

SEQUÊNCIA DIDÁTICA ELETRÔNICA COM A TEMÁTICA DERIVADAS: UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I

Jonata Souza dos Santos¹

GD 4 – Educação Matemática no Ensino Superior

Resumo: A temática Derivadas é importante para os cursos de Ciências Exatas, visto que é desenvolvido nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, desde o início dos cursos, e considerada pré-requisito para as disciplinas que a sucedem. Conhecer as dificuldades enfrentadas pelos discentes nesse conteúdo é relevante para que o professor possa realizar o planejamento de aulas com a finalidade de oferecer melhor qualidade no ensino e com o objetivo de sanar tais dificuldades. Posto isso, o objetivo geral desse trabalho será investigar como implementar uma sequência didática eletrônica com a temática Derivadas para estudantes do Ensino Superior, dos cursos de Ciências Exatas. A sequência didática será desenvolvida no sistema SIENA seguindo os testes adaptativos lá inseridos com a temática dessa pesquisa. O sistema SIENA é um sistema inteligente que é capaz de comunicar informações sobre o conhecimento dos alunos em determinado tema, utilizando a combinação de mapas conceituais e testes adaptativos. A metodologia da pesquisa é de caráter qualitativo, com enfoque no estudo de caso. Será desenvolvido um experimento com estudantes matriculados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, na Universidade Luterana do Brasil. Serão analisados os registros escritos dos investigados e os bancos de dados do SIENA. O referencial teórico será baseado em Educação Matemática no Ensino Superior e o Ensino de Cálculo, Derivadas e Sequência Didática. Este trabalho é um projeto de Mestrado e encontra-se na fase de construção da sequência didática.

Palavras-chave: Cálculo Diferencial e Integral. Educação Matemática. Ensino Superior. Sequência Didática Eletrônica.

1 INTRODUÇÃO

A discussão sobre o ensino de Matemática é recorrente na esfera educacional desde a Educação Básica até o Ensino Superior. Essas discussões permeiam sobre o que está sendo desenvolvido, discutindo a qualidade deste ensino e sua adequação para o desenvolvimento de competências nos estudantes, as metodologias mais adequadas a serem utilizadas para cada temática a serem desenvolvidas e os resultados obtidos.

Masola e Allevato (2016) relatam que houve uma democratização no acesso as instituições de Ensino Superior, fazendo com que um grande número de estudantes cheguem as salas de aula das universidades e faculdades com diferentes objetivos e com habilidades

¹ Universidade Luterana do Brasil - ULBRA; Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM); Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática; jonatasantos1995@gmail.com; orientadora: Claudia Lisete Oliveira Groenwald.

diferenciadas, mas claramente com deficiências na formação e/ou domínio no aprendizado dos conteúdos.

Os conteúdos de Matemática são vistos pelos alunos como difíceis e, em muitos casos, ocasionam uma rejeição por parte dos discentes em todos os níveis de escolaridade (REIS, 2005). Para o autor, em geral, os alunos alegam que a Matemática é uma disciplina de difícil compreensão, porque não há uma suficiente construção do conhecimento ao longo da escolaridade básica.

Posto isso, pesquisadores na área de Educação Matemática acreditam que o uso das Tecnologias Digitais pode ser um recurso para a construção de conceitos matemáticos, visto que os recursos tecnológicos como *softwares* pedagógicos estão cada vez mais acessíveis nos ambientes de ensino e aprendizagem, assim, colaborando com o docente em seu planejamento didático com o uso das tecnologias (CYRINO; BALDINI, 2012; HOMA; GROENWALD, 2016).

Cury e Cassol (2004) afirmam que, em geral, os alunos entram na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral com dificuldades em Matemática Básica que são pré-requisitos para estas disciplinas, e, a cada semestre, essas dificuldades se agravam devido as lacunas que possuem, assim a transição da Educação Básica para o Ensino Superior tem trazido dificuldades para alunos e professores.

