

Um Estado do Conhecimento das Pesquisas sobre o Ensino de Análise Matemática

RESUMO

S. César Otero-Garcia
otero Garcia@ifsp.edu.br
Instituto Federal de São Paulo,
Campos do Jordão, São Paulo,
Brasil.

Considerando-se as modificações pelas quais os cursos de licenciatura têm sofrido, as recorrentes discussões sobre o papel que determinadas disciplinas têm na formação do futuro professor, e que esse movimento não é diferente no caso particular da matemática, o presente trabalho pretende trazer à tona alguns resultados, e principalmente questionamentos, que devem contribuir para discussões a respeito da importância da disciplina de análise na formação de professores de matemática. Fizemos um mapeamento da produção brasileira relativa ao ensino de análise em dissertações e teses, artigos em periódicos e trabalhos em anais de eventos. Realizamos uma análise quantitativa desses dados e levantamos questões que emergiram das discussões apresentadas tanto por esses trabalhos quanto por indagações nossas. Concluímos que a quantidade de pesquisas em ensino de análise ainda é muito pequena, há poucos docentes universitários trabalhando com essa temática e os trabalhos estão relativamente isolados entre si.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Matemática no Ensino Superior. Ensino de Análise. Ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Formação Matemática do Professor.

INTRODUÇÃO

Estudos do tipo Estado do Conhecimento (ou Estado da Arte) têm, em geral, um caráter de mapeamento da produção científica de um determinado tema de uma área, num determinado período, tomando por base artigos científicos, trabalhos em anais, dissertações e teses ou outros veículos. O objetivo desse tipo de estudo, segundo Melo (2006), é realizar uma síntese integrativa do conhecimento, aprofundar questões específicas, inventariar, sistematizar, compilar, descrever, analisar e avaliar essa produção científica, apontando tendências teóricas, metodológicas e temáticas mais frequentes. Entretanto, Melo frisa que esse tipo de trabalho não é apenas uma revisão de estudos anteriores, é mais que isso, pois busca identificar as convergências, as relações e as aproximações existentes nas pesquisas, apresentando indícios e compreensões do conhecimento a partir dos estudos mapeados.

Mapeamentos do tipo descrito no parágrafo anterior são relativamente comuns dentro da educação e mais particularmente dentro da educação matemática. Destacamos o próprio trabalho de Melo (2006), já citado, no qual a pesquisadora faz um levantamento das dissertações e teses de educação matemática defendidas na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) entre 1976 e 2003. Além desse, podemos citar, dentre outros, os trabalhos de Fiorentini (1994), que faz um estado da arte da pesquisa em educação matemática a partir de 204 dissertações ou teses; Miguel e Miorim (2002), que realizam uma caracterização da pesquisa em história da educação matemática e em educação matemática; e Ferreira (2003), que traz um mapeamento da produção brasileira sobre formação de professores de matemática de 1970 a 2000.

A grande relevância desse tipo de trabalho não está somente no seu caráter revelador da totalidade de pesquisas numa determinada área, mas também, e principalmente, nos caminhos que são abertos rumo a pesquisas ainda não realizadas (FERREIRA, 2002). São justamente esses os objetivos principais da pesquisa que ora apresentamos, ou seja, apresentar um panorama da produção nacional em ensino de análise, desvelando algumas questões como as que citamos anteriormente, e, a partir dos trabalhos já realizados nesse campo, apontar novas possibilidades de pesquisa.

Este estudo constitui-se, assim, em certo sentido, como o que vem sendo chamado dentro da academia de Estado do Conhecimento. Esta pesquisa, ainda, é parte de um trabalho de mestrado já concluído, Otero-Garcia (2011), e integra o projeto maior A Disciplina de Análise em Cursos de Formação de Professores de Matemática, cujo objetivo central é responder as mais variadas questões relacionadas com a problemática de que fala seu título. Acreditamos desse modo, que nossos resultados são relevantes nesse contexto na medida em que traz além das tais possibilidades de pesquisas futuras de que falamos no parágrafo anterior, o próprio mapeamento da produção brasileira em ensino de análise, que é uma demanda do projeto maior supracitado.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quando falamos em *Um Estado do Conhecimento do Ensino de Análise*, há dois termos cujos sentidos por nós adotados precisam ser bem postos, *Estado do Conhecimento* e *Ensino de Análise*. Sobre o primeiro deles, cabe clarificar, antes de mais nada, que não admitimos determinadas amarras que às vezes são impostas por se adotar *a priori* esse ou aquele tipo de estudo. Desse modo, podemos dizer que fizemos um *Estado do Conhecimento*, no sentido descrito por Ferreira (2002) ou ainda em Melo (2006), mas, também, pode ser dito que fizemos algo relativamente alheio a isso. Nossa opção pela denominação *Estado do Conhecimento* deu-se por uma convergência parcial dentro do que já foi realizado sob esse termo, de modo que julgamos mais coerente adotá-lo ao invés de criar uma terminologia. Definir o segundo termo será necessário para evitar ambiguidades. Como falamos de *Estado do Conhecimento do Ensino de Análise*, será preciso também tornar claro o que entendemos por essa expressão toda.

O nosso *Estado do Conhecimento* refere-se a um estudo bibliográfico, uma espécie de mapeamento da produção científica que leva em consideração, principalmente, o que chamaremos de *delimitadores*, que podem ser, por exemplo: períodos, áreas, temáticas, assuntos, países, veículos, línguas, autores. No nosso trabalho, são vários os *delimitadores*. O primeiro deles, o assunto que será mapeado: ensino de análise. Temos já então um complicador. O que é ensino de análise? Modernamente a matemática é dividida em três grandes áreas: análise, álgebra e topologia. De um modo geral, a análise é o ramo da matemática que trata dos processos infinitos, em contraposição à álgebra, que trata dos finitos. A topologia é o ramo que estuda primordialmente, e com grande generalidade, o conceito de continuidade. Desse modo, estamos falando do ensino do ramo da matemática que trata de processos infinitos.

