



V6 - Nº 1 - jan/jun - 2017



REVISTA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM FOCO

V6 - Nº1, Jan-Jun 2017

Copyright © 2017 EDUEPB

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98. A EDUEPB segue o acordo ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil, desde 2009.



UEPB Universidade Estadual da Paraíba

Prof. Dr. Antônio Guedes Rangel Júnior- Reitor

Profº. Dr. Flávio Romero Guimarães- Vice-Reitor



Editora da Universidade Estadual da Paraíba

Profº. Dr. Luciano Nascimento Silva- Diretor

Coordenação de Editoração: Arão de Azevedo Souza

Capa e Editoração Eletrônica: Carlos Alberto de Araujo Nacre

Ilustração da capa: Carlos Alberto de Araujo Nacre

Comercialização e Divulgação: Júlio César Gonçalves Porto

Zoraide Barbosa de Oliveira Pereira

Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme decreto nº 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL - UEPB

410

R454 Revista Educação Matemática em Foco - 2017 - Campina Grande: EDUEPB

V6 - Nº 1 - Jan/Jun. - 2017

Semestral

Editora: Kátia Maria de Medeiros

ISSN - 1981.6979

1. Formação de Professores. 2. Geometria. 3. Ensino-aprendizagem de Matemática. Pensamento geométrico 5. Interdisciplinaridade 6. Prova e demonstração em Geometria Plana. 27. ed. CDD

EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - Filiada a ABEU

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB - CEP 58429-500

Fone/Fax: (83) 3315-3381 - <http://eduepb.uepb.edu.br> - email: eduepb@uepb.edu.br

CONSIDERAÇÕES SOBRE A DIVERSIDADE DOS
SABERES DOCENTES E A FORMAÇÃO EM
GEOMETRIA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA
NOS CURSOS DE MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL FLUMINENSE –NITEROI

Ana Maria Martensen Roland Kaleff

SUBMISSÃO: 28 de março de 2017

ACEITAÇÃO: 12 de maio de 2017

CONSIDERAÇÕES SOBRE A DIVERSIDADE DOS SABERES DOCENTES E A FORMAÇÃO EM GEOMETRIA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA NOS CURSOS DE MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE – NITERÓI

Considerations on the diversity of teachers' knowledgeability and the geometric education of mathematics teachers in the mathematics courses at Universidade Federal fluminense – Niterói

Ana Maria Martensen Roland Kaleff
Universidade Federal Fluminense
anakaleff@vm.uff.br

RESUMO

Apresentamos considerações sobre a formação do professor de Matemática relativamente aos conhecimentos geométricos, visando a uma reflexão sobre a diversidade dos saberes docentes frente aos desafios advindos das peculiaridades do momento educacional em que vivemos. Entrelaçamos aspectos muitas vezes tratados de forma desarticulada por matemáticos, educadores e educadores matemáticos. Recordamos o surgimento dos saberes dos professores, as tensões que emergiram do contínuo embate entre os grupos sociais envolvidos e os conflitos relacionados com o fortalecimento de alguns desses grupos. Apresentamos um resumo da constituição das disciplinas relacionadas às Geometrias (Euclidiana e não-Euclidianas) nos currículos dos Cursos de Matemática da Universidade Federal Fluminense, em Niterói-RJ. Resumimos uma pesquisa realizada ao longo de mais de vinte anos, sobre sólidos geométricos elementares, cujos dados permitem uma análise do papel destas disciplinas no desenvolvimento dos saberes do futuro professor.

Palavras-chave: Saber Docente; Formação do Professor de Matemática; Geometria.

ABSTRACT

We present considerations about the education of Mathematics teachers regarding geometric knowledge, aiming at a reflection about the diversity of teachers' knowledgeability vis-à-vis the challenges arising from the peculiarities of the educational moment we are living. We interweave aspects many times treated in a disjointed manner by mathematicians, educators and mathematical educators. We revisit the emergence of teachers' knowledgeability, the tensions that emerged from the continuous clash between the social groups involved and the conflicts related to the strengthening of some of these groups. We present a summary of the constitution of the disciplines related to the Geometries (Euclidean and non-Euclidean) in the curricula of the Mathematics Courses at Universidade Federal Fluminense, in Niterói-RJ. We summarize a research carried out over more than twenty years, on elementary geometric solids, whose outcome allows an analysis of the role of such disciplines in the development of the knowledgeability of becoming teachers.

Keywords: Teachers' Knowledgeability; Mathematics Teacher Education; Geometry.

1. APRESENTAÇÃO: a concepção e a tecedura de uma trama de considerações

Neste texto buscamos tecer uma trama de considerações envolvendo vários aspectos ligados à formação do professor de Matemática relativamente à Geometria, visando a uma reflexão sobre a problemática da diversidade dos saberes desses docentes frente aos desafios advindos das características marcantes do momento educacional em que vivemos.

Na tecedura desta trama pretendemos entrelaçar e contrapor aspectos aparentemente divergentes e muitas vezes tratados de forma desarticulada por educadores, matemáticos e educadores matemáticos. Por outro lado, apesar das múltiplas influências advindas da interlocução com diversos autores, o aspecto geral da trama tecida é decorrente da experiência pessoal da autora como profissional voltada para a formação de professores de Matemática.

2. EMERGÊNCIA DE TENSÕES: novos saberes e um questionamento

Há cerca de quatro décadas, deparamo-nos com um amplo questionamento sobre as diversas estruturas do saber, surgidas e consagradas ao longo da Modernidade. Tal questionamento não se restringe apenas a alguns aspectos ou instâncias dos dias atuais, mas se manifesta como uma crise radical do pensamento, dos valores, das orientações das Ciências, da Ética, da Política, da Economia e da Cultura, a qual tem apresentado grande influência no sistema educacional.

Os pressupostos conceituais e filosóficos, considerados como válidos para a explicação da realidade, foram postos em xeque, engendrando uma situação de perplexidade e de crise de paradigmas que atinge todas as áreas do conhecimento, em maior grau a filosofia e as diversas ciências. Por outro lado, essa situação de questionamento é acompanhada por transformações sociais, decorrentes principalmente pelo estabelecimento de novas tecnologias.

Por sua vez, essas transformações sociais determinam novas formas de

organização da sociedade e do trabalho, e, portanto, se refletem nos domínios da Educação. Como consequência, a formação do professor não tem ficado isenta dos efeitos deste questionamento, e, portanto, também tem sido objeto de intensa discussão nos meios acadêmicos e educacionais.

Muitos são os fatores que contribuem para uma particular tensão no âmbito da formação dos professores: enquanto, por um lado, as novas formas de organização da sociedade e do trabalho exigem desenvolvimento de saberes até então não cogitados para o professor e, portanto, de outros modos de produção de conhecimentos e de se fazer a educação. Por outro lado, a pressão advinda da rapidez das mudanças sociais e tecnológicas, vem premindo os trabalhadores em geral e, portanto, também os professores, a uma atualização profissional permanente.

Nos meios educacionais, muitos estudiosos têm refletido sobre a formação e a profissionalização do professor, buscando entender a multiplicidade de variáveis intervenientes tanto no âmbito da graduação quanto no da formação continuada. A seguir, para compor a tecedura de nossa trama de considerações, buscaremos entre educadores as tensões e a dinâmica das interações que perpassam o momento atual dos diferentes saberes dos professores, enquanto que, nas vozes de diversos matemáticos e educadores matemáticos serão buscados os aspectos acadêmicos relativos à Matemática, à formação do professor de Matemática e aos saberes geométricos.

Iniciamos, lembrando que o educador Maurice Tardif nos chama a atenção para um postulado dos meios educacionais, o qual se apresenta completamente válido nos dias de hoje: o fato de que os saberes do professor necessitam ser compreendidos numa relação direta com as condições que estruturam seu trabalho (TARDIF, 2002). Sob essas considerações, o trabalho docente, como toda ação humana especializada, requer certos saberes específicos que não são características gerais de todo trabalhador, porém, tais especificidades permitem que os professores fundamentem e estabeleçam sua atividade frente a determinado repertório de saberes típicos desse

ofício. No entanto, tal repertório de conhecimentos não inclui saberes atemporais e universais que alicerçam a atividade pedagógica, nem tão pouco, se relacionam a processos cognitivos gerais ao ser humano, os quais garantiriam o funcionamento da comunicação na sala de aula. Segundo esta perspectiva, os saberes do professor estão intrinsecamente relacionados às condições sociais e históricas nas quais ele exerce seu ofício, e mais concretamente, às condições que estruturam seu próprio trabalho. Assim, não se pode dissociar a questão dos saberes docentes da ação no ambiente escolar, envolvendo, portanto, somente a especificidade da disciplina ministrada e a organização da escola, mas, é necessário, se levar em conta também os condicionantes objetivos e subjetivos com os quais o professor necessita conviver.

Dessa forma, o repertório de saberes do professor encontra-se imerso na totalidade de um contexto social no qual a profissão docente está inserida e determina de diversas maneiras os conhecimentos exigidos a serem adquiridos no exercício da profissão, isto é, *os saberes experienciais*.

Destas considerações gerais levantadas por Tardif sobre a profissão do professor, emergem, ainda hoje, algumas questões específicas ao professor de uma determinada disciplina, no nosso caso, a Matemática: como os saberes experienciais são colocados frente aos saberes científicos nos meios acadêmicos? Particularmente, como isto se reflete no âmbito da formação e do exercício profissional do professor de Matemática?