Ter conhecimento prévio das dificuldades e incompreensões enfrentadas pelos discentes ao responder questões relacionados a temática Derivadas pode ser relevante para que seja possível que o professor realize um planejamento didático individualizado, de acordo com as dificuldades individuais dos estudantes, procurando revisitar conceitos e aplicações de conteúdos nos quais percebem-se lacunas.

Neste sentido surge a pergunta desta investigação: *Como implementar (investigar, desenvolver e avaliar) uma sequência didática eletrônica, visando o conhecimento relativo à temática Derivadas para estudantes do Ensino Superior?*

Para responder ao questionamento apresentado, pretende-se desenvolver uma sequência didática eletrônica, no Sistema SIENA envolvendo a temática Derivadas.

O sistema SIENA foi desenvolvido pelos grupos de pesquisa: Tecnologias Educativas da Universidade de La Laguna, Tenerife, Espanha e Grupo de Estudos Curriculares de Educação Matemática (GECM), da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa pesquisa serão discutidos teoricamente as seguintes temáticas: Educação Matemática no Ensino Superior e o Ensino de Cálculo, a temática Derivadas e Sequência Didática Eletrônica. A seguir apresentam-se as temáticas referidas.

2.1 Educação Matemática no Ensino Superior e o Ensino de Cálculo

Em geral, o debate sobre o processo de ensino e aprendizagem no ensino superior é complexo por haver, por parte de muitos professores, algumas expectativas, em geral, não correspondidas, sobre o conhecimento prévio dos seus alunos (IGLIORI 2009; GONÇALVES, 2012; REIS, 2009).

A falta de conhecimento prévio dos alunos, salas cheias, acúmulo de conteúdo e utilização do método de apenas repetição, tem feito com que o índice de reprovação na disciplina de cálculo Diferencial e Integral I, há muitos anos, tenha permanecido alto (BORSSOI; TREVISAN; ELIAS, 2017; REIS, 2001). Sem fazer crítica ao ensino tradicional de cálculo, (REIS 2009, p.81) defende uma prática pedagógica pautada na abordagem do cálculo sob uma perspectiva de aplicação referenciada na interpretação intuitiva das noções, ou seja, o professor deve traçar seus objetivos e definir a metodologia que será utilizada para ensinar o conteúdo, levando em consideração a real função do Cálculo em cada curso no qual o estudante está sendo formado. O autor ainda ressalta a importância de o professor fazer uma reflexão sobre o papel do cálculo na formação do seu estudante, levando em consideração o curso que o aluno está inserido.

No Cálculo, devem ser utilizadas metodologias diferenciadas para cada curso de graduação no qual esteja inserido, “de modo a garantir que a produção de significado das ideias do Cálculo esteja em estreita relação com o contexto profissional do curso” (REIS, 2009, p. 81).

De acordo com (REIS, 2001, 2009) muitos conceitos do Cálculo são trabalhados na sala de aula de maneira tradicional, por meio de definições, teoremas, demonstrações e propriedades, e em seguida o estudante “ganha” uma lista de exercícios para resolver. Posto isso, muitas vezes, os alunos se preocupam somente em realizar operações algébricas e em memorizar fórmulas, não dando muita atenção aos conceitos e aplicações.

O Cálculo Diferencial e Integral tem por objetivo estudar o movimento e a variação, características dos fenômenos naturais e artificiais, podendo ser considerado a linguagem do paradigma científico e, como instrumento indispensável para quase todas as áreas científicas desde sua consolidação no final do século XVII com Newton e Leibniz (CUNHA; LAUDARES, 2017). Os autores ainda afirmam que o ensino de Cálculo tem dois objetivos principais que são: levar o estudante a pensar de forma organizada e com mobilidade e, aprender utilizar as ideias deste ramo de conhecimento para resolução de problemas em situações da interdisciplinaridade e contextualização.

2.2 Derivadas

De acordo com Eves (2004), o século XVII foi extremamente produtivo para o desenvolvimento da matemática, porém, a realização matemática mais notável do período foi a invenção do cálculo, perto do final do século, por Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz.