Inicialmente esse primeiro *delimitador* pode parecer claro, mas não ainda. O cálculo também trata de processos infinitos, e não será alvo de nosso mapeamento. Para que tudo fique mais bem delimitado, além de se considerar a área da matemática chamada análise, é necessária que se considere a disciplina universitária homônima. Agora, talvez, estejamos em condições de precisar o que entendemos por *ensino de análise*: aquele referente aos processos infinitos vistos sob um ponto de vista de componentes curriculares de uma disciplina de análise. Definir o que sejam disciplinas de análise é o nosso novo problema, que deixaremos em aberto por enquanto.

Nosso segundo delimitador foram os veículos, três: dissertações e teses, artigos em periódicos e trabalhos completos publicados em anais de congressos. Para cada um deles há mais delimitadores associados. Para dissertações e teses, foram consideradas apenas aquelas defendidas de 1987 até dezembro de 2010, cujos resumos constam no banco de dissertações e teses da CAPES. Para artigos em periódicos, foram mapeados oito: Boletim de Educação Matemática (BOLEMA) (1 a 36), Boletim GEPEN (1 a 56), Revista Ciência e Educação (1 a 16), Zetetiké (1 a 32), Educação Matemática Pesquisa (v.1 a v.10), Educação Matemática em Revista (1 a 24), Revista do Professor de Matemática (1 a 60) e Revista Matemática Universitária (1 a 46). Os trabalhos completos publicados em anais que foram vistos são das quatro edições do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEM (2001 a 2009).

De posse desse material, a etapa seguinte foi reduzi-los ao campo de interesse. Para os três veículos o procedimento foi relativamente igual, tendo havido alguma diferença maior apenas no primeiro deles: dissertações e teses. Para este, utilizando-se do portal da CAPES, inserimos sete expressões, uma por vez, para um primeiro processo de redução. O campo escolhido foi o *Assunto* com a opção *expressão exata*. Foram elas: análise real, análise matemática, ensino de análise, disciplina de análise, análise I, análise na reta e fundamentos de análise. Nem todos os trabalhos retornados tratavam dos termos por meio dos quais eles foram encontrados, pois a opção *expressão exata* não condiz realmente com o que se espera dela. Por exemplo, a expressão *fundamentos de análise* trouxe resultados nos quais o termo que apareceu foi *fundamentar a análise*. Tentamos procurar na página da CAPES qual critério o portal usava para trazer seus resultados, mas não encontramos nenhuma explicação pormenorizada.

Com os resultados do portal da CAPES, de todos os trabalhos dos oito periódicos pesquisados e dos quatro anais do SIPEM, prosseguimos uma segunda etapa de redução bastante semelhante para os três veículos. Realizamos a leitura dos títulos dos trabalhos, resumos e palavras-chave. Além de procurar por expressões como as que fizemos uso no portal da CAPES, demos atenção também aos trabalhos que tratassem de conceitos da análise, como números reais, limites, funções, derivadas, integrais, séries, sequências. Entretanto, como tais conteúdos figuram também em disciplinas de cálculo ou em outras que fogem do nosso interesse, dos trabalhos que tratavam desses aspectos, só foram considerados aqueles que, de algum modo, demonstraram preocupações com a questão da disciplina de análise, ou, de um modo mais geral, com o ensino de análise. Já que nessa etapa olharam-se títulos, resumo e palavra-chave, essa preocupação deveria estar expressa num desses campos.

Nesse sentido é que delimitamos o significado de disciplinas de análise, ou seja, em nossa pesquisa, entendemos como tais aquelas que tratam dos conceitos dessa área da matemática e que, nos trabalhos pesquisados, são entendidas como tal. Isso significa que não partimos de uma definição de disciplina de análise *a priori*, preocupamo-nos em considerar os trabalhos que tratavam dessa disciplina ou de conceitos dela, segundo o próprio entender dos autores. Por esse motivo que, por exemplo, o trabalho de Soares, Ferreira e Moreira (1999) foi desconsiderado, ao passo que o de Pasquini (2007) não, pois embora ambos tenham como pano de fundo a questão dos números reais; o primeiro deles não faz nenhuma menção a esse conteúdo sob um ponto de vista de uma disciplina de análise, enquanto o segundo faz.

Os procedimentos anteriormente citados, ou seja, coleta e redução das pesquisas retornaram-nos nove teses ou dissertações, quatro artigos em periódicos e cinco trabalhos publicados em anais. Visto que vários dos trabalhos publicados em periódicos ou anais traziam resultados de pesquisas de mestrado ou doutorado já contemplado, agrupamos os dezoito trabalhos em torno de seus autores, doze (Quadro 1). Para a análise dos trabalhos, caracterizamos os resultados essencialmente quantitativos, como, por exemplo, quantidade de trabalhos publicados num dado período, porcentual de trabalhos por titulação do primeiro autor, distribuição dos trabalhos por fonte de dados etc.

Quadro 1 – Pesquisas resultantes do nosso processo de mapeamento e seus grupos.

Grupos	Trabalhos
O Ensino de Cálculo e Análise na USP	Silva (2006).
O Rigor e a Intuição no Ensino de Cálculo e Análise	Reis (2001, 2009).
A Disciplina de Análise e a Formação de Professores	Bolognezi (2006).
Um Tratamento para os Números Reais	Pasquini (2006, 2007).
Omar Catunda e a Modernização da Análise	Lima (2006, 2010).
Um Contexto para uma Educação Matemática	Batarce (2003).
Por que Análise Real na Licenciatura?	Moreira, Cury e Vianna (2005).
A Disciplina de Análise e o Cálculo	Souza (2003), Souza e Buriasco (2003), Souza, Fatori e Buriasco (2005).
Análise Matemática e Afetividade	Bortoloti (2003, 2006).
Transição do Cálculo para a Análise	Pinto (2001).
O Ensino do Cálculo e da Análise	Ávila (2002).
Cauchy e o Ensino de Análise	Vianna (2009).

Fonte: Autoria própria (2017).