Como veremos no decorrer desta trama de considerações, a formação positivista pertinente ao desenvolvimento e ao estabelecimento de sistematizações baseadas na lógica formal, e, portanto, a constituição epistêmica da Matemática, aparentemente, leva muitos matemáticos a não perceberem que, fatores epistemológicos, filosóficos, históricos, sociais, subjetivos, entre outros, se articulam ao saber-fazer do professor de Matemática. Assim, para uma grande parte dos matemáticos profissionais, é como se o saber epistêmico, circunscrito a conhecimentos e métodos organizados, fosse suficiente para o estabelecimento do saber do professor, sendo, portanto, este saber

concebido como fruto de uma única fonte denominada de *conhecimento científico da Matemática*. Esta crença acarreta uma postura peculiar a estes matemáticos enquanto professores, a qual minimiza, quando não chega a negar, a necessidade do reconhecimento de outros saberes para o exercício da profissão de professor de Matemática.

Por sua vez, enquanto por um lado, a postura dos matemáticos, anteriormente descrita, potencializa a replicação dos mesmos princípios e práticas pedagógicas imprescindíveis à formação epistêmica do conhecimento científico matemático; por outro lado, esta postura também potencializa a formação uma mentalidade típica, entre os alunos desses docentes. Ou seja, futuros matemáticos, licenciandos ou professores de Matemática em exercício formam uma mentalidade que pode prejudicar e, muitas vezes até inviabilizar, o surgimento de elementos sensíveis à percepção dos questionamentos filosóficos de nossos dias e que, provavelmente, apontarão para novos parâmetros norteadores do pensamento e da ação humanos necessários ao século XXI.

Sob esta perspectiva, o filósofo José Américo Pessanha, há mais de vinte anos, já nos apontava uma problemática no âmbito da formação científica, no que concerne à ambiguidade do ser humano enquanto ser cotidiano e ser epistêmico, lembrando que,

O mundo da ciência hoje nos desqualifica para fazer ciência enquanto seres cotidianos. Para enfrentar um patamar epistêmico, exige de nós uma superação dessa banalidade. Uma coisa é o meu eu biográfico, psicológico; outra é o meu eu epistêmico. Um não é a continuação natural e simplória do outro. Para ser sujeito e autor da ciência tenho que, de certa maneira, saltar para outra dimensão (PESSANHA, 1993, p. 25).

Encontramo-nos, ainda hoje, portanto, envolvidos, no âmago da formação dos professores e, particularmente, daqueles de Matemática, em uma problemática com as características de ambiguidade típica do questionamento do século XXI, pois como ainda assinalava o filósofo:

É a angústia que o neopositivista expressa e que passa para todo mundo. A encruzilhada parece ser esta: ou a clareza, e aí a ciência no sentido mais pleno, o epistêmico no sentido mais luminoso, ou então a impossibilidade da clareza e, por que não, o obscurantismo, o emocionalismo, o simples arrepio, a simples intuição, questões que hoje estão voltando à moda com muita insistência. Hoje estamos vivendo uma crise que em grande parte tem esse sabor. (PESSANHA, 1993, p. 28).

Por outro lado, vivemos em uma época peculiar, em que as mudanças educacionais são regidas por medidas provisórias governamentais! Recentemente, foram estabelecidas novas normas para o Ensino Médio como fruto de uma resolução a ser implantada nos meios educacionais até 2019, para a qual não houve uma ampla consulta àqueles que compõem o sistema educacional. Além do que, estas futuras mudanças foram atreladas à chamada Base Nacional Curricular Comum (BNCC), que deverá ser promulgada e, provavelmente, estabelecida até 2018. Esta Base pretende ser um norteador do currículo escolar da educação básica brasileira, na busca da unificação do conteúdo curricular em todo território nacional. Apesar de diversas críticas e debates ainda em curso, até o momento, três versões da BNCC já foram apresentadas.

Por sua vez, observando as Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCNEM) já existentes para a Licenciatura em Matemática, percebemos que enfatizam a ação do professor como educador matemático, o qual “deve ser capaz de tomar decisões, refletir sobre sua prática e ser criativo na ação pedagógica, reconhecendo a realidade em que se insere. Mais do que isto, ele deve avançar para uma visão de que a ação prática é geradora de conhecimentos” (BRASIL, 2001, p. 06). Assim, a ênfase está em habilitar o profissional para uma formação adequada às exigências da sociedade atual.

Esta situação de regulamentação norteadora representa um nó em nossa trama de considerações, pois traz uma questão crucial e que afeta todos os níveis de escolaridade nela envolvidos: quais e de que maneira conteúdos matemáticos deverão ser ensinados aos alunos? Como devemos habilitar o futuro profissional para

uma formação adequada?

Observando ainda mais a trama tecida, cabe-nos, portanto, nos perguntar não só como poderemos resgatar a emoção, o arrepio, a simples intuição aos saberes cotidianos do professor de Matemática, como também, no sentido epistêmico da Matemática, como devemos preparar o professor educador matemático para a Escola de hoje, que certamente não é a de amanhã? Assim, como devemos preparar os futuros docentes para enfrentarem as inovações trazidas pelas novas legislações e tecnologias? Como preparar profissionais para se renovarem e estarem abertos a conteúdos matemáticos, principalmente aos geométricos, que muitas vezes não estão ou não estiveram presentes na sua formação de graduação?

A seguir, trançamos alguns fios que caracterizam os diferentes saberes do professor à busca de uma trama que possibilite reflexões sobre várias das questões formuladas, sem, no entanto, propormos respostas conclusivas. Para tanto, recordaremos o surgimento desse repertório de saberes do professor, as tensões que emergiram do contínuo embate entre os grupos sociais envolvidos e dos conflitos relacionados com o fortalecimento de alguns desses saberes. Pontuando as considerações, apresentaremos a constituição e o desenvolvimento dos Cursos de Matemática (Licenciatura e Bacharelado) da Universidade Federal Fluminense, em Niterói-Rj, dando-se ênfase à implantação das disciplinas relacionadas aos saberes geométricos. Tais ponderações serão entremeadas com observações advindas da nossa atuação, durante quase cinco décadas, como professora formadora de professores, integrada ao Departamento de Geometria, e atuante em um laboratório de ensino: o Laboratório de Ensino de Geometria (LEG) do Instituto de Matemática e Estatística (IME) da UFF.

3. OS DIFERENTES SABERES DO PROFESSOR E SEU DESENVOLVIMENTO

Segundo Nóvoa (1997), durante um longo tempo, nos meios escolares, os professores limitaram-se a mobilizar um saber disciplinar, tanto nas aulas de

História, Biologia, Física, Química ou Matemática, assumindo-se fundamentalmente como transmissores de um conhecimento científico. No meio acadêmico, essa postura educacional, como veremos a seguir, teve sérias consequências, pois gerou o surgimento de um aforismo e de um preconceito.

3.1 A racionalidade técnica e o surgimento de um preconceito

O surgimento da postura profissional dos professores como repassadores do saber disciplinar, como apontam várias pesquisas realizadas por educadores matemáticos, foi consequência da formação profissional, na qual, por um lado, as questões de ordem pedagógica ou relativas à prática docente eram pouco valorizadas, enquanto que, por outro, eram enfatizados conteúdos e procedimentos científicos (FIORENTINI et al, 1998). Por meio de procedimentos didáticos meramente expositivos, as diferentes visões e concepções acerca de uma disciplina, isto é, as diferentes perspectivas históricas e epistemológicas de sistematização dos conceitos, não eram problematizadas nem exploradas. Dessa forma, era a unilateralidade monocórdica das concepções positivistas acríticas que imperava, tanto no âmbito da pesquisa acadêmica, quanto no dos formadores e na dos concursos para professores, nas mais variadas instituições educacionais.

Nesta perspectiva, o professor era considerado como um *agente de transmissão* dos conteúdos disciplinares, culturalmente impostos pelos grupos produtores dos assim chamados, *saberes acadêmicos*. Como consequência imediata, o professor se via aliado da produção e do controle destes saberes. Assim, os saberes produzidos na academia pelos cientistas (biólogos, físicos, matemáticos etc.) - considerados como um conhecimento científico sistematizado e acumulado historicamente, com regras rigorosas de validação tradicionalmente aceitos - apesar de serem adquiridos pelos professores nos cursos de formação (licenciatura), permaneciam como se fossem externos à prática do professor. Esses conteúdos, portanto, passavam a preceder e a dominar a prática docente, mas não tinham nela suas raízes.

Frente a esta situação, o Nóvoa enfatiza que não nos devemos espantar ao, em 1930, o escritor Bernard Shaw ter lançado aos professores o insulto, do qual ainda hoje se ouvem ecos: “Quem sabe faz; quem não sabe ensina...” (SHAW, 1930). Com tal aforismo. “[...] pretendia-se relacionar a entrada no professorado com um falhanço nas áreas disciplinares de base. Para o ensino iam apenas os medíocres...” (NÓVOA, 1997, p.35).

Tecemos, a seguir, algumas considerações sobre o estabelecimento do conhecimento científico, no que concerne à Matemática e à formação do professor de Matemática, as quais, julgamos, possam trazer alguns esclarecimentos à tão infeliz e desastrosa afirmação de Shaw.