As questões de diferenciação tiveram origem de problemas relativos a retas tangentes a curvas e de questões que objetivaram a determinação de máximo e mínimos de funções, a primeira manifestação realmente clara do método diferencial se encontra em algumas ideias de Fermat, expostas em 1629 (EVES, 2004).

Para o aprendizado da Derivada, é importante entender a evolução do pensamento humano, nesse viés, Cantoral (2013) afirma que o ponto de vista sistêmico assume o saber como a construção social do conhecimento e esta é a parte principal, explicar os mecanismos funcionais que permitem o trânsito do conhecimento ao saber.

Autores dos livros de cálculo apresentam a derivada de uma função f como f' sendo definida por:

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

desde que o limite exista e essa definição se origina da inclinação da reta tangente ao gráfico da função f , a qual passa por um ponto que existe nesse gráfico.

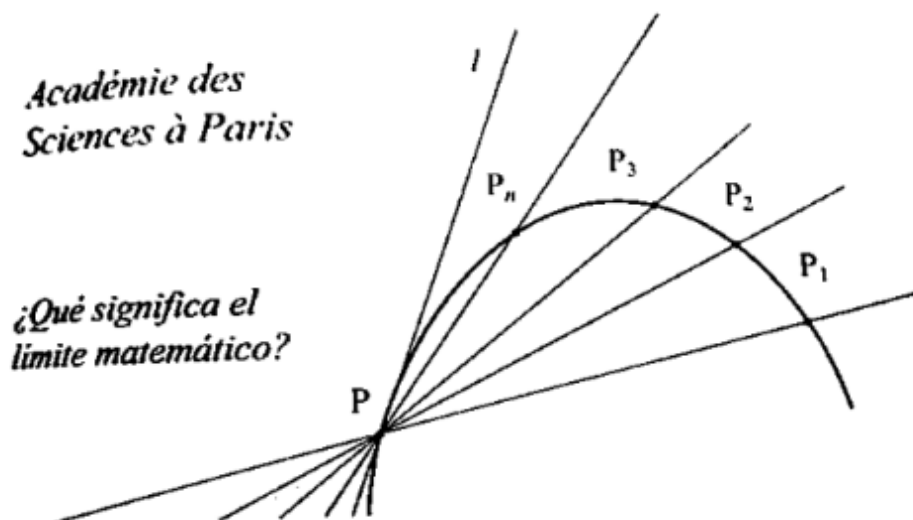
Cantoral (2013) afirma que normalmente a apresentação da derivada como um limite e o emprego da regra de quatro passos para desenvolver as técnicas de derivação. Os quatro passos são:

- Primeiro passo: calcular $f(x + h)$, para h um incremento em x
- Segundo passo: determinar o incremento da função calculando $f(x + h) - f(x)$
- Terceiro passo: calcular variação média pela razão dos incrementos $\frac{f(x+h)-f(x)}{h}$
- Quarto passo: Calcular a variação para o incremento h tendendo a zero por

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h)-f(x)}{h}$$

Essa regra é utilizada no ambiente educacional e é geralmente exemplificada ou representada graficamente com um diagrama que foi elaborado por D’Alambert que propôs um modelo que se tornou um paradigma de explicação escolar. D’Alambert consiste em construir uma sucessão de secantes cujo declive converge para inclinação da reta tangente em P . Isso se explica dizendo que, ao tender a P_n em direção a P , as retas secantes $\overrightarrow{PP_n}$ tendem a reta tangente l (Figura 1) (CANTORAL, 2013).

Figura 1 - Exemplo do limite dado por D'Alambert em 1748



Fonte: CANTORAL, 2013, p. 193.

