

Conhecimento profissional manifestado por professores-formadores sobre a idoneidade didática do processo de estudo do cálculo integral

Eliciting mathematics educators' professional knowledge on the didactical suitability of the integral calculus study process

Edson Crisostomo dos Santos¹ e Juan D. Godino²

¹Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil; ²Universidad de Granada, España.

Resumo

A articulação entre os conhecimentos derivados das investigações acadêmicas e das práticas profissionais de professores-formadores de professores de matemática consiste em um tema de investigação relevante na área de Educação Matemática. Nesse sentido, desenvolvemos uma pesquisa qualitativa, baseada em um estudo de casos, com o objetivo de caracterizar os conhecimentos profissionais de professores-formadores sobre a idoneidade didática de processos de estudo do Cálculo Integral. Isto é feito através da articulação dos resultados da investigação em Didática do Cálculo com os conhecimentos de profissionais manifestados por uma amostra de professores-formadores, experts em didática do Cálculo Integral, que atuam na formação inicial e continuada de professores no Brasil. Entre os principais resultados, ressaltamos a potencialidade das ferramentas teóricas do Enfoque Ontosemiótico para a sistematização dos conhecimentos profissionais que emergiram das narrativas desses formadores.

Palavras-chave: Idoneidade didática, conhecimento profissional, formação de professores de matemática, didática do cálculo integral.

Abstract

The articulation between the knowledge derived from academic research and the professional practices of mathematics teachers' educators is a relevant research topic in Mathematics Education. In this paper we develop a qualitative research, based on a case study, with the objective of characterising the professional knowledge of mathematics teacher's educator on the didactic suitability of the integral calculus study processes. This study is carried out through the articulation of research in didactics of calculus with the professional knowledge manifested by a sample of mathematics educators, experts in the didactics of integral calculus, who work in the initial and continuous training of teachers in Brazil. Among the main results, we highlight the potential of the Onto-semiotic Approach theoretical tools for systematising the professional knowledge that emerged from the narratives of these mathematics teachers' educators.

Keywords: Didactical suitability, professional knowledge, mathematics teacher education, didactics of integral calculus.

1. Introdução

Este artigo está centrado nos conhecimentos profissionais manifestados por dez professores-formadores (P1, P2, ..., P10) sobre a idoneidade didática dos processos de ensino e aprendizagem do cálculo integral, no contexto sócio-profissional de formação de professores de matemática no Brasil (Crisostomo, 2012). Nossa experiência, como formador de professores durante mais de 23 anos, nos possibilitou reconhecer a variedade e complexidade de elementos que devemos considerar quando pretendemos desenhar, implementar e avaliar planos/projetos de ensino e programas de formação matemática e didática de maior qualidade. É preciso considerar os diversos

Crisostomo, E. e Godino, J. D. (2017). Conhecimento profissional manifestado por professores-formadores sobre a idoneidade didática do processo de estudo do cálculo integral. En, J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M.M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Disponible en, enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html

planteamentos epistemológicos sobre a própria Matemática, as diversas teorias de aprendizagem (dimensão cognitiva e afetiva), os modelos instrucionais e a necessária adaptação ao contexto sócio-profissional no qual se desenvolvem os processos formativos.

A grande quantidade de investigações realizadas até o momento sobre formação de professores de Matemática, evidenciadas por meio dos capítulos dos “Handbooks” destinados a esse tema (Ponte e Chapman, 2006; 2008; Swoder, 2007; Wood, 2008), das revistas especializadas e dos anais de congressos requerem centrar o conteúdo matemático específico sobre o qual se pretende investigar. Em nosso caso, apoiados também em nossa própria experiência como formador, optamos em centrar a investigação no campo do “Pensamento Matemático Avançado”, Didática do Cálculo e, mais concretamente, sobre o “objeto matemático” *integral*. A literatura específica da área de Educação Matemática contempla abundante bibliografia sobre a Didática do Cálculo (Mamona-Downs e Downs, 2008; Tall, 1996) a qual deu suporte para o desenvolvimento desta pesquisa.

