

A transformação dos sistemas de recursos em documentos no processo de ensino do conceito de limite

DANILO DOS SANTOS CHRISTO¹

SONIA BARBOSA CAMARGO IGLIORI²

Resumo

Neste artigo apresentamos as ideias de nossa tese de doutorado que está em seu estágio final e elementos da pesquisa que estamos realizando com dois professores universitários no processo de transformação dos recursos desses professores em documentos. A Abordagem Documental do Didático (ADD) de Gueudet e Trouche desempenha um papel particular na pesquisa. Na revisão da literatura verificamos que existem poucas pesquisas brasileiras no quadro teórico da ADD no ensino superior. Acreditamos que desenvolver a pesquisa sob esse quadro teórico estudando os esquemas profissionais de professores universitários ao interagirem com recursos para o ensino do conceito de limite e a transformação desses recursos em documentos trará importantes contribuições para a educação matemática brasileira no ensino superior.

Palavras-chave: *Abordagem Documental do Didático; Campos Conceituais; Esquemas Profissionais; Conceito de Limite.*

Abstract

In this article, we present the ideas of our doctoral thesis, which is in its final stage, and elements of the research that we are carrying out with two university professors in the process of transforming these professors' resources into documents. The Documentational Approach to Didactics (ADD) of Gueudet and Trouche plays a particular role in the research. In the literature review, we found that there are few Brazilian studies on the theoretical framework of ADD in higher education. We believe that developing research under this theoretical framework by studying the professional schemes of university professors as they interact with resources for teaching the concept of limit and the transformation of these resources into documents will bring important contributions to Brazilian mathematics education in higher education.

Keywords: *Documentational Approach to Didactics; Conceptual Fields; Professional Schemes; Limit Concept.*

¹ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. PEPG em Educação Matemática – e-mail: daniilo.christo@gmail.com

² Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. PEPG em Educação Matemática – e-mail: sigliori@pucsp.br

Introdução

Este artigo apresenta as ideias de nossa tese de doutorado, em seu estágio final, em que investigamos com dois professores universitários, um da rede privada e outro da rede pública e com formações e experiências distintas na área de educação, a transformação dos recursos mobilizados por esses professores em documentos durante o processo de ensino do conceito de limite. O quadro teórico da pesquisa tem como aportes principais a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990) e a Abordagem Documental do Didático (ADD) de Gueudet e Trouche (2010).

Em nossa revisão da literatura, encontramos estudos que mostram a importância de se pesquisar as interações entre professores e os usos dos recursos mobilizados para o ensino e suas transformações em documentos. A mudança tecnológica no cenário educacional acentuou a importância e as potencialidades dos recursos no trabalho do professor afetando enormemente os recursos disponíveis e a maneira de produção de recursos. Apesar de ser uma teoria nova e em constante desenvolvimento, esses estudos mostram a perspectiva teórica e metodológica promissoras em que a Abordagem Documental do Didático (GUEUDET; TROUCHE, 2010) se insere, inclusive em articulações com outras teorias.

Os resultados apresentados mostram a importância de se entender a relevância dos esquemas profissionais construídos e/ou mobilizados pelos professores e de se compreender os componentes que estão presentes no processo de transição pelo qual passam os professores no contexto da Gênese Documental e que elementos podem influenciar seus trabalhos documentais. As análises também mostraram como o processo de documentação do professor de matemática acerca da avaliação da aprendizagem é relevante e carece de reflexões.

Constatamos, também, que os pesquisadores da Educação Matemática mostram que a aprendizagem não depende apenas de estratégias de ensino, mas também de outros aspectos incluindo aqueles relacionados à epistemologia dos conceitos, às mudanças de representação semióticas, da existência de obstáculos, dos efeitos do contrato didático e do conhecimento do campo conceitual ao qual o conceito está inserido. Porém, além das estratégias, dos aspectos citados e da metodologia, consideramos que os recursos mobilizados pelos professores, tanto dentro quanto fora da sala de aula, têm papel fundamental na criação de seus documentos.

Portanto, entendemos ser possível desenvolver por meio da Abordagem Documental do Didático (GUEUDET; TROUCHE, 2010) a pesquisa com o objetivo de contribuir para a investigação do trabalho documental de professores universitários.