Cantoral (2013) acredita que essa aproximação não produz uma informação adequada sobre a reta tangente, e nesse sentido propôs uma nova estratégia que é iniciar com a reta e solicitar alunos, nesse caso os alunos do Ensino Médio, que esbocem uma parábola que fosse tangente ao ponto indicado. Então os estudantes teriam que modificar os parâmetros até atingir seu objetivo, que uma vez alcançado, permitiria reconhecer o limite linear da parábola como a fórmula da reta tangente a cada ponto de origem.

$$x^2 + bx + c \leftrightarrow bx + c$$

2.3 Sequência Didática Eletrônica

Dolz e Schneuwly (2004) definem sequência didática como um conjunto de atividades articuladas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, organizadas de acordo com os objetivos propostos que o professor visa alcançar durante o processo de ensino e aprendizagem.

Ao se pensar na configuração das sequências didáticas, Zabala (1998) destaca que se deve buscar melhoria na prática educativa. Para a elaboração das sequências, o autor propõe um conjunto de relações interativas consideradas necessárias e capazes de favorecer o processo de ensino e aprendizagem, a partir do planejamento do professor.

A utilização de uma sequência didática em uma plataforma eletrônica pode trazer vantagens aos docentes e aos discentes visto que é uma possibilidade da utilização de diferentes recursos visuais como vídeos, textos, animações, *softwares*, ou seja, um conteúdo visual que traz uma qualidade maior do que a utilização apenas do quadro e giz. No ambiente informatizado de aprendizagem, os discentes desenvolvem suas atividades de acordo com seu ritmo de aprendizagem, onde lhes serão apresentados os conteúdos com diferentes recursos metodológicos, necessários ao desenvolvimento das competências matemática e conforme suas escolhas preferências e desempenho.

Nesse trabalho utiliza-se o termo sequência didática eletrônica e entende-se como sendo um conjunto de atividades organizadas e desenvolvidas com o uso das tecnologias digitais, na plataforma SIENA, sendo utilizado diferentes recursos didáticos.

Para esse conjunto de atividades, organizadas em uma sequência didática eletrônica, serão seguidas as ideias de Filatro (2008) do *Design Instrucional* contextualizado (DIC) (FILATRO, 2008). Na proposta da autora, busca-se o equilíbrio entre a automação dos processos de planejamento e a contextualização na situação didática, o DIC se aproxima do *design instrucional aberto* visto que considera central a atividade humana (necessidade de mudanças durante a execução), porém não exclui a possibilidade de utilização de unidades fixas pré-programadas conforme objetivos, domínios de conhecimento e contextos específicos.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Visando alcançar o objetivo proposto para esse trabalho, que trata da investigar ações para implementação de uma Sequência Didática Eletrônica, com a temática Derivadas, no Sistema SIENA, para estudantes dos cursos de Ciências Exatas no Ensino Superior, a pesquisa será de caráter qualitativo, que de acordo com Bicudo (2012) é “um modo de proceder que permite colocar em relevo o sujeito do processo, não olhado de modo isolado, mas contextualizado social e culturalmente”, com ênfase em um estudo de caso, que para Lüdke e André (1986), possui as seguintes característica fundamentais:

(1) os estudos de caso visam à descoberta; (2) os estudos de caso enfatizam a “interpretação em contexto”; (3) os estudos de caso buscam retratar a realidade de forma completa e profunda; (4) os estudos de caso usam uma variedade de fontes de informação; (5) os estudos de caso revelam experiências vicária e permitem generalizações naturalísticas; (6) estudos de caso procuram representar os diferentes e as vezes conflitantes pontos de vistas presentes numa situação social; (7) os relatos do estudo de caso utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que os outros relatórios de pesquisa. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 18)

A pesquisa será continuação da pesquisa realizada por Silva (2019), no sistema SIENA, onde foi desenvolvido o grafo, os testes adaptativos com a temática Derivadas e validado com um experimento com estudantes da disciplina de Cálculo I, no conteúdo de Derivadas, do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas, do estado de Tocantins (CEULP/ULBRA). Na continuação será desenvolvida a sequência didática eletrônica para cada conceito do grafo e validado com um grupo de estudantes matriculados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I da Universidade Luterana do Brasil, *campus* Canoas, do estado do Rio Grande do Sul.