A escolha da integral como objeto matemático de investigação didática justifica-se, além da nossa experiência profissional, pela relevância do mesmo na área de Matemática e pelas possibilidades de aplicações da integral em outras áreas de conhecimento. Segundo Kouropatov e Dreyfus (2009, p.417),

Certamente não é possível imaginar a cultura científica moderna sem as integrais. Juntamente com a derivada, a integral forma o núcleo de um domínio matemático que consiste em uma linguagem, um dispositivo e uma ferramenta útil para outros campos como a Física, a Engenharia, a Economia e a Estatística. Além disso, o conceito de integral representa uma idéia filosófica para a compreensão do mundo: a contemplação da totalidade das partes pequenas de um todo aporta conclusões sobre o todo em sua globalidade, assim como sobre sua estrutura interna e propriedades.

A problemática relativa ao nosso objeto de estudo no levou a uma primeira formulação geral das perguntas de investigação:

- Que formação matemática e didática deve receber os professores de matemática para que possam realizar suas atividades docentes da maneira mais idônea/adequada possível?
- Como devemos desenhar, implementar e avaliar os processos de formação dos professores para atingir esse objetivo?
- Como se desenvolve o conhecimento profissional dos professores-formadores no contexto da formação de professores de matemática no Brasil?

As questões assim formuladas correspondem a uma problemática própria de um “formador reflexivo” e, indubitavelmente, são significativas e relevantes, porém excessivamente gerais para serem diretamente investigáveis. A aproximação progressiva ao campo da Educação Matemática nos levou a aplicar sucessivos “recortes” e determinações a estas perguntas iniciais de investigação.

Considerando a diversidade de enfoques e paradigmas de investigação, os quais geralmente enfatizam uma das dimensões implicadas (frequentemente o componente cognitivo ou o pedagógico), optamos por aplicar o “Enfoque Onto-semiótico do conhecimento e a instrução matemática” (EOS) (Godino, 2002; Godino e Batanero, 1998; Godino, Batanero e Font, 2007). A noção de *idoneidade didática* dos processos de estudo matemático nos atraiu a atenção por sua potencialidade para articular as

diversas facetas e componentes que caracterizam a complexidade dos processos formativos em Educação Matemática.

Nesse sentido, o “estudo de caso” formação de professores sobre a integral no contexto institucional da Licenciatura em Matemática no Brasil pretende ter um caráter paradigmático desde o ponto de vista teórico e metodológico. As questões gerais iniciais de investigação podem ser formuladas de maneira mais operativa usando as seis dimensões propostas pelo EOS para analisar os processos de estudo matemáticos (epistêmica, cognitiva, afetiva, interacional, mediacional e ecológica), levando em conta também os indicadores empíricos identificados para cada uma das idoneidades parciais:

Que características deveriam contemplar os processos formativos dos professores de matemática da educação básica no Brasil para que alcancem um grau ótimo de idoneidade nas diversas dimensões e fatores implicados?

A informação necessária para responder a essa questão pode ser proveniente de duas fontes que consideramos complementares: (1) As investigações publicadas sobre formação de professores e Didática do Cálculo; (2) A experiência profissional dos próprios formadores *experts* no processo de ensino do Cálculo no contexto específico investigado.

Em consonância com o problema de pesquisa, o objetivo deste estudo consiste em caracterizar o conhecimento profissional de formadores de professores de Matemática sobre a idoneidade didática dos processos formativos relacionados com o processo de ensino do Cálculo, baseado nas ferramentas teóricas desenvolvidas pelo Enfoque Onto-semiótico.

Corroboramos com Ruthven (2002) ao ressaltar os vínculos entre a investigação e o ensino, propondo uma cooperação entre os conhecimentos derivados da investigação acadêmica e os conhecimentos derivados da prática profissional. Esse autor considera que “uma preocupação particular se refere a como é possível promover uma maior sinergia entre essas duas práticas específicas, suas formas características de conhecimento e os processos associados de criação de conhecimento” (Ruthven, 2002, p.581). Nesse sentido, sintetizaremos as principais pesquisas relacionadas à didática do cálculo e à formação de formadores de professores de matemática no Brasil.