3.2 O conhecimento científico e a formação do professor de Matemática

É importante, nos lembrarmos de que o positivismo, enquanto representante filosófico do racionalismo e do formalismo lógico-matemático - paradigmas que também regem a Matemática - é sustentado na filosofia de René Descartes e Auguste Comte, e no formalismo de David Hilbert e Bertrand Russell (COSTA, 1971). Estes paradigmas, no entanto, são pressupostos como fundamentais para se chegar ao conhecimento científico isento de interferências subjetivas, preconceitos e superstições; bem como, tais paradigmas são imprescindíveis à formação do matemático no sentido epistêmico da Matemática como Ciência. Por sua vez, esses princípios também determinam a formação acadêmica dos professores de Matemática e, portanto, como consequência, impregnam seus saberes, a postura profissional e os processos de ensino envolvidos em sua prática.

Alguns matemáticos, que também são professores, defenderam, ou ainda defendem a concepção desenvolvida pelo matemático Paul Halmos, o qual afirmava que o melhor caminho para ensinar e aprender Matemática é resolver problemas, e o melhor caminho para se aprender a resolver problemas é resolver problemas (HALMOS, 1975). O matemático brasileiro Leopoldo Nachbin, referindo-se a esta

concepção de Halmos, afirmava que, o aspecto primordial no ensino da Matemática é a competência do professor em termos de seu conhecimento da matéria (NACHBIN, 1981). Desta forma, para este grande pesquisador, e para muitos outros, como Élon Lages Lima, a capacitação pedagógica é considerada como uma habilidade natural, a qual pode ser incrementada por meio do aconselhamento e do exemplo (LIMA, 1999). Assim, tal capacitação é reduzida à potencialidade do docente transmitir o conteúdo matemático por meio da conceituação linguística, de manipulações algébricas e algorítmicas, e de aplicações matemáticas a situações da realidade (concreta ou abstrata idealizada). Aparentemente, para esses matemáticos, fatores epistemológicos, filosóficos, históricos, sociais e subjetivos não, ou pouco, se articulam ao saber-fazer do professor, como se o saber epistêmico fosse necessário e suficiente para o estabelecimento do saber do docente.

Pesquisadores das práticas educacionais, tais como Maria Regina Gomes da Silva, há muito vêm observando a postura de alguns matemáticos, para os quais, para ensinar Matemática, deve-se ir para sala de aula “vender seu peixe da melhor maneira possível” (SILVA, 1994). Essa autora, ainda registrou casos extremos daqueles acadêmicos, para os quais a elaboração dos currículos de Matemática, em todos os níveis de escolaridade, deveria ser tarefa de matemáticos ativos em pesquisa, no caso em que se quisesse ensinar a Matemática como ela é entendida pelos matemáticos profissionais.

As considerações anteriores parecem ignorar as palavras do educador matemático e antropólogo Alan Bishop, o qual, já em 1988, chamava a atenção para o potencial de valores educacionais inerentes à Matemática, quando colocava que:

A Matemática, além de ser um certo tipo de tecnologia simbólica, é também condutora e produto de certos valores. Se procuramos entender a Matemática como uma tecnologia simbólica particular, somente entenderemos uma parte, talvez, na verdade para a Educação e para o futuro a parte menos importante. (BISHOP, 1988, p. 59).

Tendo em vista todas as ponderações apresentadas, podemos afirmar que, no

passado, já ouvíamos de matemáticos discursos que, infelizmente, ainda hoje ecoam e encontram reforço no sistema escolar, pois muitos tendem a “passar a ideia de que as dificuldades do ensino da Matemática resumem-se no preparo insuficiente do professor e, portanto, para resolver de vez o problema deste ensino, bastaria uma boa formação matemática do professor” (SILVA, 1994. p.15).

A formação continuada dos profissionais da educação e, particularmente dos professores de Matemática, também esteve e, talvez ainda se encontre, sob a influência desta tendência, quando colocada sob a égide desse paradigma norteador, o qual foi denominado por Donald Schön de *racionalidade técnica*. Cabe ressaltar que, felizmente, nas últimas duas décadas, os fundamentos tecnicistas têm sido colocados sob grande questionamento (SCHÖN, 1992). O que não quer dizer que, nos dias de hoje, ainda não se apresente...

3.3 A década de 1970: valorização dos aspectos pedagógicos nos meios escolares

Rememorando as várias tendências teóricas que influenciaram os processos educacionais nas últimas décadas, Nóvoa lembra que:

a expansão da escola e a profissionalização do ensino provocaram uma espécie de primado do pedagógico. Pretendia-se insinuar que, no fundo, o essencial era o domínio das técnicas e dos processos pedagógicos. (...) só por absurdo um professor de matemática podia achar que o seu problema principal era a Matemática. O essencial era saber planificar, saber organizar o trabalho dos alunos, ter uma boa relação, possuir competências de comunicação, ser capaz de avaliar com rigor etc. (NÓVOA, 1997, p. 35).

Desta forma, na década de 1970, tanto a pesquisa como a formação e a seleção de professores para o sistema escolar estariam voltadas para a valorização de aspectos didáticos e metodológicos especiais de ensino, principalmente para o planejamento, organização, controle e avaliação dos processos de ensino-aprendizagem. Apesar do domínio dos saberes acadêmicos e dos conhecimentos técnico-formais relativamente ao conteúdo de ensino continuasse a ser uma exigência na formação do professor,

este domínio perdeu algumas características do período anterior, pois, muitos dos conhecimentos de conteúdo passaram a ser apresentados, na ação pedagógica, de uma forma acrítica, neutra e dissociada de questões que envolvessem a sociedade, a política e a pedagogia.

No meio dos educadores matemáticos, alguns dos resultados de pesquisas desta década, frustraram os pesquisadores que pretendiam mostrar a existência de uma relação direta entre o bom conhecimento do conteúdo matemático e a boa aprendizagem dos alunos. Pois, nos meios educacionais, essas pesquisas começaram a ser questionadas a partir de dois diferentes enfoques relativamente à metodologia da pesquisa: primeiramente, foram questionadas a pertinência, a abrangência, e a legitimidade dos critérios utilizados para o estabelecimento do conhecimento disciplinar do professor, tais como, número de cursos e testes realizados com sucesso e aprovação na Universidade. Em segundo lugar, foram questionados os métodos quantitativos utilizados na realização e avaliação dessas pesquisas (BOGDAN; BLINKEN, 1994). No entanto, apesar dos embates resultantes dos diferentes enfoques metodológicos utilizados nas pesquisas, tais discussões serviram de alerta para a importância de se analisar sobre como os meios acadêmicos vinham entendendo a natureza do conhecimento e do saber do professor, surgindo, portanto, uma tensão de caráter epistemológico, não conhecida anteriormente.

3.4 A década de 1990: Lee Shulman e o surgimento de um novo aforismo

A partir de década de 1980, teve início um movimento internacional de ruptura com os princípios da racionalidade técnica, envolvendo pedagogos, sociólogos, filósofos e pesquisadores educacionais, dentre os quais se destacou Donald Schön, com suas caracterizações sobre o professor como um profissional reflexivo (SCHÖN, 1992).

O movimento que considera o professor como um profissional e construtor de uma prática reflexiva se fez ouvir, em seus primeiros balbúcies, como uma voz

tênue em reação à voz estridente e monocórdica do tecnicismo estabelecido. Assim, surgiu também, a busca do rompimento com o mito de que somente os cientistas ligados a centros de pesquisas e em universidades produzem conhecimentos, cabendo ao professor o papel de reprodutor eficaz de um saber imposto, porém, alheio à sua ação.

Segundo Nóvoa (1997), em uma aparente concordância com a postura formalista e tecnicista dos cientistas e matemáticos, outra voz se levantou apontando para a necessidade, por parte dos profissionais, do entendimento e da compreensão dos conceitos enfatizando a compreensão, o raciocínio, a transformação e a reflexão. O educador e psicólogo Lee Shulman, através de uma análise crítica à perspectiva do *primado do pedagógico*, apontou para a necessidade de o professor visitar e conhecer a fundo a matéria que ensina, sugerindo, um novo aforismo: “*quem sabe faz; quem compreende ensina*” (NÓVOA, 1997, p. 35).

Apesar de enfatizar a compreensão do conteúdo - considerada como um momento prévio de reformulação e transformação do mesmo em produto de ensino, como será exposto mais a seguir - Shulman buscou, desde seus primeiros pronunciamentos, desfazer alguns equívocos sobre sua postura teórica relativamente à caracterização da função docente. Não se tratava de regressar ao papel dos professores como agentes transmissores de saberes acadêmicos. Assim, para este pesquisador, o saber de referência da profissão docente não se constrói à margem da lógica da produção científica das várias disciplinas, mas necessita ser permeado pela compreensão dos conteúdos. Segundo Nóvoa (1997), muitos pesquisadores convergem para esta posição, insistindo na necessidade de os professores terem incorporadas capacidades de estruturação, bem como, de reestruturação e de contextualização dos conhecimentos específicos às particulares disciplinas.

Segundo nos aponta Dario Fiorentini, apesar do modelo de Shulman apresentar fortes limitações quando observado sob a perspectiva de uma prática docente reflexiva, ele enfatiza aspectos fundamentais para a formação teórica do professor

de Matemática, na medida em que descreve características do saber disciplinar do docente, as quais se apresentam, como certa aproximação, à prática docente. Devido a estas características, julgamos interessante examinar mais de perto o pensamento de Shulman.