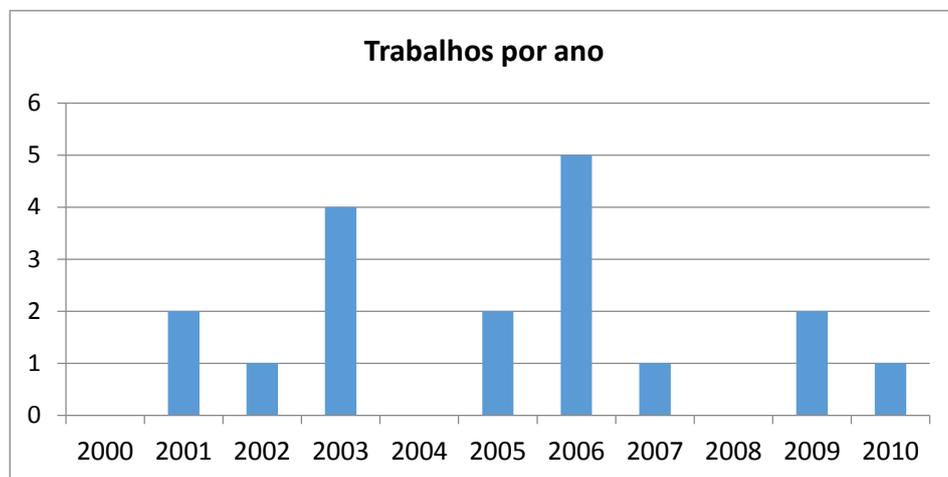
ALGUNS ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

O primeiro trabalho sobre o ensino de análise é de 2001 (Figura 1). Daquele ano para cá, observa-se uma crescente publicação de trabalhos sobre essa temática. Em especial, no ano de 2006 tem-se a publicação de cerca de 30% da quantidade de trabalhos que coletamos. Cabe destacar que, no caso de dissertações ou teses, coletamos dados desde 1987, e no caso de periódicos, o primeiro número do mais antigo de todos é de 1976. Assim, no primeiro caso, temos um período de quatorze anos no qual nenhuma tese ou dissertação sobre o assunto foi publicada. O primeiro artigo em periódico aparece em 2002, portanto, vinte e seis anos desde a publicação do primeiro volume do mais antigo periódico de educação matemática brasileiro.

Assim, é fácil observar que a produção brasileira sobre o ensino de análise é relativamente recente. O mais antigo trabalho, Reis (2001), tem apenas doze anos. Qual seria o motivo para o crescente interesse pelo assunto nessa década? Pela Figura 2 podemos observar que uma concentração de trabalhos ocorre no período de 2003 a 2006. Considerando-se que a maior parte dos trabalhos é referente a dissertações ou teses e que o tempo de doutoramento é de cerca de quatro ou cinco anos, podemos inferir que a maior parte das pesquisas começou a ser realizada a partir de 1998 e 1999, sendo que a tese de Reis (2001), segundo ele próprio, teve sua gênese no ano de 1997. Teriam essas datas alguma relação com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996? Tal lei e os pareceres e resoluções do Conselho Nacional de Educação que a sucederam provocaram grandes mudanças no sistema educacional brasileiro em todos os níveis. Em especial, no ensino superior, houve uma maior abertura para o investimento privado e, a partir daí, a proliferação de cursos superiores, considerando-se o crescimento histórico do setor no Brasil. Assim, não é de se

espantar que o interesse pelo ensino dentro desse nível tenha aumentado consideravelmente.

Figura 1 – Distribuição dos trabalhos mapeados por ano de publicação.



É evidente que estamos apenas tecendo conjecturas. Para balizar nossas hipóteses, em primeiro lugar, seria necessário analisar a produção brasileira sobre o ensino de matemática em nível superior ao longo dos anos, para que, assim, tivéssemos bases mais sólidas sobre as quais pudéssemos obter conclusões mais precisas. Desconhecemos uma pesquisa de tal natureza, mas, a julgar por esse ponto levantado no nosso trabalho, consideramos que uma pesquisa com esse enfoque seria relevante.

Figura 2 – Distribuição dos trabalhos mapeados por período de quatro anos.

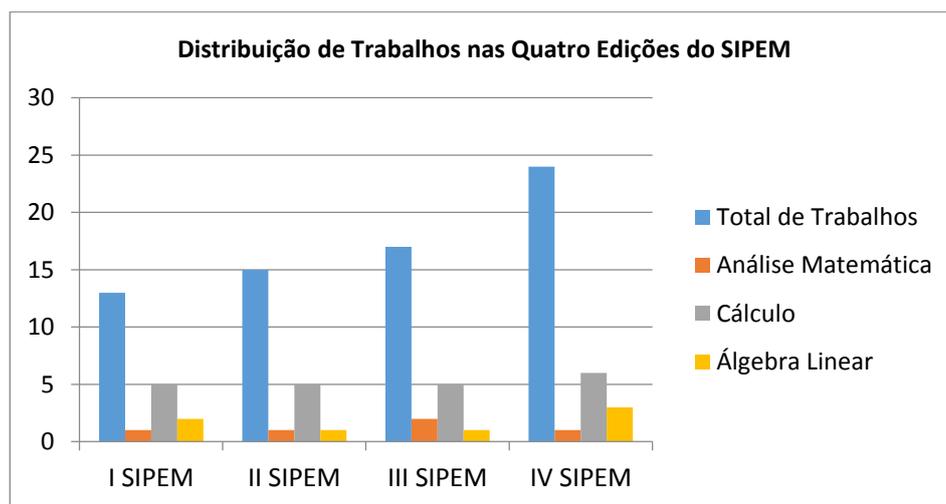


Se, por um lado, o interesse pelo ensino de análise advém, segundo nossas conjecturas, de um crescente interesse pelo ensino de matemática em nível superior, por outro, resta refletirmos sobre questões inerentes a esse tema em si. Em outras palavras, um crescente interesse pela educação matemática superior

certamente acarreta num crescente interesse em assuntos desse nível, não só ensino de análise, como ensino de cálculo, de álgebra linear etc. Teria havido um especial interesse pelo ensino de análise? Ou, pelo contrário, os aspectos relacionados ao ensino dessa disciplina foram alvo de um número menor de pesquisas se comparado às outras?