Este artigo está estruturado por meio de cinco seções. Apresentaremos uma síntese do marco teórico e da metodologia na seção 2. A caracterização dos conhecimentos profissionais dos professores-formadores será sistematizada na seção 3. As considerações finais serão contempladas na seção 4 e, finalmente, na seção 5, contemplaremos as referências bibliográficas.

2. Síntese do marco teórico e da metodologia

Utilizamos neste trabalho algumas ferramentas teóricas disponibilizadas pelo Enfoque Onto-semiótico (Godino, 2002; Godino e Batanero, 1998; Godino, Batanero e Font, 2007), ressaltando-se a noção de idoneidade/adequação didática de um processo de instrução matemática. Também apoiamos no construto *Conhecimento Profissional* dos professores-formadores para a realização da análise dos dados de nossa pesquisa qualitativa, desenvolvida por meio de um estudo de caso realizado com esses professores.

A noção de idoneidade didática, utilizada para caracterizar o conhecimento profissional dos professores-formadores de professores de Matemática, foi definida por Godino, Batanero e Font (2007) como a articulação coerente e sistêmica dos seis componentes seguintes: (i) Idoneidade epistêmica. Refere-se ao grau de representatividade dos significados institucionais implementados (ou pretendidos) em relação a um significado de referência. (ii) Idoneidade cognitiva. Expressa o grau em que os significados pretendidos/implementados estejam na zona de desenvolvimento potencial dos estudantes, assim como a proximidade dos significados pessoais atingidos aos significados pretendidos/implementados. (iii) Idoneidade interacional. Um processo de ensino e aprendizagem terá maior idoneidade, desde o ponto de vista interacional, si as configurações e trajetórias didáticas permitem, por um lado, identificar conflitos semióticos potenciais (que podem ser detectados *a priori*), e, por outro lado, resolver os conflitos produzidos durante o processo de instrução. (iv) Idoneidade mediacional. Grau de disponibilidade e adequação dos recursos materiais e temporais necessários para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. (v) Idoneidade afetiva. Grau de implicação (interesse, motivação, ...) do estudante no processo de estudo. (vi) Idoneidade ecológica. Grau em que o processo de estudo se ajusta ao projeto pedagógico do centro, à escola, à sociedade e às condicionantes do entorno no qual se desenvolve.

Segundo esses autores, é necessário integrar essas idoneidades considerando as interações produzidas entre as mesmas. Nesse sentido, a idoneidade didática pode ser entendida em termos de um critério sistêmico de adequação e pertinência relativo a um projeto educativo global. Entretanto, devem ser interpretadas considerando a relatividade das mesmas às circunstâncias temporais e aos contextos específicos, requerendo atitudes de reflexão e de investigação pelos professores e demais profissionais responsáveis pela implementação do projeto pedagógico.

Na literatura especializada, encontramos diversos estudos relacionados com os conhecimentos profissionais dos professores-formadores de professores de matemática (Chapman, 2008; Jaworski, 2008; Tardif, 2011; Zaslavsky, Chapman e Leikin, 2003).

Ao discutir os saberes profissionais dos professores, baseando-se na síntese das investigações realizadas nos Estados Unidos e em seus próprios estudos, Tardif (2011) caracterizou os saberes profissionais dos professores, considerando que os saberes, utilizados no sentido amplo, são: temporais (provêm de suas histórias de vida, são decisivos na estruturação de suas práticas profissionais e desenvolvem no âmbito de suas trajetórias profissionais); plurais e heterogêneos (provêm de diversas fontes e têm certa unidade pragmática); personalizados e situados (trata-se de saberes apropriados, incorporados, subjetivos, difíceis de dissociarem-se das pessoas, de sua experiência e das situações de trabalho; carregados das marcas do ser humano (possibilitam aos docentes o desenvolvimento de habilidades e disposições para conhecerem e compreenderem os estudantes em suas particularidades individuais e situacionais e sua evolução na sala de aula; comporta um componente ético e emocional).