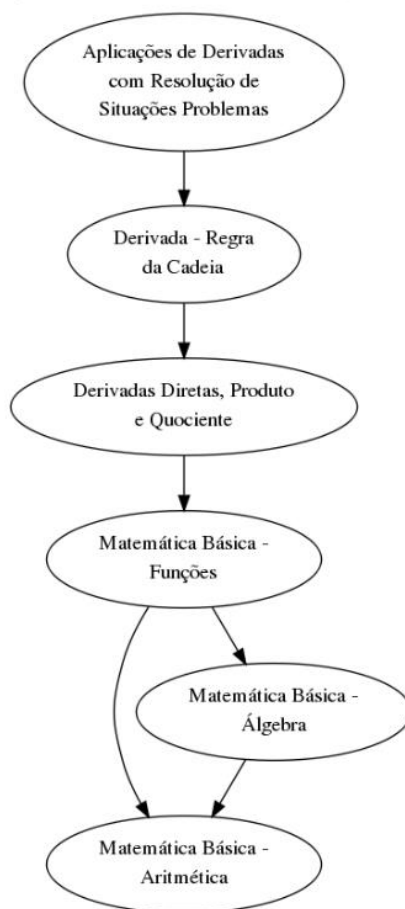
Para o desenvolvimento da pesquisa de Silva (2019) foram construídos seis bancos de questões, compostos de vinte (20) questões, em cada conceito do grafo, de múltipla escolha para cada nível de dificuldade: fácil, médio e difícil, totalizando trezentos e sessenta (360) questões. Os seis conceitos do grafo foram: três de Matemática Básica: Aritmética; Álgebra e Funções; três de Derivadas: Diretas do formulário, Regra do Produto e do Quociente; Regra da Cadeia; e as Aplicações em Resolução de Situações Problemas.

O maior número de erros, no experimento realizado por Silva (2019), foi identificado no conceito 5 do grafo: Derivadas – Regra da Cadeia, em que os acadêmicos enfrentaram dificuldades na resolução das atividades propostas. Destacam-se ainda, dificuldades em interpretação de situações problemas e identificação de função composta. A pesquisa obteve

resultados satisfatórios, visto que possibilitou através dos erros realizados na resolução das questões analisadas, conjecturar sobre as possíveis dificuldades dos alunos.

Neste sentido, esta pesquisa dará continuidade ao projeto Derivadas no sistema SIENA com a implementação de uma sequência didática eletrônica para cada conceito do grafo referenciado (Figura 2).

Figura 2 - Grafo Derivadas e suas aplicações



Fonte: (SILVA, 2019, p. 71).

No experimento a ser realizado, os estudantes farão os testes adaptativos e após a realização dos testes em cada conceito, o sistema SIENA irá gerar a média de acertos, que deverá ser maior ou igual a 0,7 para avançar ao próximo conceito, caso contrário abrirá a sequência didática eletrônica para o estudante, onde terão explicações dos conteúdos por meio de textos, vídeos com explicação do conteúdo, exercícios resolvidos, vídeo com a

resolução de exercícios, indicações de leituras e resolução de atividades que os auxiliem a avançar na compreensão dos mesmos.

Serão investigados um grupo de 20 alunos(as), maiores de 18 anos, dos cursos da Universidade Luterana do Brasil, *campus* Canoas, do estado do Rio Grande do Sul, que estejam matriculados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1.

A coleta de dados será realizada por meio de:

- Questionário para traçar o perfil da turma / dos estudantes (idade, curso, semestre, disciplinas);
- Banco de dados do Sistema SIENA, com os resultados dos testes adaptativos antes e depois do estudo das sequências desenvolvidas.
- Registro dos estudantes ao realizar as atividades durante o experimento;
- Observações participativas, fotos e filmagens.

A análise dos dados se dará através das categorias: Perfil dos estudantes participantes da pesquisa; dificuldades do grupo de estudantes e das dificuldades individuais dos mesmos nos testes adaptativos; validação da sequência didática eletrônica desenvolvida no sistema SIENA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é um projeto de Mestrado que está em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil em fase de desenvolvimento da sequência didática eletrônica para ser inserido no projeto Derivadas no sistema SIENA.