1 Objetivos da pesquisa

A pesquisa tem como objetivo geral, estudar a transformação dos recursos mobilizados por professores universitários em documentos durante o processo de ensino do conceito de limite. E tem como objetivo específico, desenvolver uma ação conjunta entre pesquisador e professores durante o processo de transformação dos recursos mobilizados por esses professores em documentos no processo de ensino do conceito de limite.

2 Estudo Histórico – Epistemológico

Estudos históricos sobre o conceito de limite mostram que o desenvolvimento histórico - epistemológico do Cálculo Diferencial e Integral, em que o conceito de limite se insere, se deu por uma trajetória longa e irregular e que começou a ser moldado, como o conhecemos hoje, a partir do século XVII. Por exemplo, a ideia de infinito, que possui grande dificuldade em seus fundamentos, apresenta-se como um obstáculo desde os paradoxos de Zenão (490-430 a.C.) até os dias de hoje, prejudicando o processo de ensino do conceito de limite. A partir de uma análise histórica e da observação de alunos, Sierpinski (1985) categorizou os obstáculos que observou relativos à noção de limite. Uma dessas categorias intitulada “Horror infinito” o pesquisador observou toda uma família de obstáculos, entre eles: a recusa, por parte dos alunos, aos conjuntos infinitos e a recusa de dar estatuto de operação matemática ao limite. Portanto, a pesquisa possui um capítulo sobre um estudo histórico – epistemológico, como parte de um estudo didático, com o objetivo de ajudar em nossas análises sobre como o conceito de limite é ministrado aos alunos pelos professores quando esses interagem com recursos tanto dentro, quanto fora da sala de aula. Ressaltamos também que em nossas análises consideramos o conceito de limite como um campo conceitual (VERGNAUD, 1990).

3 Revisão da Literatura

Na revisão da literatura da pesquisa envolvendo trabalhos para o ensino superior no

Brasil, não encontramos muitas pesquisas norteadas pela Abordagem Documental do Didático (GUEUDET; TROUCHE, 2010) nesse nível de ensino e que tomem como objeto de investigação os sistemas de recursos e documentos dos professores universitários.

Sendo assim, o único trabalho de autor brasileiro que selecionamos e que compõem nossa revisão da literatura é o de Ignácio (2018). Na tese Criação de capítulo de livro didático digital no Estágio Curricular Supervisionado: uma análise da documentação na formação inicial do professor de Matemática, Ignácio (2018) apresenta sua pesquisa que se insere no tema da formação inicial do professor de Matemática, com foco na etapa de prática do estágio curricular supervisionado de Matemática. Para o autor, em tal momento da formação, espera-se que os conhecimentos teórico práticos desenvolvidos pelos Licenciandos em disciplinas das diversas áreas sejam evocados como suportes ao planejamento e prática docente e, a partir dela, se desenvolvam continuamente na trajetória profissional deles. Nesse contexto, o autor desenvolveu a pesquisa a fim de analisar o processo de gênese documental de um aluno de Licenciatura em Matemática por meio da criação, experimentação e recriação de um capítulo de livro didático digital sobre o conteúdo de funções para o Ensino Fundamental.

Dentre as pesquisas internacionais que encontramos, selecionamos cinco que dão suporte para a pesquisa, como as mostradas nos parágrafos seguintes.

Em seu estudo intitulado *University Teachers' Resources Systems and Documents* (Sistemas e Documentos de Recursos de Professores Universitários), Gueudet (2017) destaca que as interações entre professores e recursos na universidade e suas consequências ainda não foram muito estudadas por meio de pesquisas.” (Tradução nossa)

Nesse estudo, a autora aponta que existem pesquisas que evidenciam que desde o jardim de infância até o final do ensino médio os professores interagem com muitos recursos de diferentes tipos quando trabalham tanto dentro, quanto fora da sala de aula: “Os professores não são usuários passivos desses recursos, mas *designers* ativos de seus próprios recursos didáticos e do currículo efetivamente proposto a seus alunos.” (GUEUDET, 2017, p.199, tradução nossa)

Em suas constatações finais, a autora destaca que seu estudo exemplifica a análise de documentos e sistemas de recursos de professores universitários, destacando as práticas desses professores que se baseiam em suas crenças profissionais, incluindo as atividades

fora da sala de aula. Destaca também o fato de que o trabalho de documentação dos professores universitários raramente se assemelha a um trabalho coletivo e que recursos, potencialmente interessantes e projetados pelos próprios professores, não são compartilhados com os demais colegas. Portanto, a autora sugere que pesquisas futuras devem dar suporte a um trabalho documental mais coletivo na universidade, a fim de permitir que os recursos projetados sejam melhorados coletivamente.