Zaslavsky, Chapman e Leikin (2003) consideram que o desenvolvimento profissional dos “educadores matemáticos” (professores, professores-formadores e formadores de professores-formadores) consiste em um processo contínuo, que se desenvolve ao longo da vida do docente de maneira informal e/ou formal. Postulam que “uma das preocupações principais em quase todos os programas de desenvolvimento profissional

contemporâneo consiste na necessidade de fomentar a reflexão dos professores sobre suas práticas e experiências de aprendizagem” (p.879).

Nesse sentido, desde uma perspectiva cognitiva, Chapman (2008) sintetizou a aprendizagem dos professores-formadores a partir da investigação sobre sua prática instrucional no contexto da formação de professores de matemática. A autora infere que “a prática instrucional por si mesma pode ser a base para a aprendizagem do professor-formador” (p.117). Assim, seria possível entender, por meio das investigações realizadas, o que os professores-formadores investigadores aprenderam de maneira autônoma e como se deu sua aprendizagem a partir da investigação. Essa autora considera que a maioria dos professores-formadores que se envolveram na pesquisa sobre suas próprias práticas melhoraram sua compreensão e aperfeiçoaram seu conhecimento profissional sobre as práticas relacionadas à formação dos professores de matemática. Entendemos que o conhecimento profissional dos professores-formadores de professores de matemática consiste em uma gama de conhecimentos produzidos durante sua formação inicial e continuada, ao longo de sua prática docente. Tem-se, portanto em consideração o leque de suas vivências sobre o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, a investigação acadêmica, a dinâmica da universidade e das aulas, a didática, os estudantes, os temas e as disciplinas específicas, o currículo e todos os demais aspectos contemplados em seu contexto sociocultural de trabalho.

A caracterização do conhecimento profissional dos professores-formadores sobre a idoneidade do processo de estudo da integral será sintetizada a seguir.

3. Caracterização dos conhecimentos profissionais dos professores-formadores: idoneidade didática do processo de estudo do cálculo integral

A síntese da caracterização dos conhecimentos dos professores-formadores sobre o processo de estudo da integral na formação de professores de Matemática da educação básica no Brasil, baseado na idoneidade didática do processo de ensino e aprendizagem da integral será apresentada a seguir.

3.1. Dimensão epistêmica do processo de estudo da integral

A partir da literatura consultada, da análise de livros de Cálculo e das entrevistas realizadas, identificamos oito configurações epistêmicas da integral presentes na disciplina Cálculo Diferencial e Integral (Cálculo I), as quais foram sintetizadas nesta investigação da seguinte maneira: (i) Intuitiva; (ii) Primitiva; (iii) Geométrica; (iv) Somatória; (v) Aproximada; (vi) Extramatemática; (vii) Acumulada; (viii) Tecnológica.

Essas oito configurações epistêmicas da integral também emergiram da análise dos livros de cálculo e das informações dos professores-formadores e se constituem em uma das aportações desta investigação. Analisamos ainda as articulações e conexões, assim como as adaptações curriculares e encontramos que as referidas configurações epistêmicas da integral podem ser coerentemente articuladas no desenho, planejamento e desenvolvimento do processo de estudo da integral. Os professores-formadores colocaram as situações-problema envolvidas em cada caso, a partir das quais tem sido possível sistematizar essas configurações e interpretá-las como o significado de referência da integral para um curso introdutório de Cálculo.

Entre as relações que podem ser estabelecidas com a integral, constatamos as intramatemática (intradisciplinares e interdisciplinares) e as extramatemáticas. As

relações extramatemáticas que se estabelecem entre a integral e outras disciplinas (ou áreas de conhecimento), tais como Física, Biologia, Economia, Engenharias, etc. foram evidenciadas nas entrevistas realizadas com os professores-formadores. Para os descritores abordagem e adaptações curriculares destacamos que há currículos da Licenciatura em Matemática desenhados e implementados contemplando a formação matemática, didática e prática desde o início do curso.