A julgar pelo trabalho de Reis (2001), que apontou que apenas uma pequena parcela dos estudos publicados no 8º *International Congress on Mathematical Education* ICME (ALSINA et. al., 1998) – tratavam especificamente do ensino de análise e que mesmo nos periódicos nos quais há um grande número de pesquisas sobre o ensino de cálculo, a quantidade de trabalhos sobre análise é limitadíssimo; podemos supor com relativa segurança que nossa segunda hipótese, levantada no parágrafo anterior, é a mais plausível. Some-se a isso o fato de que, nas quatro edições do SIPEM, particularmente no tocante do Grupo de Trabalho de Educação Matemática no Ensino Superior, dos 69 trabalhos desse GT, apenas cinco versavam sobre o ensino de análise. No caso do cálculo, foram 21 trabalhos ao longo desses quatro eventos e para a álgebra linear, 7 (Figura 3).

Figura 3 – Distribuição, por tema, dos trabalhos do GT 4 das quatro edições do SIPEM.



Qual seria o motivo dessa discrepância? Uma primeira reflexão apontaria para uma espécie de questão de mercado. Os cursos de cálculo, de álgebra linear, notadamente o primeiro, estão presentes na grande maioria dos cursos de ciências exatas, enquanto que a disciplina de análise é restrita às licenciaturas e bacharelados em matemática. Assim, é natural que questões relativas ao ensino daquelas disciplinas despertem o interesse de um número maior de pesquisadores em relação a esta. Não podemos desconsiderar, no entanto, a possibilidade das pesquisas terem seguido simplesmente uma tendência, ou seja, num dado momento começou-se a pesquisar o ensino de cálculo e, depois de deflagrado esse instante inicial, muitas pesquisas tomaram a mesma direção. Dessa forma, não nos espantaria, portanto, que dentro de algum tempo a quantidade de pesquisas em ensino de análise aumente consideravelmente, seguindo, assim, a tendência apresentada nos últimos anos.

Já refletimos brevemente sobre o porquê da pesquisa em ensino de análise ser menos numerosa se comparada com outras relativas à educação matemática no ensino superior, e também sobre possíveis causas do surgimento e incremento de pesquisas sobre isso a partir de um dado momento. Entretanto, essa última discussão não esclarece totalmente o porquê de antes de 2001 não termos encontrado pesquisas sobre o ensino de análise. Talvez exista alguma resposta nas motivações que levaram os pesquisadores a estudar essa temática.

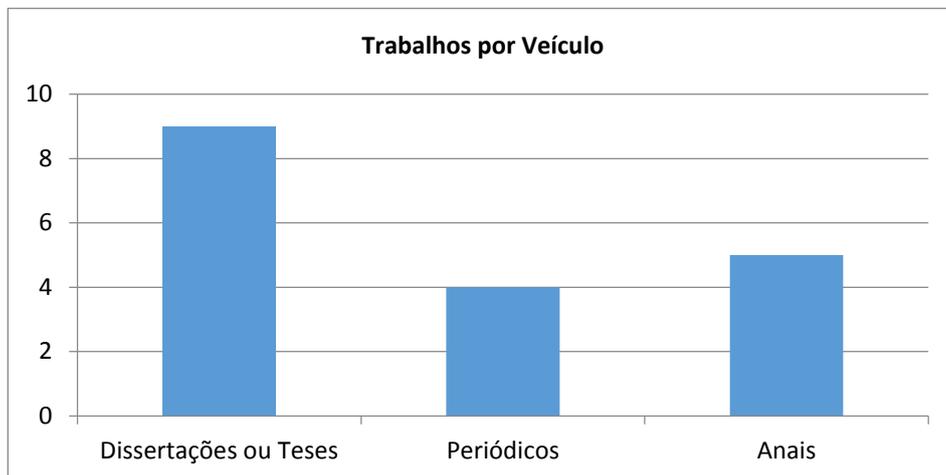
Moreira, Cury e Vianna (2005), Reis (2001), Pasquini (2007) e Bolognezi (2006) citam preocupações pessoais com a formação do professor de matemática, com as dificuldades dos alunos com essa disciplina, com os altos níveis de reprovação, entre outros para ilustrar o que os motivaram a realizar suas pesquisas. Mas, será que, desde 1934, data do início do primeiro curso de matemática autônomo do país, até meados do fim da década de 90, essas preocupações não existiam? O trabalho de Lima (2006) parece indicar que as dificuldades dos alunos com as disciplinas de cálculo e de análise não vêm de hoje. A pesquisadora traz relatos de alunos dos cursos de Omar Catunda que são enfáticos ao dizer que eram pouquíssimos os aprovados nos cursos desse professor. O depoimento de Ávila em Reis (2001) corrobora com esses relatos. Com relação à formação matemática do professor, o trabalho de Silva (2000) aponta que desde a época da vinda dos professores italianos para a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da Universidade de São Paulo (USP) que a questão da formação específica *versus* pedagógica estava presente. Para o italiano Luigi Fantappiè, por exemplo, a formação pedagógica era completamente dispensável, ele, inclusive, desestimulava seus alunos a fazê-la.

Parece haver bons indicativos de que as problemáticas hoje anunciadas sobre o ensino de análise não são tão atuais. Não haveria profissionais interessados em pesquisar essas questões antes? É sabido que o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Rio Claro, o mais antigo do Brasil, inicia suas atividades em 1984; o primeiro Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) ocorreria em 1987 e, um ano depois, tem-se a fundação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM). Assim, o movimento da educação matemática no Brasil é bastante recente. Isso, em parte, esclarece o motivo para que, apesar da problemática ser antiga, as pesquisas em ensino de análise tenham surgido tão tardiamente. Em parte, pois não se tem claro o motivo pelo qual certas escolhas foram feitas ao invés de outras. Seja como for, um estudo que tratasse de revelar, dentro da educação matemática, os campos pesquisados, notadamente os primeiros, a motivação desses pesquisadores, o contexto histórico, seria profícua para responder, também, à nossa indagação: por que falar de ensino de análise só “agora”?

Dos dezoito trabalhos coletados, apenas dois, Ávila (2002) e Moreira, Cury e Viana (2005), não são teses ou dissertações ou trabalhos diretamente derivados desses (Figuras 4 e 5). Também, apenas quatro trabalhos foram publicados por pesquisadores doutores: Reis (2009), Pinto (2001) e os já citados Ávila (2002) e Moreira, Cury e Viana (2005) (Figura 6). Disso é possível concluir com relativa tranquilidade que a pesquisa em ensino de análise ainda não é realizada, em sua grande maioria, diretamente pelos professores universitários deste país e que, tendo em vista o falecimento de Geraldo Ávila, temos, *no máximo*, cinco

pesquisadores doutores ainda ligados a essa temática, visto que alguns podem ter enveredado por outros caminhos.

