verdade da escola para ter elementos concretos de sua avaliação: a irresistível institucionalização do expert em educação (século XIX e XX). Trad. Marcos Denilson Guimarães e Wagner Rodrigues Valente: In: Hofstetter, Rita; Valente, Wagner Rodrigues. (Orgs.). *Saberes em (trans)formação: tema central da formação de professores*. (p. 55-112). Coleção Contextos da Ciências. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Hofstetter, R.; Schneuwly, B. (2017). Saberes: um tema central para as profissões do ensino e da formação. Trad. Viviane Barros Maciel e Wagner Rodrigues Valente: In: Hofstetter, Rita; Valente, Wagner Rodrigues. (Orgs.). *Saberes em (trans)formação: tema central da formação de professores*. (p. 113-172). Coleção Contextos da Ciências. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Magalhães, F. T. (2013). *Memórias de Práticas: a disciplina "Prática de Ensino" na formação do professor de matemática*. (Dissertação) Mestrado Profissional em Educação Matemática – Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.
- Martins J., J. C. (2015). *Ensino de Derivadas em Cálculo I: aprendizagem a partir da visualização com o uso do GeoGebra*. (Dissertação) Mestrado Profissional em Educação Matemática – Universidade Federal de Ouro Preto, MG.
- Melo, J. M. (2002). *Conceito de Integral: uma proposta computacional para seu ensino e aprendizagem*. (Dissertação) Mestrado em Educação Matemática – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo/SP.
- Olimpio J., A. (2006). *Compreensões de Conceitos de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática: uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática*. (Tese) Doutorado em Educação Matemática – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro/SP.
- Paranhos, M. (2009). *Geometria Dinâmica e o Cálculo Diferencial e Integral*. (Dissertação) Mestrado Profissional em Ensino de Matemática – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo/SP.
- Santos, J. R.; Lins, R. (2016). Uma Discussão a Respeito da(s) Matemática(s) na Formação Inicial de Professores de Matemática. In: *Educação Matemática Pesquisa*, v. 18, n. 1, (p. 351-372), PUC-SP.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, (p. 4-14), Washington.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, (p. 1-22).
- Shulman, L. S. (1996). Just in Case: reflections on learning from experience. In: Colbert, Joel; Trimble, Kimberly; Desberg, Peter. (Orgs.). *The Case for Education: contemporary approaches for using case methods*. (p. 197-217). Needham Height: Allyn & Bacon.
- Simões, D.; Castanho, M. E.. (2009). Ensino Técnico: desde o período colonial à era neoliberal. In: *VIII Seminário Nacional de Estudos e Pesquisas – "História, Sociedade e Educação no Brasil"*. Campinas. FE/UNICAMP.
- Tardif, M. (2002). *Saberes Docentes e Formação Profissional*. Petrópolis: Vozes.
- Vieira, A.. (2013). *Ensino de Cálculo Diferencial e Integral: das técnicas ao humans-with-media*. (Tese) Doutorado em Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo/SP.
- Zibetti, M. L; Souza, M. (2007). Apropriação e Mobilização de Saberes na Prática Pedagógica: contribuições para a formação de professores. *Educação e Pesquisa*, v. 33, n. 2, (p. 247-262), mai./ago. FE/USP.

Como citar este artículo:

Rodrigues, V., W; Grotti, R. (2020). A Educação Matemática e a emergência de um novo Cálculo Diferencial e Integral para a Licenciatura em Matemática. *RECME-Revista Colombiana de Matemática Educativa*. 5 (1), pp. 93-101.

Presentado: 15/Marzo/2019

Aprobado: 30/Abril/2020

Publicado: 30/Junio/2020