Ressaltamos que os professores-formadores colocaram ênfase na importância do Cálculo no currículo da Licenciatura em Matemática. Nesse sentido, P3 ressaltou que o Cálculo proporciona ao futuro professor de Matemática uma visão geral da Matemática. Além disso, manifestou uma “concepção construtivista” do Cálculo ao afirmar que “trata-se de um ramo da Matemática construído pelo homem e por tanto em desenvolvimento”. Segundo essa concepção, a Matemática é fruto da criação humana e encontra-se em constante desenvolvimento. Godino, Batanero e Font (2003) destacaram a complexidade de desenhar currículos de Matemática nessa concepção.

No que se refere à inclusão das noções de Cálculo no currículo da educação básica no Brasil, que contempla apenas a noção de função, a posição da maioria dos professores-formadores foi convergente no sentido de que devem ser abordadas apenas suas “idéias básicas”, não formalizando as noções do Cálculo.

3.2. Dimensão cognitiva do processo de estudo da integral

Os descritores utilizados na sistematização da dimensão cognitiva consistem em: conhecimentos prévios dos estudantes, aprendizagem e as adaptações curriculares às diferenças individuais dos estudantes. Sinteticamente, constatamos que há divergência entre os professores-formadores com relação à necessidade de levar em conta determinados pré-requisitos matemáticos dos estudantes ao iniciarem o curso universitário. Ainda que 50% dos entrevistados os consideram relevantes, também obtivemos afirmações de que eles são irrelevantes e que os conhecimentos se constroem no ato do processo de ensino, cabendo aos professores de Cálculo realizar uma revisão das noções prévias necessárias para que os estudantes desenvolvam o curso de Cálculo com êxito. Outra consideração interessante que encontramos se refere ao fato de que as próprias noções desenvolvidas num curso introdutório de Cálculo, como a de integral, se convertem nos conhecimentos prévios para outras disciplinas da Licenciatura em Matemática, tornando imprescindível que os estudantes construam seu conhecimento de maneira significativa para que possam obter êxito nas demais disciplinas do curso.

Com relação à aprendizagem das noções do Cálculo, encontramos diversas considerações, entre as quais destacamos: as dificuldades de aprendizagem radicam na complexidade das noções de Cálculo e na linguagem que utilizamos; o processo de estudo deve iniciar-se a partir dos problemas do entorno cotidiano, o que pode ser conseguido por meio do desenvolvimento de projetos de ensino; necessidade de mais tempo para aprofundar na aprendizagem dos conceitos e propriedades do Cálculo com os estudantes; a transição entre as distintas representações como chave para a aprendizagem das noções do Cálculo; implicar aos estudantes num processo ativo de estudo do Cálculo e a importância de conhecer os estilos de aprendizagem dos estudantes como uma via para adequar o processo de estudo do Cálculo às características específicas dos graduandos.

Constatamos também a importância atribuída pelos professores-formadores à adequação de sua prática profissional às necessidades do grupo de estudantes, considerando o curso

para o qual se planeja e se implementa o processo de estudo do Cálculo e as diferenças individuais dos estudantes. Outro posicionamento que consideramos relevante mencionar se refere ao êxito da atenção individualizada que alguns dos professores-formadores afirmaram realizarem com os estudantes de Cálculo, de maneira individualizada ou através do trabalho com pequenos grupos.

3.3. Dimensão mediacional do processo de estudo da integral

Nessa dimensão analisamos as informações dos professores-formadores utilizando os seguintes descritores: uso de materiais didáticos e recursos tecnológicos; uso, características e rol do livro de Cálculo; adequação dos significados pretendidos/implementados ao tempo disponível; e investimento do tempo nos conteúdos mais relevantes e que apresentam mais dificuldades.