Figura 4 – Distribuição dos trabalhos mapeados por veículo de publicação.



Em termos geográficos, quatro das dissertações ou teses foram defendidas em São Paulo, duas no Paraná, uma na Bahia, uma no Espírito Santo e uma no Rio de Janeiro. O fato de São Paulo liderar os números parece-nos um ponto pacífico, o estado é o que tem o maior número de programas na área de Ensino da CAPES, só para citar um motivo. Com relação aos demais estados, não conseguimos estabelecer hipóteses plausíveis para haver pesquisas lá e não em outros (Figura 7). Para aos periódicos e anais, não fizemos a distribuição porque nesse caso o resultado teria relação apenas com o estado onde é publicado o periódico ou onde foi realizado o evento.

Figura 5 – Distribuição dos trabalhos mapeados por origem.

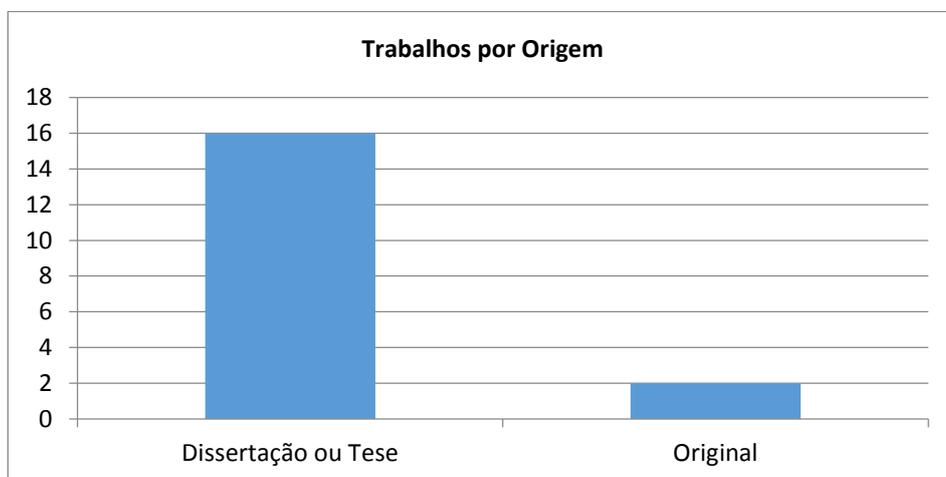
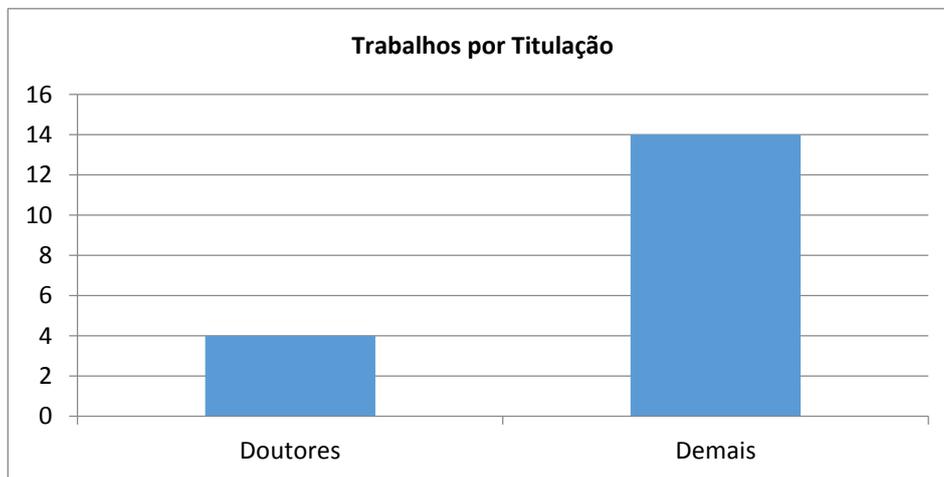
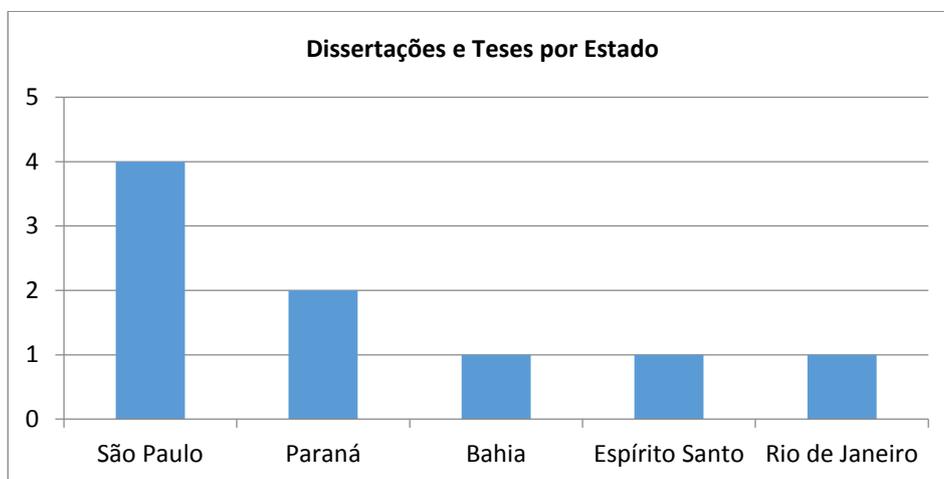


Figura 6 – Distribuição dos trabalhos mapeados por titulação do autor principal.



Classificamos ainda os trabalhos mapeados por temas, utilizando as separações dos grupos de pesquisa do SIPEM, excluída evidentemente a *Educação Matemática no Ensino Superior*, na qual todos se enquadrariam; donde os agrupamos de acordo com os demais temas do evento, podendo um trabalho ser classificado em mais de um grupo. Foram eles: *Formação de Professores*, *Processos Cognitivos e Linguísticos*, *História da Matemática e Cultura*, e *Avaliação* (Figura 8). É possível notar certa predominância de trabalhos de *História da Matemática e Cultura*, um motivo que poderia ser destacado é que quatro dos pesquisadores considerados faziam parte de um grupo de pesquisa em história da matemática. Dentre outros possíveis temas, destacamos a ausência de trabalhos em *filosofia*, *modelagem*, e *novas tecnologias e educação à distância*.