3.5 A configuração e reconfiguração do saber docente em ação

Em uma síntese sobre seus estudos, apresentada em 1989, Shulman revela que em um estudo de 1986, já clamava pela necessidade de se considerar o conhecimento específico de cada área nos exames para a função de professor, ressaltando três categorias que comporiam a sua concepção do conhecimento do conteúdo disciplinar: o conhecimento do conteúdo, o conhecimento de como lecionar o conteúdo e o conhecimento do currículo. No entanto, em 1987, ampliando essa concepção, Shulman propôs sete categorias para o conhecimento do professor: conhecimento do conteúdo; conhecimento de como lecionar o conteúdo; conhecimento do currículo; conhecimento pedagógico em geral; conhecimento dos estudantes e suas características; conhecimento do contexto educacional e conhecimento das metas, objetivos e valores educacionais (SCHULMAN, 1989). Foram, sem dúvida, tais estudos que, levaram o conhecimento do conteúdo a ser analisado de forma mais ampla nas pesquisas que se sucederam em Educação, e particularmente em Educação Matemática.

Por outro lado, o modelo de Shulman considera o conhecimento pedagógico como aquele construído por meio de um processo que, partindo de atividades pré-estabelecidas, move-se em direção a uma posterior avaliação. Devido a essas considerações, esse modelo tem sido bastante criticado por muitos pesquisadores, como John Elliot, ao analisar pesquisas acadêmicas que percebem o conhecimento do professor simplesmente em termos da instrumentalidade para o estabelecimento de um ideal pedagógico. Neste contexto, o pesquisador pondera que ao restringir à instrumentalidade o modelo desconsidera a reflexão em ação, na qual, o professor,

diante de uma nova situação, a observa e a analisa, refletindo em ação. A partir daí, então, opta por um procedimento diferente daquele idealizado pelos métodos pedagógicos. Por meio da reflexão em ação, novos problemas podem emergir, se constroem e se instituem a partir de fenômenos oriundos da própria sala de aula. Desta forma, a reflexão em ação, “é um processo que une e integra sabedoria, conhecimento implícito, planos, técnicas, ideais, e justificação, todos radicados na experiência” (ELLIOT, 1998, p. 141).

Por outro lado, é preciso novamente enfatizar que, muitas pesquisas lideradas por educadores matemáticos indicam que a maneira como o professor interpreta e implementa o currículo em sala de aula de Matemática, depende de seu conhecimento e de suas crenças com relação à constituição epistêmica da Matemática como ciência, bem como ao ensino e à aprendizagem da Matemática. A ideia de que as concepções, conscientes ou inconscientes, acerca da Matemática e do seu ensino desempenham um papel significativo na prática do professor tem sido cada vez mais considerada nas pesquisas nos meios acadêmicos e nos meios escolares, contrariando aquela visão de muitos matemáticos que valorizam somente o caráter epistêmico dos conteúdos matemáticos.

Enfatizamos, portanto, que há uma intensa reflexão entre os pesquisadores sobre a influência, nos meios educacionais, do entendimento da concepção de Matemática como saber científico que considera um sistema composto por jogos lógicos formais, ou como uma linguagem algorítmica das diferentes ciências da natureza, ou até como uma linguagem passível de diferentes interpretações pictóricas e tecnológicas. Sistema este, criado para identificar e resolver os problemas encontrados no ambiente que nos cerca como seres humanos (MACHADO, 2003).

As pesquisas brasileiras realizadas pelo grupo de Dario Fiorentini na UNICAMP, relativamente à produção de novas ações na sala de aula, advindas de uma reflexão sobre a prática do professor de Matemática, apontam para relações de dependência da prática docente com a formação de saber científico, na medida em que reconsidera

o papel do saber pedagógico ao saber científico disciplinar:

A capacidade do professor produzir, na reflexão sobre a prática, uma ação diferente daquela idealizada teoricamente, depende, sobretudo, de sua formação teórico-epistemológica. É justamente esta formação teórica que permite ao professor perceber relações mais complexas da prática. Sob nosso ponto de vista, o problema acontece quando, na relação teoria-prática, concebemos o saber teórico ou aqueles oriundos da produção científica como verdadeiros e indubitáveis, diretamente aplicáveis na prática (FIORENTINI ET AL., 1998, p. 319).

Pode-se observar que, no entender desse grupo de pesquisa, o referencial da prática, não só é fundamental para a significação do saber disciplinar, como também contribui para mostrar que os saberes em ação são impregnados de elementos sociais, ético-políticos, culturais, afetivos e emocionais. Assim, uma década após a apresentação das pesquisas de Shulman, os estudos brasileiros apontam aspectos não considerados por ele, e que, no entanto, permeiam a prática pedagógica, e exercem papel determinante no movimento dialético constituído pela configuração/reconfiguração do saber docente em ação. Desta forma, o saber do professor, portanto,

Não reside em saber aplicar o conhecimento teórico ou científico, mas sim, saber negá-lo, isto é, não aplicar pura e simplesmente este conhecimento, mas transformá-lo em saber complexo e articulado ao contexto em que ele é trabalhado/produzido. Mas, convém lembrar mais uma vez: **só negamos algo se o conhecemos profundamente.** (FIORENTINI ET AL, 1998, p. 319, grifo nosso).

Frente à presença e à profunda relação de permeabilidade das características advindas das teorias disciplinares e o fazer em ação na prática docente, o saber docente, portanto, não é uno como pretendem muitos matemáticos profissionais, porém se constitui em uma pluralidade. Desta forma, às considerações iniciais sobre os saberes dos professores, que apresentamos no começo deste texto e devidas a Tardif, podemos acrescentar que “um professor de profissão não é somente alguém que aplica conhecimentos produzidos por outros”, mas, é antes, “um sujeito que assume sua prática a partir dos significados que ele mesmo lhe dá”. (TARDIF, 2002, p. 230)

3.6 Competências profissionais e a cultura profissional dos docentes

Voltando novamente a considerar as ponderações de Tardif sobre os saberes docentes que envolvem a ação profissional do professor, percebemos a existência de uma gama de competências variadas, entendendo que estas se referem ao agir conforme normas, fatos, diferentes papéis sociais, argumentações etc. Desta forma, em nossos tempos de imposição governamental de mudanças no ensino, é necessário lembrar que,

Não se pode derivar uma norma de um fato, passar do prescritivo ao descritivo, nem tão pouco se justificar uma tradição através de argumentos racionais etc. Esse pluralismo e essa ausência de uma epistemologia tornam problemáticas, e até mitológicas, todas as pesquisas sobre o professor ou a professora ideal cuja formação poderia ser realizada graças a uma ciência ou a um saber único, como por exemplo uma pedagogia específica ou uma tecnologia da aprendizagem (TARDIF, 2002, p. 180).

Por outro lado, o mesmo autor, considera que, o caráter específico dos saberes profissionais do professor depende de fenômenos muito concretos, pois, o conhecimento é adquirido principalmente no âmbito de uma formação específica e relativamente longa na universidade. Além disso, essa aquisição se encontra ligada a uma socialização profissional e a uma experiência no ramo; pois, enquanto que a utilização desses saberes é institucional, dando-se no ambiente peculiar da escola; a dinâmica de ação desses saberes se dá no âmbito de um trabalho de características específicas: o ensino. Contrariando a tão nefasta expressão creditada a Bernard Shaw, Tardif expressa sua indignação face à banalização da profissionalização do professor sobre o *saber-ensinar*, ao afirmar que “não acreditamos que **qualquer pessoa possa entrar numa sala de aula e se considerar, de repente, professor**” (TARDIF, 2002, p. 219).

Mais recentemente, as considerações anteriores podem ser entrelaçadas a outra concepção mais específica do *professor que ensina Matemática* concebida por Wagner Valente e Maria Célia Leme da Silva, naquilo que Tardif denomina de

cultura profissional dos professores e professoras, pois para esses dois educadores matemáticos:

“ o professor que ensina Matemática, não é um especialista em Matemática; sua especialidade liga-se à condução dos alunos a progressivamente apropriarem-se de uma cultura transitória que dá acesso aos saberes científicos. Em suma: trata-se de um profissional especialista em Matemática escolar e, [...] um especialista em Geometria escolar”. (VALENTE; SILVA, 2014, p. 140).

As considerações anteriores podem também ser entrelaçadas com as de nossa prática, pois temos observado que a formação da cultura profissional dos futuros professores e professoras de Matemática apresenta lacunas, pois, em sua maioria os futuros profissionais, “encontram ao longo de sua formação poucas oportunidades de contato com a realidade da docência no ensino básico e, em geral, não recebem nenhum preparo que lhes dê ferramentas e segurança ao exercício criativo da profissão” (KALEFF; DYSMAN, 2011, p. 04). Podemos dizer, com toda certeza que, essa falta de oportunidades traz a ênfase em práticas consideradas tradicionais para o ensino da matemática escolar, como já bem ponderamos:

[...] suas ações futuras como professores de matemática tenderão a perpetuar o modelo vigente de aulas que repetem os livros didáticos adotados com objetivo de adestrar os alunos ao uso de técnicas para solução de questões específicas, utilizando como modelo para sua atuação docente suas próprias experiências enquanto aluno da rede básica. (KALEFF; DYSMAN, 2011, p. 04).