Os recursos tecnológicos são considerados pelos entrevistados como fundamentais para o desenvolvimento do processo de estudo da integral. No entanto, devemos refletir sobre alguns dos aspectos ressaltados nas entrevistas, os quais sintetizamos a seguir.

P2 considera a necessidade dos professores universitários romperem com seus próprios modelos formativos para incorporarem os recursos tecnológicos no processo de estudo da integral. P1 ressaltou a importância de estudar a Matemática utilizada no desenvolvimento dos softwares matemáticos que geralmente são utilizados nos cursos de Cálculo. P3 adverte que não basta realizar a modelagem de uma situação-problema e resolvê-la por meio de algum software específico, mas é preciso verificar a adequação da solução apresentada no monitor ao problema específico de Cálculo. A falta de interação do processo de estudo do Cálculo com os recursos tecnológicos foi apontada por P10 como um dos obstáculos para a inserção de situações-problema relacionadas com a realidade de alguns cursos que requerem a utilização de tecnologias específicas para solucioná-las.

No que se refere à utilização do livro de texto de Cálculo, constatamos duas afirmações relevantes. A primeira é que o livro é uma referência (ou um guia) para que os estudantes se coloquem em dia com os temas desenvolvidos nas aulas, especialmente quando eles faltam às aulas presenciais, e também se constitui num recurso que orienta o processo de estudo de Cálculo que o professor desenvolve. A segunda trata da experiência do professor universitário para dar aulas de Cálculo, ou seja, considera que os professores universitários, no início da docência, geralmente, utilizam livros tradicionais e seguem sua sequência para terem mais segurança em sua prática docente, enquanto os professores com mais experiência acadêmica, ainda que utilizem os livros, o fazem de maneira mais autônoma. Entretanto, foi enfatizada a necessidade de adequação dos livros de Cálculo para atender tanto às características do curso, quanto aos estudantes a que são dirigidos.

Outro descritor considerado na dimensão mediacional se refere à adequação dos significados pretendidos/implementados da integral ao tempo disponível e ao investimento do tempo nos conteúdos mais relevantes. Após análise desse descritor, constatamos que 60% dos professores-formadores consideram que a utilização de recursos tecnológicos no processo de estudo da integral possibilita a otimização do tempo. De maneira complementar, P3 afirmou que o mais importante é motivar os estudantes, acrescentando haver sido satisfatório o desenvolvimento de um curso introdutório de Cálculo em seis horas semanais, das quais duas horas eram dedicadas às

práticas. A articulação entre a teoria e a prática foi considerada relevante para o êxito dos estudantes em Cálculo.

3.4. Dimensão afetiva do processo de estudo do Cálculo

A dimensão afetiva foi sistematizada a partir dos interesses e das motivações, das atitudes e das emoções no processo de ensino e aprendizagem do Cálculo. Segundo os entrevistados, os interesses e as motivações dos estudantes se potencializam quando: eles assumem o protagonismo do processo de estudo centrado em sua aprendizagem (P8); desenvolve-se um processo de estudo bem fundamentado, justificando o “por que” dos temas contemplados no currículo de Cálculo (P2, P3, P4 e P6); dialoga-se com os estudantes e identificam seus interesses (P10); utilizam-se os recursos tecnológicos no processo de estudo de Cálculo (P2, P3, P4, P5, P8 e P9).

No que se refere às atitudes que se pretende desenvolver ou são observadas nos estudantes da Licenciatura em Matemática por parte dos professores-formadores, destacamos as seguintes considerações: necessidade de desenvolver uma atitude ativa, reflexiva e flexível que possibilite aos futuros professores de Matemática afrontar sua profissão (P1, P2, P6, P8 e P9); o docente deve contribuir com a superação das dificuldades dos estudantes (P2, P4 e P10); há uma tendência dos professores de reproduzir as atitudes de seus professores-formadores em sua futura atuação profissional (P4 e P5).