Figura 7 - Distribuição das dissertações ou teses mapeadas por estado de origem.

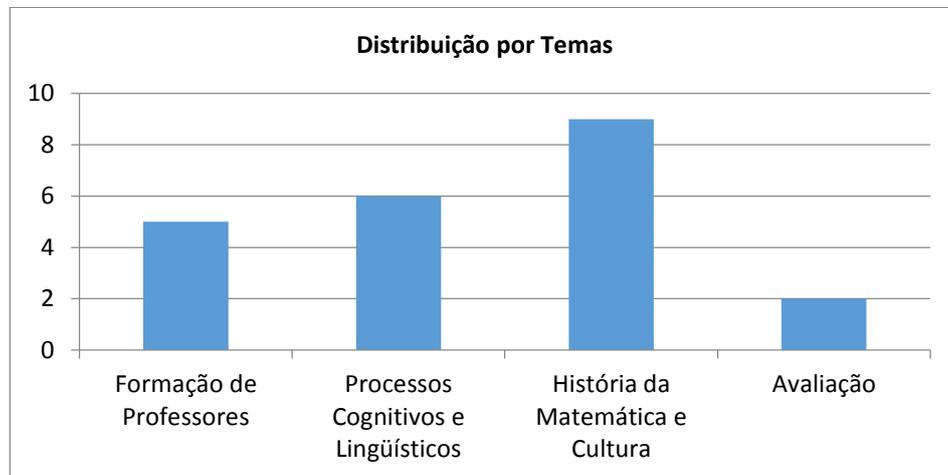


Acerca do último dos temas, ressaltamos as falas de Djairo em Reis (2001) sobre a utilização de computadores no ensino de cálculo, ideia extensível para a análise. Além disso, vemos disseminar cursos de matemática à distância que contemplam a disciplina de análise. Como pode o ensino dessa disciplina, que historicamente apresenta resultados insatisfatórios na modalidade presencial, dar-se à distância sem que nenhuma pesquisa a esse respeito tenha sido realizada? Aqui, convém refletir sobre a fala de Baldino (1995 apud REIS, 2001, p. 3) – a respeito da *farsa do ensino de cálculo* (ou *de matemática*).

O ensino tradicional prefere evitar cuidadosamente as dificuldades e armar o curso sobre uns tantos malabarismos algébricos como o cálculo de derivadas, a integração de frações racionais, a regra de L'Hôpital etc. Com essa tática, os alunos que passam são os que conseguiram aprender muito mais que isso, além dos sobreviventes do sistema, que não se vexam em decorar rotinas para conseguir o diploma. Os demais ficam intrigados com o sentido dessa farsa, antes de serem centrifugados como reprovados. O fracasso do ensino de Cálculo pode ser escondido, mas não pode ser negado.

Não poderíamos estabelecer algum paralelo? Farsa do ensino de análise na modalidade à distância? E, por que não, também na modalidade tradicional?

Figura 8 – Distribuição dos trabalhos mapeados por temas.

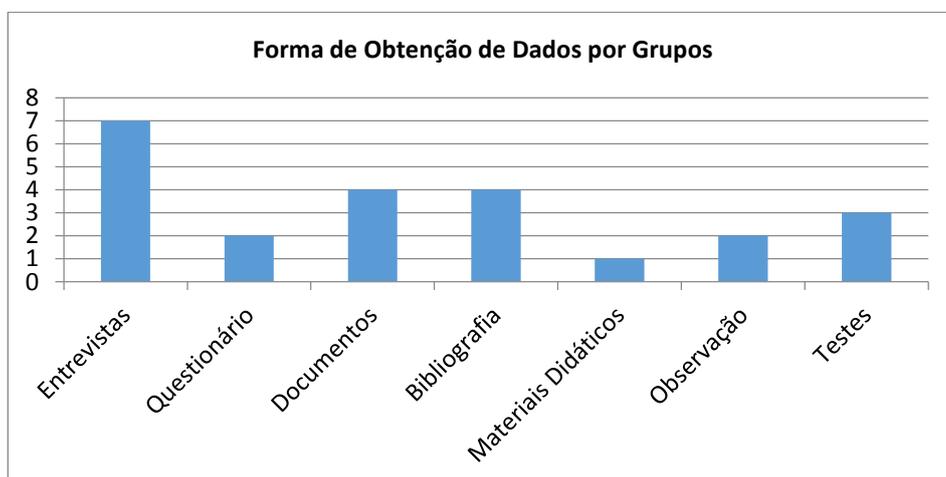


A ausência de trabalhos sobre *modelagem matemática* também é um ponto a se considerar. Ressaltamos a fala de Elon em Reis (2001) que considera bastante relevante que o ensino de análise se paute em múltiplas conexões. O trabalho de Moreira, Cury e Vianna (2005) também trouxe a questão das aplicações da análise às ciências naturais. Dessa forma, acreditamos que essa temática poderia trazer grandes contribuições para o ensino de análise. Igualmente a *filosofia da matemática e/ou da educação matemática*. Um trabalho mais aprofundado sobre o papel das principais correntes filosóficas dentro da matemática (logicismo, construtivismo e formalismo) para o seu ensino e,

em particular, suas influências dentro da análise matemática, área e disciplina universitária, seria um exemplo de trabalho que consideramos relevante dentro dessa região de inquérito.

Separamos os trabalhos também por forma de obtenção dos dados (Figura 9). Semelhantemente à separação descrita anteriormente, nesta também pode haver mais de um método numa dada pesquisa. Em Pasquini (2007), por exemplo, temos observação e entrevistas, este, por sinal, foi um dos métodos mais utilizado nas pesquisas como um todo. Embora praticamente todos os trabalhos contemplem em algum momento um estudo bibliográfico, só enquadramos neste método de coleta de dados aqueles em que este tipo de estudo fosse central.