Estamos convencidos de que a aprendizagem do aluno, da mesma forma que a do licenciando, é influenciada, portanto, pela maneira com que o docente organiza sua aula. Ou seja, em como inclui atividades didáticas bem planejadas embasadas por uma teoria consolidada, a qual permita dar significado às ações do aluno e ao docente passar por um processo reflexivo sobre sua própria ação.

Considerando essa complexa trama de saberes necessários ao professor, a seguir, passamos a analisar alguns aspectos da formação do professor de Matemática na UFF, nos cursos em Niterói. Para tanto, inicialmente, apresentamos um resumo

analítico das diversas grades curriculares que se sucederam desde a implantação dos cursos de Matemática e a introdução dos conhecimentos geométricos na formação do licenciando.

4. OBSERVANDO A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA NA UFF: AS DIVERSAS GRADES CURRICULARES E AS GEOMETRIAS

A formação de professores de Matemática iniciou-se em 1949, com a implantação do Curso de Licenciatura, na então Faculdade Fluminense de Filosofia de Niterói. Este Curso tinha como modelo de currículo da Faculdade Nacional de Filosofia (atual Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ), dentro do esquema de três anos de formação em conteúdos matemáticos e mais um ano em conteúdos educacionais.

Em 1958, com a integração do professor Jorge Emmanuel Ferreira Barbosa ao corpo docente do Curso de Matemática, também reconhecido no meio acadêmico como pesquisador da Lógica Matemática e Fundamentos de Matemática, seus estudos vieram a influenciar significativamente os rumos do Curso. Durante as duas décadas seguintes houve uma significativa ênfase no ensino dessas disciplinas (KALEFF, 2016). Por outro lado, nessa mesma época, como já tem sido bem divulgado, aconteciam mudanças no ensino de Matemática em âmbito mundial, influenciadas pelo grupo de matemáticos denominado Bourbaki e originadas a partir do movimento conhecido como Movimento Matemática Moderna. Tais mudanças vieram também a transformar a formação dos professores brasileiros, o que também se deu no âmbito da UFF, como apresentamos a seguir.

Em 1969, foi criado o Instituto de Matemática (IMUFF, atual IME), compreendendo os cursos de Matemática, tanto Licenciatura como Bacharelado, cujas disciplinas passaram a ser ministradas por professores lotados em três departamentos, os quais vieram a constituir essa nova unidade da Universidade: Departamento de Análise e

Lógica (GAN), Departamento de Geometria (GGM) e Departamento de Matemática Aplicada (GMA). Cabe lembrar que, grande parte dos professores desses dois últimos departamentos tinha a formação inicial em engenharia, enquanto que no GAN, predominavam licenciados pela UFRJ ou UFF. No entanto, a maioria dos docentes também trabalhava em escolas básicas das redes municipal ou estadual.

Após a Reforma Universitária (lei 5540/68), foi necessária uma reformulação dos cursos de Matemática, a qual foi implantada em 1971 e reformulada em 1976, instituindo o regime letivo semestral e o sistema de créditos, com disciplinas obrigatórias e optativas. Com isso, os cursos passaram a ter um ciclo básico comum e um ciclo profissional; entretanto, a Licenciatura continuaria com o modelo de três anos de formação em conteúdos matemáticos e, mais um ano, em conteúdos educacionais. Cumpre notar que, no rol das disciplinas de 1976, estranhamente, mas compatível com a filosofia do Movimento Matemática Moderna, a disciplina Geometria Euclidiana (execrada pelos precursores do Movimento) não fazia parte da grade da Licenciatura, enquanto que desta constavam Geometrias não-Euclidianas, Fundamentos de Geometria, Geometria Projetiva, Geometria Linear e até mesmo Geometria Diferencial. Do conjunto de quarenta disciplinas optativas alocadas nos três departamentos do IMUFF e destinadas à Licenciatura, no entanto, somente três delas eram especificamente voltadas para a formação do professor.

Com a grade curricular vigente a partir de 1976, os alunos do Curso de Matemática apresentaram dificuldades no seu percurso pela Licenciatura, o que levou a implantação de uma nova mudança curricular. Essa foi consequência de uma intensa reflexão liderada por um grupo de professores que desejavam revitalizar e atualizar as disciplinas tendo em vista a longa duração hegemônica daquelas advindas do Movimento Matemática Moderna e da Lógica Matemática. A reformulação curricular aconteceu em 1988 e teve como consequência a retirada de boa parte da carga horária das disciplinas Análise, Lógica e Fundamentos da Matemática, sendo substituídas por Cálculo Diferencial e Integral (I, II e III) e Geometria Euclidiana. Esta, finalmente,

vinha fazer parte das grades curriculares do Bacharelado e da Licenciatura!

Por sua vez, nessa reforma curricular de 1988, passaram a fazer parte da grade da Licenciatura, além das disciplinas da Faculdade de Educação, duas da área de Educação Matemática, ministradas por professores com experiência na escola básica e pertencentes a dois departamentos do IMUFF, uma relacionada ao ensino e à aprendizagem da matemática elementar e outra aos conteúdos geométricos euclidianos. Tais disciplinas vieram a ser chamadas de Tópicos de Matemática Elementar e Tópicos de Matemática e Realidade. Além disso, de um total de 47 disciplinas optativas da nova grade, somente duas eram especificamente destinadas a saberes da formação do professor.

Mais de uma década se passou, quando após três anos de intensa reflexão por parte do corpo docente do IMUFF, em agosto de 1997, foram implantados novos currículos para ambos os cursos. Nestes, é possível perceber uma parte comum às duas habilitações a qual se constituía das disciplinas básicas essenciais à formação de um graduado em Matemática. Além disso, pela primeira vez, em uma grade curricular da UFF, eram incluídas disciplinas com o objetivo de possibilitar ao aluno ingressante à graduação revisar conteúdos do Ensino Médio, de maneira mais profunda e fundamentada. Para tanto, com vistas a um embasamento às áreas do Cálculo e da Geometria Analítica foram introduzidas as disciplinas Matemática Básica e Geometria Básica. Com essa inclusão era esperada uma melhoria dos índices de aprovação e a diminuição da evasão nas disciplinas que as seguiam nas grades dos Cursos.

Cumpramos enfatizar que, buscando um equilíbrio maior entre a formação matemática necessária ao futuro professor e uma formação pedagógica consoante com as pesquisas e movimentos advindos do desenvolvimento da Educação Matemática, foram acrescentadas ao currículo da Licenciatura, além das disciplinas obrigatórias relativas à Faculdade de Educação, as disciplinas: História da Matemática, Educação Matemática-Análise e Álgebra, Educação Matemática-Geometria e Laboratório de Educação Matemática. Além disso, para completar a carga horária do licenciando

foram oferecidas vinte disciplinas optativas, das quais cinco teriam por objetivo difundir tópicos de Educação Matemática com ementas variáveis. Essas disciplinas têm por objetivo viabilizar a obtenção de créditos aos alunos interessados em estudos extracurriculares ou àqueles participantes de programas, projetos de pesquisa ou de extensão, iniciação científica, iniciação à docência e monitoria.

Desta forma, após quase meio século sem apresentar um perfil claramente definido para a formação do professor de Matemática, o Curso de Licenciatura em Matemática da UFF em Niterói permitiu à Educação Matemática e ao ensino da Geometria ocupar um lugar apropriado à sua importância para tal formação. O detalhamento dos documentos oficiais relativos às grades curriculares aqui citadas pode ser encontrado em outro artigo da autora (KALEFF; ROSA, 2014).

Em 2008, uma nova grade curricular para a Licenciatura foi estabelecida, a qual buscava se adequar aos novos tempos e saberes de uma era regida pelos conhecimentos advindos da informática e pelas exigências governamentais frente à educação inclusiva (Decreto nº 5626, de 22 de dezembro de 2005). A partir deste ano, foram criados dois turnos para a Licenciatura, um matutino (com duração de oito semestres) e outro noturno (com dez semestres). Além disso, há mais três currículos em vigor voltados para o Bacharelado em Matemática Aplicada: Métodos Matemáticos, Computação Gráfica e Modalidade Tutorial. Visando a preparar os futuros professores para os desafios da era digital, algumas das disciplinas obrigatórias desses novos currículos são oferecidas como optativas a todos os licenciandos.

Ainda no ano de 2008, visando a atender às leis vigentes, foram incluídos tópicos que versam e orientam o licenciando sobre a educação inclusiva na ementa da disciplina obrigatória Laboratório de Educação Matemática. A partir do mesmo ano, a autora do presente texto, passou a ministrar essa disciplina e a de Educação Matemática-Geometria somente para as turmas do curso de Licenciatura noturno. As aulas são ministradas no âmbito do Laboratório de Ensino de Geometria, sob a influência das experiências realizadas em vários projetos de extensão voltados para

o ensino-aprendizagem das Geometrias (Euclidiana e não-Euclidianas), sob nossa coordenação. Atualmente, no LEG, é dada ênfase à elaboração de recursos concretos/virtuais e atividades destinadas ao aluno com deficiência visual.

5. OBSERVANDO A TRAMA TECIDA E CONSTATANDO ESGARÇAMENTOS

As considerações apresentadas anteriormente para a elaboração e estabelecimento das diferentes grades curriculares dos Cursos de Matemática da UFF, em Niterói, mostram que as marchas e retrocessos, relativamente à inclusão de disciplinas relacionadas aos conhecimentos geométricos, nem sempre permitiram a formação de uma rede de saberes compatível com as pesquisas advindas do campo da Educação Matemática e dos conhecimentos que se apresentavam como necessários ao professor.