No que se refere às emoções observadas nos estudantes ou manifestadas pelos formadores, após desenvolverem o processo de estudo de Cálculo, ressaltamos as seguintes considerações: existe uma relação entre a estratégia didática desenvolvida pelo docente e o grau de satisfação e êxito dos estudantes universitários, a qual geralmente é refletida na auto-estima dos estudantes e em seu gosto pela Matemática (P2); e o prazer que sente o professor ao dar uma boa aula (P3).

Enquanto realizávamos as entrevistas com os professores-formadores, nos chamou a atenção a expressão “bom professor de Matemática”, utilizada inicialmente por P2. Buscamos identificar que características devem reunir o docente para que seja considerado um bom professor de matemática.

3.5. Dimensão interacional do processo de estudo da integral

Os descritores da dimensão interacional utilizados nesta investigação consistem nas interações: docente-discente, entre docentes e entre discentes, assim como na autonomia dos estudantes.

Com relação à interação docente-discente, extraímos informações como: qualquer ação de êxito flui a partir da interação do professor com o aluno (P7); depois de desenvolver aulas de maneira mais interativa houve melhoria na aprendizagem da integral (P5); os estudantes devem ser estimulados a expressarem suas idéias e formas de pensamento relativo aos temas estudados nas aulas (P4); os docentes devem propiciar um ambiente de confiança e respeito para que os estudantes possam expressar-se nas aulas (P6). No que se refere às interações entre os docentes universitários, P10 afirmou que se faz necessário que os professores trabalhem de maneira colaborativa para desenvolverem um bom currículo da Licenciatura em Matemática, rompendo com a maneira individualista com que geralmente se trabalha; para a realização de um trabalho mais criativo é fundamental que os docentes estejam entusiasmados e acrescentem

experiências tanto pessoais, quanto profissionais (P9). A interação entre os discentes também foi mencionada pelos entrevistados, especialmente relacionada com as atividades desenvolvidas pelos estudantes, em grupos, nas aulas ou extraclasse (P3 e P5). A partir dos relatos dos professores-formadores, inferimos que a autonomia dos estudantes pode ser potencializada através da utilização de estratégias didáticas que lhes atribuam a responsabilidade para desenvolverem atividades de maneira ativa e interativa no processo de estudo do Cálculo.

3.6. Dimensão ecológica do processo de estudo da integral

Essa dimensão foi sistematizada a partir dos descritores: adaptação sócio-profissional e cultural dos professores-formadores e a abertura para a inovação didática. Todos os professores-formadores declararam que após sua formação acadêmica (graduação e/ou Pós-Graduação) começaram a dar aulas no Ensino Superior. Esse fato demandou a necessidade de adaptação sócio-profissional às condições institucionais e à realidade dos cursos nos quais desenvolviam suas atividades profissionais. A realização da Pós-Graduação consistiu na via utilizada pelos docentes tanto para legitimar seu status de docente universitário, quanto para atender aos interesses pessoais e institucionais dos professores-formadores. O tema das teses doutorais de 30% dos entrevistados se relaciona com o processo de estudo do Cálculo e 70% dos mesmos desenvolveram investigações específicas sobre a Didática do Cálculo. Isso evidenciou que o fato de ministrarem aulas de Cálculo na docência universitária contribuiu e motivou os professores-formadores a desenvolverem suas pesquisas relacionadas com a problemática existente no processo de estudo do Cálculo. Nesse sentido, consideramos que a adaptação sócio-profissional dos professores-formadores ao contexto que articula a prática profissional com a investigação educativa (Ruthwen, 2002) contribuiu com a construção de seu conhecimento profissional sobre o processo de estudo do Cálculo no contexto da formação de professores de Matemática.