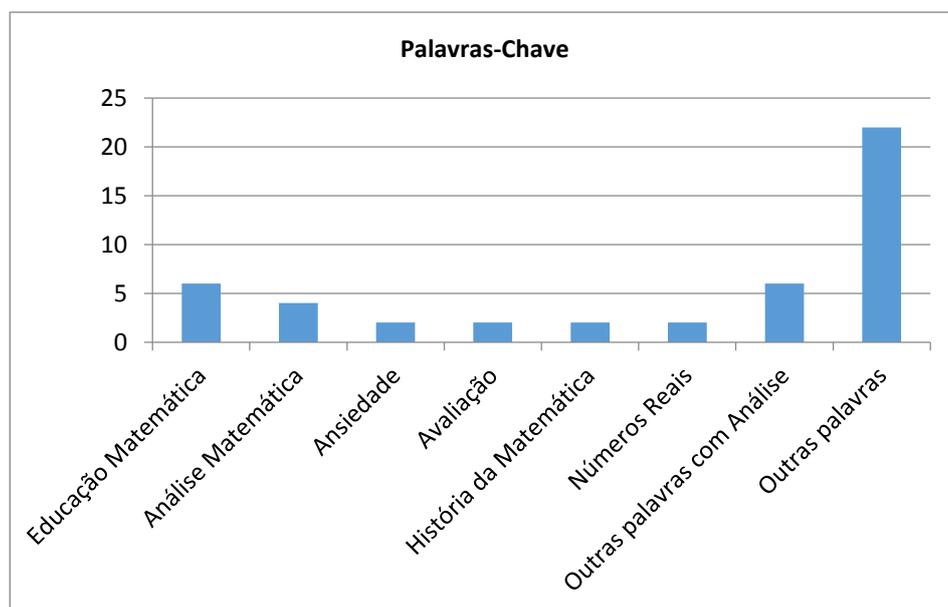
Figura 9 – Distribuição dos trabalhos mapeados por forma de obtenção dos dados.



As palavras-chave mais frequentes, por fim, foram *educação matemática*, *análise matemática*, *ansiedade*, *avaliação*, *história da matemática* e *números reais*. *Ensino de análise* foi citada num único trabalho e a palavra-chave mais mencionada, *educação matemática*, muito geral, não é conveniente para caracterizar nenhum trabalho dentro dessa própria área. Outras 22 palavras foram citadas uma única vez, alguns trabalhos não tinham palavras-chave (Figura 10). Curiosamente, apenas oito dos dezoito trabalhos citaram em suas palavras-chave, de algum modo, a palavra análise (análise matemática, análise real, ensino de análise real etc.). Esse fato somado ao grande número de palavras-chave mostra uma falta de convergência e caracterização ao se tratar do ensino de análise. Conforme citamos em nossos processos metodológicos, isso gerou dificuldades para coletarmos as dissertações ou teses no banco da CAPES. Entendemos desse modo, que é necessária uma postura uniforme nessa direção, que facilitaria a busca por trabalhos futuros que venham a tratar da temática. Sob nosso ponto de vista, a palavra-chave mais adequada seria *ensino de análise* (ou *ensino de análise matemática* para

evitar ambiguidades) por ser suficientemente abrangente e delimitadora. *Análise matemática*, por exemplo, contemplaria trabalhos fora do âmbito do ensino. *Ensino de análise real*, por outro lado, delimitaria desnecessariamente o campo, assim como faria *ensino de análise na reta*, pois mesmo nos cursos de bacharelado em matemática, não se vê, em geral, análise complexa, e ainda que se veja análise no R^n , acreditamos que colocá-la juntamente com *análise na reta* somente sob o mesmo termo *análise* não traria prejuízos.

Figura 10 – Palavras-Chave presentes no conjunto de trabalhos mapeados.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pudemos notar que ainda é pequena a quantidade de trabalhos existentes dentro da temática que denominamos de *ensino de análise*. Mais que isso, esses trabalhos não só são poucos como não tratam, a não ser por intersecções pontuais, de questões visceralmente ligadas. Por conta disso, não conseguimos obter uma base sólida sobre a qual pudéssemos nos apoiar para tirar conclusões contundentes. Entretanto, esses trabalhos nos mostraram caminhos.

A formação dos pesquisadores dos trabalhos mapeados e o pouco tempo que se tem pesquisado a temática exibem que a pesquisa em ensino de análise ainda é muito recente, quase irrisória se comparada ao volume de estudos sobre *educação matemática no ensino superior*. A maioria dos trabalhos foi realizada por estudantes, e nem todos prosseguiram suas pesquisas dentro da temática. Esse quadro é insuficiente para dar conta do grande volume de pesquisas que são necessárias (apontamos algumas possíveis).

As escolhas que fizemos nos levaram aos caminhos descritos neste trabalho como um todo, e àqueles destacados neste item, porém, todo caminho escolhido necessariamente nega os demais possíveis rejeitados. Fizemos opções de *periódicos*, de forma de obtenção das *dissertações e teses*, opções de *anais*. Um

mapeamento semelhante pode ser feito com outras opções, outros veículos, ou mesmo se nos mesmos, outras formas de redução dos trabalhos, outras formas de se conceber o que é *ensino de análise*, outros procedimentos metodológicos como um todo. Mas, é claro, ante a isso tudo, teríamos outra pesquisa que não seria a que aqui foi apresentada. Fizemos nossas escolhas, e só achamos relevante frisar que temos consciência de que outras boas possibilidades existem e que fique essas inclusive, como sugestão.

Assim sendo, não concebemos este trabalho como uma *palavra-final*, nem mesmo uma *palavra-final* dentro especificamente do *estado do conhecimento do ensino de análise*. Novas pesquisas devem aparecer, diferentes meios podem ser mapeados, pesquisas fora do Brasil a ser consideradas, por exemplo, os trabalhos do ICME, enfim, temos aqui, como bem frisamos no nosso título, apenas *Um Estado do Conhecimento do Ensino de Análise*.