Cabe ainda lembrar que no início da década de 1990, grande parte do corpo docente do IMUFF se renovou, devido à aposentadoria dos professores mais antigos. Com os novos ingressantes, aos poucos, as características do elenco docente foi se modificando. Sendo que, aqueles com experiência no ensino da escola básica foram sendo substituídos por doutores pesquisadores, em sua quase totalidade, especialistas em conteúdos matemáticos, e por um grande contingente de professores estrangeiros com pouca, ou nenhuma, experiência da vivência escolar brasileira.

Sob as circunstâncias apresentadas, o que observamos, ao longo de todas as mudanças curriculares relatadas, é que sempre estiveram presentes pressões e esgarçamentos na rede estabelecida para o ensino do futuro professor, na maioria das vezes advindas da primazia do *conhecimento do conteúdo matemático*. O esgarçamento para o estabelecimento dos saberes geométricos, também foi percebido no Brasil e em todo mundo, e, consideramos que este fato, seja devido a como a disciplina *Geometria Euclidiana* foi, e vem sendo tratada, nos cursos de licenciatura.

Cabe lembrar que no Brasil, a disciplina *Geometria Euclidiana*, desde o começo

dos anos 1970, não veio mais a fazer parte da maioria das grades curriculares dos cursos de licenciatura em Matemática, pois foi substituída pelas abordagens vetorial e analítica, como consequência do Movimento Matemática Moderna. Assim, muitos cursos de licenciatura não formavam e, até hoje, não preparam os professores para ministrarem conteúdos geométricos elementares. Cabe lembrar que, em pesquisa recente realizada por nós em 2013, envolvendo mais de uma centena de professores de três estados brasileiros, constatamos que cerca de 40 % não tiveram conteúdos geométricos euclidianos em sua graduação (KALEFF, ROSA, DORNAS, 2014).

Por estas razões, desde 1990, na UFF, passamos a elaborar projetos de extensão voltados para a formação continuada do professor de Matemática, nos quais, tentávamos minimizar o despreparo docente para a Geometria Euclidiana, por meio de ações, tais como: aplicação, em cursos de treinamento, de uma metodologia específica desenvolvida nos projetos de pesquisa; prestação de assessoria a professores em exercício na confecção de recursos didáticos incluindo jogos, materiais manipulativos e técnicas de representação geométrica, entre outros.

No entanto, no decorrer dos primeiros cursos ministrados, observamos algumas deficiências significativas apresentadas pelos cursistas no modo de visualizar e de interpretar informações pictóricas, principalmente quando aplicadas na introdução de conceitos geométricos tridimensionais. Também foi observado um alarmante desconhecimento da utilidade dos recursos concretos manipulativos como ferramenta no processo educacional. Tais recursos eram considerados como ineficientes e inadequados, por alguns professores, apesar das dificuldades que eles próprios apresentavam na sua manipulação, na elaboração dos conceitos e, principalmente, nas deduções geométricas mais elementares.

Com base nas pesquisas sobre Geometria e habilidade da visualização, desenvolvidas pela educadora matemática Rina Hershkowitz, elaboramos um programa de testes de avaliação sobre o conhecimento geométrico de adultos, relacionando objetos bidimensionais e tridimensionais. Com tais testes pretendíamos

avaliar e quantificar as observações que vínhamos percebendo tanto na UFF, quanto fora dela, além de obtermos argumentos que permitissem ajudar os participantes dos cursos a se tornarem mais conscientes de suas próprias dificuldades, alertando-os sobre seu desempenho pouco adequado enquanto profissionais.

Entre 1991 e 1993, aplicamos um teste escrito a 590 adultos, entre professores, alunos do Ensino Médio e licenciandos. Parte das conclusões relativas a este teste está relatada em um artigo sobre como adultos interpretam desenhos e calculam volumes de sólidos construídos por pequenos cubos, no qual são enfocadas duas questões envolvendo aspectos visuais de sólidos elementares e o conceito de medida de volume (KALEFF, GARCIA, REI, 1997). Foi constatado que, no caso dos professores, os acertos do volume de um paralelepípedo eram da ordem de 44% para as mulheres e 76% para os homens. Para outro desenho, representando o mesmo paralelepípedo do qual foi retirado um cubo em outra posição, os acertos foram de 61% e 68%, respectivamente. Tais resultados eram bem desanimadores sobre a preparação dos professores, pois as figuras com empilhamento de cubos faziam (e fazem até hoje) parte dos ensinamentos escolares iniciais sobre volume para os jovens de 10-11anos de idade.

Perseverando na busca da melhoria da prática das nossas ações, a partir de 1994 até 2012, passamos a adotar uma variação do teste desenvolvido anteriormente, o qual foi utilizado como atividade introdutória nos cursos de extensão e treinamento ministrados a mais de 1000 participantes, entre professores e nossos licenciandos da UFF (KALEFF; ROSA, 2013; KALEFF; MOURÃO, 2014). Apresentamos, a seguir, uma análise de parte dessa longa pesquisa sobre o desempenho dos licenciandos e a relacionamos às modificações curriculares ocorridas.

5.1 Aspectos de uma pesquisa de longa duração

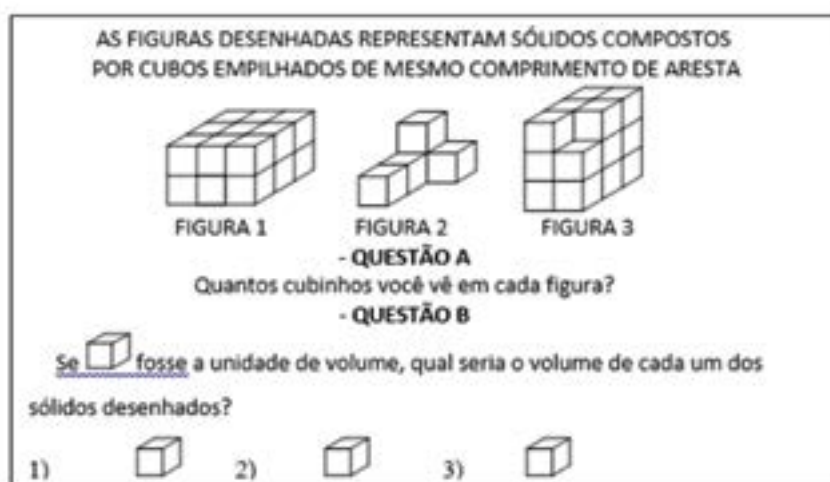
No Quadro 1, encontram-se duas das questões apresentadas aos licenciandos para serem testadas. A Questão A é relativa à interpretação visual de três sólidos

desenhados em perspectiva, e a Questão B, relativa à avaliação do volume dos mesmos. Evitamos perguntas do tipo: “Quantos cubos unitários são necessários para se construir o sólido?”, por não serem muito comuns nos livros didáticos brasileiros. Nestes, na maioria dos casos, era, e em muitos ainda o são, apresentadas somente variações da Questão B.

Particularmente, com a proposição da Questão A, pretendíamos levar os licenciandos a se defrontarem com o conflito decorrente do fato de que a quantidade de cubos que aparecem no desenho (isto é, a quantidade que realmente se “vê”, ou ainda, o número de cubos dos quais ao menos se vê parte de uma face) pode ser diferente da quantidade de cubos que deve ser considerada no cálculo do volume, graças a convenções que esses adultos poderiam desconhecer.

Cabe adiantar que, no início da aplicação do teste, sempre surgia a pergunta “A Questão A está redigida corretamente?”. Nessas ocasiões, respondíamos que a interpretação da pergunta fazia parte do conhecimento que estava sendo testado.

QUADRO 1 - Questões formuladas



5.2 População testada e sua formação

O questionário foi aplicado a 413 alunos da Licenciatura em Matemática da UFF

(cursos diurno e noturno) entre os anos de 1996 a 2012, em uma média anual de 25 alunos, que vivem na área metropolitana de Niterói. A partir de 2008, os testados foram somente alunos que cursavam a Licenciatura noturna, entre 209 mulheres e 204 homens.

Quanto à formação em Geometria, foi constatado que todos os participantes haviam cursado duas disciplinas de *Geometria Analítica (Plana e Espacial)* e ainda, ao menos, uma disciplina denominada *Matemática Elementar*, na qual foram tratadas noções elementares de Geometria Euclidiana.

Os pesquisados até o ano de 1997 cursaram um semestre da disciplina *Desenho Geométrico* e outro de *Geometria Descritiva*. A partir de então, estas disciplinas não foram mais oferecidas para a Licenciatura, sendo a primeira substituída por *Construções Geométricas*. No entanto, além das disciplinas anteriores (*Geometria Analítica* e *Matemática Elementar*), todos os pesquisados cursaram a disciplina *Geometria Básica*, da qual constam conteúdos relativos a poliedros e são apresentados os principais sólidos elementares como prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas, bem como o cálculo de áreas e volumes. Portanto, a partir de 2001, ou seja, três anos após a introdução da mudança curricular em 1998, era esperado que os licenciandos que chegassem aos dois últimos períodos da Licenciatura, nos quais aplicávamos o questionário, apresentassem reflexos desse aprendizado.