4. Considerações finais

Nesta investigação centramos nossa atenção na caracterização dos conhecimentos dos professores-formadores sobre a idoneidade dos processos de estudo da integral no contexto sócio-profissional de formação de professores de Matemática de educação básica no Brasil. A formação do professor universitário no Brasil é implementada por meio da Pós-Graduação (Mestrado e/ou Doutorado). Os entrevistados que participaram de nossa investigação, além de ministrarem aulas no curso de Licenciatura em Matemática e realizarem investigações relacionadas com a Educação Matemática, têm ampla experiência no desenvolvimento de atividades docentes e investigativas em Programas de Pós-Graduação, tanto em Matemática, quanto em Educação Matemática, o que lhes converte em formadores de professores de Matemática de educação básica. Estamos utilizando a terminologia professores-formadores no duplo sentido, referindo ao profissional responsável pela formação de novos docentes e de formador de base. Entendemos o formador de formadores como um profissional que intervém para formar novos professores ou para atuar em seu aperfeiçoamento, na atualização ou em outros processos de formação inicial ou continuada do formador em exercício.

Referências

- Chapman, O. (2008). Narratives in mathematics teacher education. En, D. Tirosh e T. Wood (eds.), *Tools and processes in mathematics teacher education* (pp. 15-38). Rotterdam: Sense Publishers.
- Crisostomo, E. (2012). *Idoneidad de procesos de estudio del cálculo integral en la formación de profesores de matemática: una aproximación desde la investigación didáctica del cálculo y el conocimiento profesional*. Tese de Doutorado, Universidad de Granada. Disponível em <http://hera.ugr.es/tesisugr/21457086.pdf>.
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(2/3), 237-284.
- Godino, J. D. Batanero, C. e Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135.
- Godino, J. D. e Batanero, C. (1998). Clarifying the meaning of mathematical objects as a priority area of research in mathematics education. En, A. Sierpiska y J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics Education as a research domain: A search for identity* (pp. 177-195). Dordrecht: Kluwer, A. P.
- Harel, G., Selden, A. e Selden, J. (2006). Advanced mathematical thinking. *Handbook of research on the psychology of mathematics education: past, present and future*, 147-172.
- Jaworski, B. (2008). Development of the mathematics teacher educator and its relation to teaching development. En, B. Jaworski e Wood (Eds.), *International handbook of mathematics teacher education, The Mathematics Teacher Educator as a Development Professional* (Vol. 4, pp. 335-361). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Kouropatov, A. e Dreyfus, T. (2009). Integrals as accumulation: a didactical perspective for school mathematics. En, Tzekaki, M., Kaldrimidou, M. e Sakonidis, H. (Eds.). *Proceedings of the 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 417-424). Thessaloniki, Greece: PME.
- Mamona-Downs, J. e Downs, M. L. N. (2008). Advanced mathematical thinking and the role of mathematical structure. En, L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 154-174). New York: Routledge.
- Ponte, J. P. e Chapman, O. (2006). Mathematics teachers' knowledge and practices. En, A. Gutierrez e P. Boero (Eds), *Handbook of research on the psychology of mathematics education. Past, present and future* (pp. 461-494). Rotterdam: Sense Publishing.
- Ponte, J. P. e Chapman, O. (2008). Preservice mathematics teachers' knowledge and development. En, L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 223-261). New York: Routledge.
- Ruthven, K. (2002). Linking researching with teaching: Towards synergy of scholarly and craft knowledge. En, L.D. English, M. Bartolini-Busi, G. A. Jones, R. Lesh, R. e D. Tirosh, *Handbook of International research in mathematics education* (pp. 581-598). London: Lawrence Erlbaum Ass.
- Swoder, J. T. (2007). The mathematical education and development of teachers. En, F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.157-223). Charlotte, NC: National Council of Teachers of Mathematics.

-
- Tall, D. (1996). Functions and calculus. En, A. Bishop et al. (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 289-325). Netherland: Kluwer.
- Tardif, M. (2011). *Saberes docentes e formação profissional*. 12 ed. Petrópolis, R. J.: Vozes.
- Wood, T. (Ed.) (2008). *The international handbook of mathematics teacher education*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Zaslavsky, O., Chapman, O. e Leikin, R. (2003). Professional development of mathematics educators: trends and tasks. En, A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick e F. K. S. Leung (Eds.), *Second International Handbook of Mathematics Education* (pp. 877-917). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.