A State of Knowledge of the Mathematics Analysis Teaching

ABSTRACT

Considering the modifications through Brazilian licentiates in mathematics have passed and the discussions over the role some disciplines have on the future teacher's training, this work intends to bring out some results and questions that should contribute to debates about the importance of the subject of analysis in the education of mathematics teachers. We made a mapping of the Brazilian production relative to the analysis teaching on dissertations and PhD thesis, articles in scientific journals and proceedings. A quantitative analysis of these data was made and issues that emerged from presented debates by these analysis as well as our investigation were raised. It was concluded that the amount of research on analysis teaching is still very small, there are few professors who work with this topic and there is not a link between them.

KEYWORDS: Mathematics Teaching in Undergraduate Courses. Analysis Teaching. Differential and Integral Calculus Teaching. Mathematics Teacher Education.

REFERÊNCIAS

ALSINA, C. et al. **Proceedings of the 8th International Congress on Mathematical Education**. Sevilla: Saem Thales, 1998.

ÁVILA, G. O Ensino do Cálculo e da Análise. **Revista Matemática Universitária**, São Paulo, n.33, p. 83-95, dez. 2002.

BALDINO, R. R. **Assimilação Solidária Onze Anos Depois**. Rio Claro, SP: UNESP, 1995. (Mimeo).

BATARCE, M. S. **Um Contexto Histórico para Análise Matemática para uma Educação Matemática**. 2003. 52f. Dissertação - (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

BOLOGNEZI, R. A. L. **A Disciplina de Análise Matemática na Formação de Professores de Matemática para o Ensino Médio**. 2006. 109 f. Dissertação - (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.

BORTOLOTI, R. D. M. **Emoções que Emergem da Prática Avaliativa em Matemática**. 2003. 142f. Dissertação - (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.

_____. O Comportamento Emocional e a Avaliação da Disciplina Análise Real: Tecendo Algumas Considerações. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2006, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: SBEM, 2006. p. 1-14.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

FERREIRA, A. C. Um Olhar Retrospectivo sobre a Pesquisa Brasileira em Formação de Professores de Matemática. In: FIORENTINI, D. **Formação de Professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2003. p. 19-55.

FERREIRA, N. S. A. As Pesquisas Denominadas “Estado da Arte”. **Educação e Sociedade**, Campinas, n.79, p.257-272, 2002.

FIORENTINI, D. **Rumos da Pesquisa Brasileira em Educação Matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação**. 1994. 414f. Tese - (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

LIMA, E. B. **Dos Infinitésimos aos Limites: a contribuição de Omar Catunda para a modernização da Análise Matemática no Brasil**. 2006, 145f. Dissertação -

(Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

LIMA, E. B.; DIAS, A. L. M. A Análise Matemática no Ensino Universitário Brasileiro: a Contribuição de Omar Catunda. **Bolema**, Rio Claro, v. 23, n. 35, p.453-476, abr. 2010.

MELO, M. V. **Três Décadas de Pesquisa em Educação Matemática na UNICAMP:** um estudo histórico a partir de teses e dissertações. 2006. 273 f. Dissertação - (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

MIGUEL, A.; MIORIM, A. Educação Matemática: uma prática social de investigação em construção. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 36, p.177-204, 2002.

MOREIRA, P. C.; CURY, H. N.; VIANNA, C. R. Por que Análise Real na Licenciatura? **Zetetiké**, Campinas, n.23, p.11-42, 2005.

OLIVEIRA, A. S. V. **O Desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral em São Paulo**. 2002. 105 f. Dissertação - (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

OTERO-GARCIA, S. C. **Uma Trajetória da Disciplina de Análise e um Estado do Conhecimento sobre seu Ensino**. 2011. 2 v. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

PASQUINI, R. C. G. Professores de Matemática e suas Percepções sobre um Tratamento para os Números Reais, Via Medição, em Cursos de Formação. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2006, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: SBEM, 2006. p. 1-14.

_____. **Um Tratamento para os Números Reais via Medição de Segmentos:** uma proposta, uma investigação. 2007. 209 f. Tese - (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

PINTO, M. M. F. Entendendo Análise Real. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1, 2001, Serra Negra. **Anais...** Serra Negra, SP: SBEM, 2001.

REIS, F. S. **A Tensão entre Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise:** a visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos. 2001. 302f. Tese - (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

_____. Discutindo Algumas Relações entre a História e o Ensino de Análise Matemática: da Aritmetização da Análise para a Sala de Aula do Ensino Superior.

In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2009, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBEM, 2009. p. 1-11.

SILVA, L. R. R. **Prof. J. O. Monteiro de Camargo e o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral e de Análise na Universidade de São Paulo.** 2006. 233f. Dissertação - (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SOARES, E. F.; FERREIRA, M. C. C.; MOREIRA, P. C. Números Reais: concepções dos licenciandos e formação matemática na licenciatura. **Zetetiké**, Campinas, n.12 , p.95-117, 1999.

SOUZA, L. G. S. **Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática que já Cursaram Uma Vez a Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral Lidam com Alguns Conceitos Matemáticos Básicos.** 2003. Dissertação - (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2003.

SOUZA, L. G. S.; BURIASCO, R. L. C. Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática que Já Cursaram uma Vez a Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral Lidam com Questões Consideradas Essenciais para um Bom Desempenho na Disciplina de Análise Real? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003, Santos. **Anais...** Santos, SP: SBEM, 2003. p. 1-22.

SOUZA, L. G. S.; FATORI, L. H.; BURIASCO, R. L. C. Como Alunos do Curso de Licenciatura em Matemática Lidam com Alguns Conceitos Básicos do Cálculo I. **Bolema**, Rio Claro, v. 24, n. 24, p. 57-78, 2005.

VIANNA, R. N. G. **Um Estudo do Cours d'Abalyse Algébrique de Cauchy em Face das Demandas do Ensino Superior Científico na École Polytechnique.** 2009. 116f. Dissertação - (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Recebido: 21 dez. 2017.

Aprovado: 04 abr. 2018.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v1n1.7555>.

Como citar:

OTERO-GARCIA, S. C. Um Estado do Conhecimento das Pesquisas sobre o Ensino de Análise Matemática. **Ens. Technol. R.**, Londrina, v. 2, n. 1, p. 38-55, jan./jun. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/7555>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

S. César Otero-Garcia

Rua Monsenhor José Vita, 280, Bairro Abernêssia, Campos do Jordão, São Paulo, Brasil.

Direito autoral:

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