A pesquisa de Gueudet (2017) vem ao encontro da pesquisa que desenvolvemos, pois confirma que é possível desenvolver pesquisa no ensino superior no quadro teórico da Abordagem Documental do Didático (GUEUDET; TROUCHE, 2010).

A pesquisa apresentada por González-Martín, Nardi e Biza (2018), *From resource to document: scaffolding content and organising student learning in teachers' documentation work on the teaching of series* (Do recurso ao documento: estruturando o conteúdo e organizando a aprendizagem dos alunos no trabalho de documentação dos professores sobre o ensino de séries) abordou o uso de recursos para o ensino de séries de números reais por professores que ensinavam em classes equivalentes ao Ensino Médio no Brasil.

No caso dessa pesquisa, apesar do nível de ensino pesquisado não ser o superior, selecionamos esse estudo, pois os autores mostram os esquemas profissionais dos professores pesquisados ao abordarem um tema que possui relação com o conceito de limite. As pesquisas a seguir, mostram a importância da interação entre professores universitários e seus recursos

Désiré (2018), em seu trabalho intitulado *The importance of documentary and digital resources in the definition of quality of higher education* (A importância dos recursos documentários e digitais na definição da qualidade do ensino superior por seus atores), apresentou um estudo realizado em instituições de ensino superior na Costa do Marfim. Nesse estudo, foram realizadas entrevistas com alunos, acadêmicos e funcionários administrativos, em que os participantes relatavam sobre a importância dos recursos documentais para a qualidade do ensino superior. Além das entrevistas, questionários e revisões das informações fizeram parte da coleta dados.

Em sua pesquisa, *Institutional resources at university admission: emerging documentary identity for the analysis of the professor's work* (Recursos institucionais na admissão universitária: identidade documental emergente para a análise do trabalho

do professor), Bifano (2018) defendeu que a identidade profissional é uma construção em evolução em que vários elementos convergem. Nesse sentido, ele buscou mostrar como se relaciona o trabalho do professor em torno de recursos institucionais por meio de um estudo de caso de um professor de matemática na admissão universitária, analisando essa relação com foco em seus traços identitários.

Martínez, Cruz e Soberanes (2018), em *The mathematical teacher: a case study of instrumental genesis in the UAEM* (O professor de matemática: um estudo de caso de gênese instrumental na UAEM), apresentam um caso de gênese instrumental na Universidade Autônoma do Estado do México, em particular no Centro Universitário de Valle de Chalco, em que professores universitários que ensinam disciplinas na área de matemática têm acesso a recursos institucionais que fazem parte de um ambiente de programa formal, bem como incentivar a criação e utilização de materiais didáticos alternativos que incluam a tecnologia digital, com o intuito de dar um retorno à sua prática docente de modo a passar da instrumentação para os processos de instrumentalização e orquestração no professor.

4 Quadro Teórico

A fundamentação e o desenvolvimento da pesquisa têm por pressuposto que o conceito de limite está inserido em um campo conceitual que fornece um suporte teórico de análise. Segundo Vergnaud (1990), a teoria dos campos conceituais:

[...] é uma teoria cognitivista que visa a fornecer um quadro coerente e alguns princípios de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem de competências complexas, notadamente das que revelam das ciências e das técnicas. (VERGNAUD, 1990, p. 133, tradução nossa)

Ainda, segundo o autor:

[...] conceitualização no centro do desenvolvimento cognitivo: um conceito não é somente uma definição dada por meio de um enunciado e texto, mas é também aquilo que é subjacente às competências e permite que a ação seja operatória. Porém, por serem pouco explícitos, os conhecimentos subjacentes às competências não são menos precisos e operatórios. (VERGNAUD, 1990, p. 177-178, tradução nossa)

A teoria dos campos conceituais pressupõe que o conhecimento, por parte do sujeito, se constitui e se desenvolve no tempo, em interação adaptativa desse sujeito com as situações que experiencia.