REFERÊNCIAS

- BICUDO, M. A. V. A pesquisa em educação matemática : a introduzindo o tema. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba/PR, v. 5, n. 2, p. 15–26, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1185/840>>. Acessado em: 23 abr 2019.
- BORSSOI, A. H.; TREVISAN, A. L.; ELIAS, H. R. Percursos de aprendizagem de alunos ao resolverem uma tarefa de cálculo diferencial e integral. **Vidya**, Santa Maria/RS, v. 37, n. 2, p. 459–477, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2042/1954>>. Acessado em: 11 jun 2019.

CANTORAL, R. U. **Teoría Socioepistemológica de al Matemática Educativa**. México: Gedisa, S.A., 2013.

CUNHA, L. G. A; LAUDARES, J. B. O comportamento de funções com o estudo de derivadas por sequências didáticas em objeto de aprendizagem. **Vidya**, Santa Maria/RS, v. 37, n. 2, p. 397–416, 2017. Disponível em:
<<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2102/1951>>. Acessado em: 11 jun 2019.

CURY, H.N.C; CASSOL, M. Análise de erros em cálculo: uma pesquisa para embasar mudançaS. **Revista Acta Scientiae**, Canoas/RS, v. 6, p. 27–36, 2004. Disponível em:
<<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/128/116>>. Acessado em: 18 mar 2019.

CYRINO, M. C. C. T.; BALDINI, L. A. F. O SOFTWARE GEOGEBRA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA-UMA VISÃO A PARTIR DE DISSERTAÇÕES E TESES. **Revista Paranaense De Educação Matemática**, Campos Mourão/ PR, v. 1, n. 1, p. 42–61, 2012. Disponível em:
<http://www.fecilcam.br/revista/index.php/rpem/article/viewFile/870/pdf_76>. Acessado em: 26 nov 2018.

DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas/SP, Mercado das Letras, 2004.

EVES, H. **Introdução à História da Matemática**. Campinas/SP, Editora da Unicamp, 2004.

FILATRO, A. **Design Instrucional na prática**. São Paulo/SP, Pearson Prentice Hall, 2008.

GONÇALVES, D. C. **Atividades investigativas utilizando o GeoGebra**. 2012.110f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Ciências Exatas e Biológicas - Departamento de Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

HOMA, A. I. R.; GROENWALD, C. L. O. Incluindo tecnologias no currículo de matemática : planejando aulas com o recurso dos tablets. **Revista IberoAmericana de Educación Matemática (UNIÓN)**, v. 48, p. 22–40, 2016. Disponível em:
<http://www.fisem.org/www/union/revistas/2016/48/132-674-1-ED_corrigido.pdf >. Acessado em: 18 mar 2019.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo/SP, Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MASOLA, W.J.; ALLEVATO, N.S.G. Dificuldades de Aprendizagem Matemática de Alunos Ingressantes na Educação Superior. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 2, n. 1, p. 64–74, 2016. Disponível em:
<<https://seer.imes.edu.br/index.php/REBES/article/view/1267/854> >. Acessado em: 11 mar 2019.

REIS, L. R. **Rejeição à matemática: causas e formas de intervenção**.

Disponível em: <<http://www.revistas.fw.uri.br/index.php/revistadech/article/view/303>>
Acesso em: 14 jan. 2017.

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. 302 f. Universidade Estadual de Campinas, 2001.

REIS, F. S. Rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (Orgs.). **Educação Matemática no Ensino Superior:** pesquisas e debates. Recife: SBEM, p. 81-97, 2009.

SILVA, P. L. G. **Testes adaptativos envolvendo o conteúdo de derivadas:** um estudo de caso com alunos de engenharia civil. 2019. 211 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Luterana do Brasil, Canoas/RS, 2019.

ZABALA, A. **A prática Educativa:** como ensinar. Porto Alegre, Artmed, 1998.