5.3 Analisando as repostas

Na análise a seguir, inicialmente apresentamos a capacidade de reconhecimento visual dos testados frente às figuras desenhadas, ou seja, analisaremos a percepção visual da quantidade de cubos com alguma parte visível.

Para a Figura 1, os índices de acerto do reconhecimento visual do paralelepípedo indicam que somente aproximadamente 36% das universitárias acertaram a questão, enquanto que, cerca de 43% dos licenciandos o fizeram. Esse resultado não corrobora com o obtido entre 1991 e 1994, pois naquela ocasião acontecia o contrário: as

alunas apresentavam resultados melhores (cerca de 54%, e os homens 30%).

Quanto ao sólido representado pela Figura 2, constatamos que somente 57% do total de todos os pesquisados seriam capazes de verificar que veem efetivamente partes de quatro cubos nessa figura. Por outro lado, o sólido da Figura 3, praticamente o mesmo representado na Figura 1, foi reconhecido corretamente por 42% das mulheres e 44% dos homens. Esses dados, em conjunto, apontam que muito menos da metade dos licenciandos não reconhece partes de sólidos formados por cubinhos com forma de paralelepípedo como os das Figuras 1 e 3 (18 e 17 cubos, respectivamente).

Como é alarmante o resultado (em média, 43% de erros) para um sólido tão simples como o da Figura 2 (4 cubos), é importante que nos debrucemos sobre ela para uma análise mais acurada de seus dados. Para tanto, observemos o Gráfico 1, no qual apresentamos as porcentagem de acertos no reconhecimento visual do sólido ao longo de toda a pesquisa. A constância e a permanência dos erros, entre os anos iniciais e os finais, nos apontam que quase não há diferença nos índices de acertos, somente uma crescente melhoria entre 2001 e 2004, que depois declina.

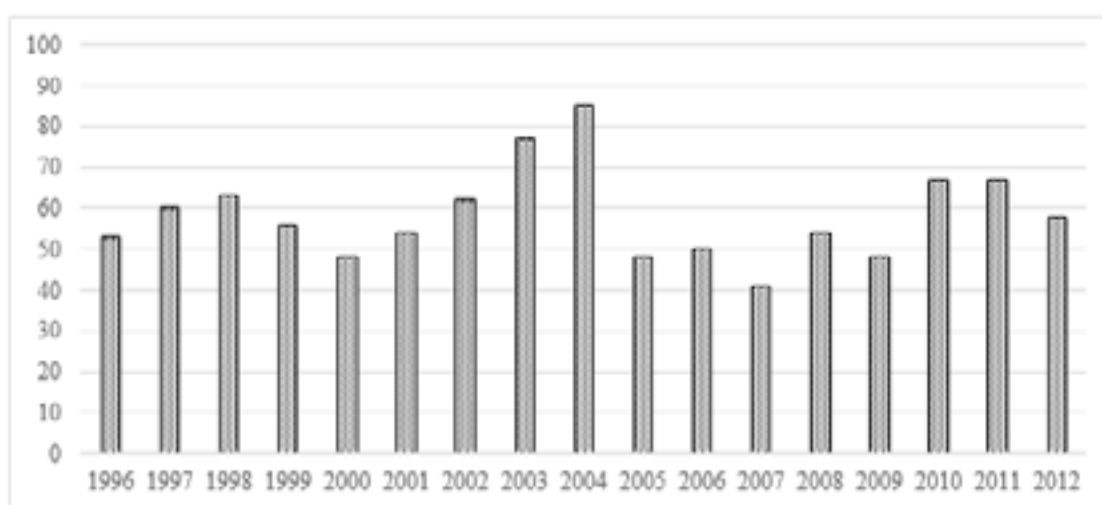


Gráfico 1: Porcentagem de Acertos no Reconhecimento Visual da Figura 2

Passando à análise dos índices relativos ao cálculo do volume das três figuras, esta apontou que o desenho do paralelepípedo na Figura 1 levou 82% das licenciandas a acertarem o volume, enquanto 90% dos homens o fizeram. Na Figura 2, temos 81% para as universitárias e 86% para homens, enquanto que, para a Figura 3, os índices são 73% e 88%, respectivamente. Esses índices apontam que houve uma melhora sensível no desempenho das licenciandas, aproximando-se bem mais dos índices mais atuais obtidos pelos homens, pois na pesquisa anterior apresentada em 1997, cerca de 76% deles haviam acertado, contra somente 44% das mulheres.

Por outro lado, comparando em conjunto os acertos relativamente às Figuras 1 (82% das mulheres e 90% dos homens) e Figura 3 (73% e 88%, respectivamente), eles também não são tão discrepantes quanto o eram antigamente (para a Figura 1, eram 44% entre as mulheres e 76% para os homens, contra a Figura 3, com 61% e 68%, respectivamente). Esses fatos denotam que os testados parecem ter percebido melhor que a Figura 3 pode representar o mesmo paralelepípedo da Figura 1, do qual foi retirado um cubo e desenhado em outra posição.

Para um maior aprofundamento da nossa análise, voltemos à Figura 2 e observemos os dados referentes aos cinco últimos anos da pesquisa e restritos aos licenciandos do curso noturno. Apresentamos, no Gráfico 2, as porcentagens dos erros devidos à troca do número de cubos percebidos no reconhecimento visual (4 cubos) com aquele obtido na determinação do volume (5 cubos). Nesse gráfico, o índice VC indica a determinação correta do volume, enquanto RI, o reconhecimento visual incorreto com 40%. Notamos que este valor continua a predominar como fator de erro frente aos outros tipos de erro. Mesmo no caso de VI, na determinação incorreta do volume (13%), o fator troca, entre o valor que é visto e o do volume, ainda é grande e apresentado por 5% dos testados.

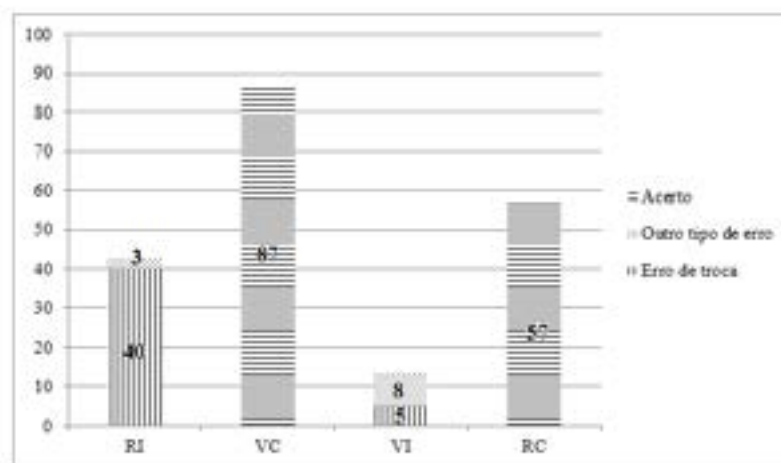


Gráfico 2: Porcentagem dos erros devido à troca de valores na Figura 2.

Anos 2008 a 2012. Licenciatura Noturna.

5.4 Análise dos dados frente às disciplinas cursadas

Resumidamente, podemos dizer que os dados apresentados na pesquisa apontam para o fato alarmante de que quase metade dos licenciandos não reconhece partes visíveis dos sólidos mais elementares com a forma de paralelepípedo, nem daqueles bem simples, como o da Figura 2. É com preocupação que constatamos esses dados, pois figuras representando prismas retos (cubo e paralelepípedos) são as primeiras a aparecem nos livros didáticos dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Embora os índices relativos ao cálculo do volume dos paralelepípedos apresentados pelas licenciandas tenham melhorado, quando comparados com aqueles do início da década de 1990, ainda temos a ocorrência de muitos erros a partir desses desenhos (chegando a cerca de 30% entre as mulheres).

Por outro lado, a partir de 2000, após a mudança curricular da Licenciatura em 1997, a eliminação da disciplina *Geometria Descritiva* parece ter interferido muito pouco nos resultados, que são semelhantes aos dos anos posteriores. Cumpre salientar que a partir desse mesmo ano, com a introdução da disciplina *Geometria Básica* e com o estudo dos sólidos nela programado, era de se esperar uma melhoria

dos resultados.

Por outro lado, cabe lembrar que, nos últimos 15 anos, os licenciandos vão se acostumando a trabalhar com softwares do tipo *Geogebra*, *Calques 3D* e outros. Com essa interação com os recursos da informática, era de se esperar que o ensino de poliedros se refletisse mais positivamente nas questões aqui consideradas e trouxesse resultados muito melhores. No entanto, parece que isso não ocorreu, pois, nos últimos cinco anos da pesquisa, na Licenciatura noturna, os erros permaneceram e chegaram a ser cerca de 60%.

É com preocupação que fazemos a seguinte constatação: as mudanças curriculares e as disciplinas relacionadas aos conteúdos euclidianos elementares tiveram pouca influência sobre a percepção visual dos futuros professores no que se refere aos desenhos considerados. É importante recordar que, desde meados dos anos 2000, o tipo de sólido apresentado na Figura 2, formado por tão poucos cubos, tem aparecido com muita frequência em grande parte dos livros didáticos brasileiros. Há poucos anos, os autores de um livro para o 4º ano do Ensino Fundamental avançaram em direção às convenções de desenho ao levarem o aluno bem jovem a considerar tais representações de sólidos construídos por cubinhos, pois apresentaram uma ilustração introdutória ao empilhamento dos cubos, que mostra como esse deve ser realizado e, somente então colocaram a pergunta “Quantos cubos há em cada pilha?” (IMENES; LELLIS; MILANI, 2011, p. 193).