A Abordagem Documental do Didático (GUEUDET; TROUCHE, 2010) desempenha um papel particular na pesquisa e refere-se às noções de recursos, esquemas, trabalho documental, entre outros que apoiam o desenvolvimento da teoria da Gênese Documental, uma extensão da Gênese Instrumental (RABARDEL, 1995) à Didática da Matemática. Ainda existe nessa teoria a proposição de recursos/documentos dialéticos que a renovam e até dão mais força às questões da prática profissional dos professores. Na Gênese Documental (GUEUDET; TROUCHE, 2010), a documentação dos professores, na ação de preparar e implementar suas aulas, está no centro das atividades e desenvolvimento profissional do professor e implica: a pesquisa de novos recursos, seleção e criação de tarefas matemáticas para planejamento e desenvolvimento sequencial, gerenciamento de tempo e gerenciamento de artefatos. O uso da tecnologia invoca a necessidade de qualquer artefato tecnológico que se torne um instrumento, ou seja, quando o artefato adquire um significado para o sujeito, portanto, de acordo com Gueudet e Trouche (2010), esse processo ocorre quando um "*instrumento resulta de um processo, chamado de Gênese Instrumental, pelo qual o sujeito constrói um esquema de uso do artefato para uma determinada classe de situações*" (GUEUDET; TROUCHE, 2010, p. 204). Hoje, os sistemas de recursos, principalmente os recursos digitais, tornaram-se uma parte importante para professores e alunos, fornecendo: uma integração desses recursos nas práticas de ensino e aprendizagem em matemática; seus usos apropriados em uma infinidade de opções disponíveis, permitindo que sejam adaptados aos objetivos específicos de aprendizado em questão e à sua orquestração e uso pelos alunos; sistemas de recursos para estudantes; monitorar a preparação do professor antes e durante tarefas desafiadoras; o papel dos recursos digitais no desempenho da avaliação.

Definimos recursos conforme Gueudet (2017):

A abordagem documental prolonga a abordagem instrumental. Referindo-se ao trabalho de Adler (2000), centra-se nos professores e considera os recursos, definidos como qualquer coisa que possa reavaliar a prática do professor. Adler considera recursos materiais, mas também recursos socioculturais e humanos. Artefatos podem ser recursos, se fonte de prática do professor; mas um recurso também pode ser uma expressão confusa

no rosto de um aluno, que normalmente não é um artefato. Os professores procuram recursos, embora às vezes eles encontrem recursos mesmo que não procurem (discussões com um colega na máquina de café, por exemplo). Eles associam esses recursos, modificam, concebem seus próprios recursos e os usam com os alunos. (GUEUDET, 2017, p. 201, tradução nossa)

Os professores, ao interagirem com recursos com finalidade didática, desenvolvem esquemas de utilização particulares e específicos (TROUCHE; GUEUDET; PEPIN, 2018) criando sua própria gênese documental.

Portanto a pesquisa busca estudar as interações entre os professores universitários e os recursos mobilizados por eles quando ministram suas aulas sobre o conceito de limite, uma vez que consideramos a importância do trabalho documental do professor tanto para a matemática quanto para a educação matemática.

5 Metodologia

A metodologia utilizada na pesquisa é da Investigação Reflexiva. A metodologia de Investigação Reflexiva é uma metodologia específica da Abordagem Documental do Didático (ADD). Ela foi proposta por Trouche, Gueudet e Pepin (2018) como uma metodologia de pesquisa empírica e tem como características fundamentais: a reflexão do professor sobre seu trabalho de documentação e seu envolvimento na etapa de coleta de dados. Posteriormente, ela foi formatada a partir da constatação de que o estudo do trabalho documental dos professores deveria considerar:

a diversidade dos recursos que alimentam esse trabalho e dele resultam, a variedade das interações (coletivas, institucionais e sociais e o tempo necessário para o desenvolvimento das gêneses documentais. (TROUCHE; GUEUDET; PEPIN, 2018, p. 8, tradução nossa).

Nessa perspectiva, os autores desenvolveram a metodologia de investigação reflexiva do trabalho documental dos professores que se apoia em cinco princípios fundamentais:

- o princípio de uma ampla coleção de recursos materiais usados e produzidos durante o trabalho documental;

- o princípio do acompanhamento de longa duração; as gêneses são processos em desenvolvimento e os esquemas se desenvolvem em longos períodos;
- o princípio do acompanhamento em todos os lugares (dentro e fora da sala de aula).
- o princípio do acompanhamento reflexivo do trabalho documental, em que a visão do professor sobre seu próprio trabalho é amplamente requisitada;
- o princípio de confrontação, do ponto de vista do professor com seu trabalho documental e a materialidade desse trabalho (materialidade proveniente, por exemplo, da coleção de recursos materiais ou mesmo das práticas do professor em suas aulas).

Considerações Finais

Com base nessas considerações, acreditamos ser importante o desenvolvimento desse estudo que concerne à educação matemática no ensino superior sob a perspectiva da Abordagem Documental do Didático (ADD) de Gueudet e Trouche (2010) e contribuir para o papel da matemática nesse nível de ensino, estudando sua abordagem por meio da interação entre professores e os recursos mobilizados por eles na criação de seus documentos.

A pesquisa que desenvolvemos pode incentivar esse novo campo de estudos no Brasil. É nossa percepção que a potencialidade da observação direta na coleta de dados, incluindo depoimentos e interações com os professores, propiciarão perspectivas e resultados importantes para a educação matemática universitária, uma vez que consideramos, assim como em outros níveis, o papel central do trabalho de documentação na prática dos professores universitários.

Na fase em que a pesquisa se encontra, as análises dos dados coletados ainda não foram encerradas, porém podemos destacar que o livro didático desempenha um papel importante nos sistemas de recursos desses professores, pois todo o conteúdo desenvolvido segue a mesma sequência que é apresentada no livro e os exercícios e situações-problema são as mesmas que os livros apresentam.

Nós não afirmamos que os recursos mobilizados por esses dois professores representam todas as possibilidades de recursos existentes e que podem ser utilizados. Na verdade, eles representam os recursos mobilizados pelos professores sujeitos da pesquisa.

Os resultados parciais de nossas análises mostram a importância de se estudar o trabalho documental dos professores universitários por meio de suas interações com os recursos disponíveis para o processo de ensino do conceito de limite, pois a maneira como os professores interagem e planejam o uso de recursos interfere diretamente nos seus esquemas profissionais e, portanto, na criação de seus documentos e dos seus sistemas de recursos.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro.

Referências

BIFANO, F. Institutional resources at university admission: emerging documentational identity for the analysis of the professor's work. In V. Gitirana et al, (Eds.).

Proceedings of the Re(s)ources 2018 international conference, p. 147 a 150. Lyon: ENS de Lyon, 2018. Disponível em: <https://resources-2018.sciencesconf.org/resource/page/id/8>

DÉSIRÉ, M. The importance of documentary and digital resources in the definition of quality of higher education. In V. Gitirana (Eds.). **Proceedings of the Re(s)ources 2018 international conference**, pp. 123 a 124. Lyon: ENS de Lyon, 2018. Disponível em: <https://resources-2018.sciencesconf.org/resource/page/id/8>

GUEUDET, G., TROUCHE, L. (Orgs.). **Ressources vives. le travail documentaire des professeurs en mathématiques**. Rennes/Lyon: Presses Universitaires de Rennes/INRP, 2010.

GUEUDET, G. University Teachers' Resources Systems and Documents.

International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Edition, v. 3, p.198-221, abril 2017. <https://doi.org/10.1007/s40753-016-0034-1>

GONZÁLEZ-MARTÍN, A. S.; NARDI, E.; BIZA, I. From resource to document: scaffolding content and organising student learning in teachers' documentation work on the teaching of series. **Educational Studies in Mathematics**, v. 98, n. 3, pp. 231-252, 2018.

IGNÁCIO, R. S. **Criação de capítulo de livro didático digital no Estágio Curricular Supervisionado: uma análise da documentação na formação inicial do professor de Matemática**. Tese de doutorado. Centro Universitário Anhanguera, São Paulo, 2018.

MARTINEZ, M.; CRUZ, R.; SOBERANES, A. The mathematical teacher: a case study of instrumental genesis in the UAEM. In V. Gitirana (Eds.). **Proceedings of the Re(s)ources 2018 international conference**, pp. 211 a 214., Lyon: ENS de Lyon, 2018. Disponível em: <https://resources-2018.sciencesconf.org/resource/page/id/8>

RABARDEL, Pierre. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**, Paris: Armand Colin, 1995.

SIERPINSKA, A. Sur un programme de recherche lié à la notion d'obstacle épistémologique. In: **Construction des Savoirs, Obstacles et conflits**. CIRADE, 1985.

TROUCHE, L.; GUEUDET, G.; PEPIN, B. Documentational Approach to Didactics. In S. Lerman (Ed.). **Encyclopedia of mathematics education**. Cham: Springer. 2018.

VERGNAUD, Gérard. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. **RDM**, v. 10, n. 2-3, p.133-170, 1990.