Frente à realidade constatada ao longo de toda a pesquisa, ao olharmos para os resultados da porcentagem de acertos, no reconhecimento visual da Figura 2, apresentados pelas licenciandas, nossa preocupação aumenta, pois as mulheres são a maioria do contingente de professores nos anos iniciais.

6. EM BUSCA DE SE CERZIR ESGARÇAMENTOS

Na busca de cerzirmos os esgarçamentos apontados pela nossa longa pesquisa,

na trama tecida dos conhecimentos geométricos de licenciandos, somos tentados a afirmar que as dificuldades apresentadas pelos futuros professores, com certeza, decorrem devido à falta de experiências didáticas e vivências adequadas com a manipulação (concreta ou virtual) de modelos de sólidos geométricos.

Comungando com os educadores matemáticos Raymond Duval e Rina Hershkowitz que nos apontam para a importância de um ensino envolvendo uma variedade de registros semióticos (linguísticos e gráficos) e atividades que permitam o desenvolvimento da habilidade da visualização na aprendizagem dos conteúdos geométricos, acreditamos que: o ensino teria maior eficiência nas disciplinas aqui arroladas se fosse mais diretamente direcionado para atividades gráficas significativas. Nestas, as representações em desenhos deveriam ser mais valorizadas e o desenvolvimento de situações didáticas enfatizando a visualização ter prioridade (MACHADO, 2003; HERSHKOWITZ, 1990).

Acreditamos, portanto, que outras abordagens didáticas, em relação ao ensino de conteúdos geométricos, viriam a provocar mudanças. Ou seja, com a apresentação de outras estratégias didáticas diferentes das tradicionalmente ministradas nas disciplinas iniciais da Licenciatura, nas quais se encontra a primazia do mero conhecimento do conteúdo geométrico. Para tanto, os licenciandos deveriam ter vivência em estratégias didáticas que não sejam baseadas somente na axiomatização precoce dos conteúdos, na ênfase à geometria com abordagens vetorial ou analítica, e, ainda, na falta de uma atenção maior às construções geométricas (com régua e compasso, ou com recursos da geometria dinâmica).

Pelo que temos observado no Laboratório de Ensino de Geometria, após contato com uma gama de diferentes enfoques teóricos e de recursos didáticos manipulativos (concretos e virtuais) e com uma considerável diversidade de representações gráficas envolvendo poliedros, os licenciandos apresentam bons resultados nas avaliações das disciplinas ministradas no âmbito do Laboratório, em que temas relacionados aos sólidos são tratados. Esses alunos passam a se desempenhar melhor em atividades

que envolvem tanto o reconhecimento de partes dos sólidos nos desenhos, a visualização de cortes planos, a decomposição de poliedros em outros menores, bem com o cálculo de volumes.

Com o exemplo e análise dessa pesquisa, buscamos levar o leitor a perceber que, nas práticas realizadas no LEG, o licenciando tem a oportunidade de realizar uma verdadeira *vivência experiencial e uma reflexão em ação*, em um processo que integra alguns dos saberes para o professor, como os relatados e esperados por Tardif e, que de acordo com Elliot, “une e integra sabedoria, conhecimento implícito, planos, técnicas, ideais, e justificação, todos radicados na experiência” (ELLIOT, 1998, p. 141).

Observando a extensa trama tecida acreditamos ter esboçado um possível encaminhamento para posteriores reflexões em busca das respostas aos questionamentos apresentados nas colocações iniciais deste texto. Acreditamos que, na construção dos saberes geométricos do professor, devam ser introduzidas situações que o possibilite vivenciar experiências mais ligadas ao meio ambiente e ao cotidiano escolar, que permitam o desenvolvimento de suas próprias habilidades e não somente daquelas relacionadas aos saberes específicos dos conteúdos matemáticos. Finalizando, não podemos deixar de lembrar as sábias palavras de Alan Bishop, já citadas anteriormente: “se procuramos entender a Matemática como uma tecnologia simbólica particular, somente entenderemos uma parte, talvez, na verdade para a Educação e para o futuro a parte menos importante”.

7. REFERÊNCIAS

- MACHADO, Sílvia D. A. (Ed.) **Aprendizagem Matemática**. São Paulo: Papirus. 2003. 160p.
- BISHOP, Alan. **Mathematical Enculturation: a cultural perspective on Mathematics Education**. 2 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1998. 196p.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora. 1994. 336p.
- BRASIL. MEC. CNE. **CP 9/2001**. Dispõe sobre Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>>. Acesso em 15 de mar. 2017.
- COSTA, Manuel Amoroso. **As ideias fundamentais da Matemática e outros ensaios**. São Paulo: Gribaldo/EDUSP. 1971. 210p.
- ELLIOT, John. **Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio**. GERALDI, Corinta M.; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elisabete M. A. (orgs.) **Cartografias do trabalho docente**. Campinas-SP: Mercado das Letras, 1998, p. 137-152.
- FIORENTINI, Dario; SOUZA, Arlindo J.; MELO, Gilberto F. **Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos**. In: GERALDI, Corinta M.; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elisabete M. A (Orgs.) **Cartografias do trabalho docente**. Campinas-SP: Mercado das Letras, 1998, p. 307-335.
- HALMOS, Paul R. The teaching of problem solving. **The American Mathematical Monthly**, v. 82, n. 05, 1975, p. 466-470.
- HERSHKOWITZ, Rina ET AL. **Psychological aspects of learning geometry**. In: NESSHER, Perla; KILPATRICK, Jeremy (Eds.) **Mathematics and cognition**. Cambridge: University Press, 1990, p. 70-95.
- IMENES, Luiz Márcio; LELLIS, Marcelo; MILANI, Estela. **Matemática - 4º ano Ensino Fundamental**, São Paulo: Moderna, 2011, 288p.
- KALEFF, Ana Maria M. R. A Educação Matemática na Universidade Federal Fluminense: Um Relato do Desenvolvimento Histórico dos Cursos de Formação de Professores de Matemática. **Boletim – GEPEM**. Rio de Janeiro, n. 38, Fev., 2001, p. 9-33.
- KALEFF, Ana Maria M. R. **Memórias de uma Trajetória Acadêmica de Perseverança: Vivências de uma educadora matemática em um curso de formação de professores de matemática**, Niterói: CEAD/UFF. 2016. 110p. 1 CD-ROM.
- KALEFF, Ana Maria M. R.; DYSMAN, Anne.Michelle. Parceria entre universidade e escolas em prol de uma docência mais criativa. In: V ENCONTRO BRASILIENSE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5, 2011, Brasília, DF. **Anais eletrônicos ...** Brasília, DF: EAPE, 2011. Disponível em <http://www.sbemdf.com/images/ebrem/vebrem/comunicacoesVebrem.pdf>. Acesso 06 de maio 2017.

KALEFF, Ana Maria M. R; ROSA, Fernanda M. C. Observações preliminares sobre o percurso histórico da Licenciatura em Matemática da Universidade Federal Fluminense: da lógica matemática ao cálculo e à educação matemática inclusiva. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. UNESP: Bauru/SP. **Anais eletrônicos...** BAURU: UNESP, 2014. Disponível em < <http://www2.fc.unesp.br/enaphem/anais/>>. Acesso 06 de maio 2017.

KALEFF, A. M. M. R.; ROSA, F. M. C.; DORNAS, R. F. Uma colaboração às políticas públicas visando à melhoria da formação do professor de matemática: duas inclusões na sala de aula. XII ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. In: **Anais eletrônicos...** Birigui: SBEM/SBEM-SP, jun., 2014, p.1-14. Disponível em <http://sbempaulista.org.br/wp-content/uploads/2015/01/ANAIS-DO-XII-EPEM.pdf>. Acesso em Acesso 06 de maio 2017.

LIMA, Elon L. Conceituação, manipulação e aplicações: as três componentes do ensino da Matemática. **Revista do Professor de Matemática**. SBM, v. 41, 1999, p. 01-06.

NÓVOA, Antônio. Diz-me como ensinas, dir-te-ei quem tu és e vice-versa. In FAZENDA, Ivani C. A (Org). **A pesquisa em Educação e as transformações do conhecimento**. 2ª ed. Campinas-SP: Papirus. 1997, p. 35-52.

PESSANHA, José A. Filosofia e Modernidade: racionalidade, imaginação e ética. **Cadernos da ANPEd**, n. 4, 1993, p. 01-36.

SCHÖN, Donald. **Formar professores como profissionais reflexivos**. In: NÓVOA, Antônio (Org.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote. 1992, p. 15-32.

SHULMAN, Lee. Paradigms and Research. Programs in Study of Teaching: a contemporary perspective. In: WITTRÖCK, Merlin (Ed.) **Third Handbook of Research on Teaching**. New York: Macmillan, 1989, p. 3-36

SILVA, Maria Regina G. Concepções e práticas do professor de Matemática. **Quadrante**, v. 3, n. 2, 1994, p. 11-23.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Rio de Janeiro: Vozes, 2002, 328p.

SILVA, Maria Célia, M; VALENTE, Wagner (Org.). **A Geometria nos primeiros anos escolares: História e perspectivas atuais**. Campinas-SP: Papirus Editora. 2014. 144p.