

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA AUXILIADA POR COMPUTADOR: IDENTIFICAÇÃO DAS DIFICULDADES DOS ALUNOS DOS CURSOS DE ENGENHARIA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COM DERIVADAS

Agostinho iaqchan Ryokiti Homa¹

GD4 – Educação Matemática no Ensino Superior.

Resumo: O problema desta investigação foi como implementar um sistema de avaliação diagnóstica que possibilite identificar as dificuldades para a resolução de problemas envolvendo o conceito de Derivadas em alunos de engenharia, identificando o que não se aprendeu e porque não se aprendeu, dentro do contexto da autogestão do conhecimento, no qual o aluno é o protagonista do seu processo de aprendizagem. O objetivo geral foi investigar um modelo de avaliação diagnóstica fundamentado na análise de erro, executável em um sistema de avaliação computacional que identifica as dificuldades dos alunos de engenharias na resolução de problemas. Para o objetivo proposto foram desenvolvidos: a avaliação diagnóstica auxiliado por computador denominada como ADAC; o banco de questões composto de 79 itens de avaliação para as avaliações Matemática (envolvendo manipulações algébricas) e Resolução de problemas (envolvendo resolução de problemas com os conceitos de Derivadas). Para validação do ADAC foi realizado um estudo qualitativo através de um experimento com trinta e nove alunos dos cursos de graduação em engenharias, matriculados nas disciplinas de Cálculo, da Universidade Luterana do Brasil campus Canoas. Para validação dos itens de avaliação foram analisadas as respostas das avaliações Matemática e Resolução de problemas, armazenadas no banco de dados do ADAC, e as entrevistas dos participantes do experimento. Os resultados apontam que o ADAC identificou satisfatoriamente as dificuldades matemáticas associadas às habilidades e competências gerais necessárias a resolução de problemas com Derivadas, dos alunos participantes do experimento.

Palavras-chave: Ensino Superior. Derivadas. Avaliação Diagnóstica. Avaliação auxiliada por Computador.

INTRODUÇÃO

Os cursos superiores de engenharias têm nas ciências exatas, como a matemática, a física e a química, os aportes teóricos fundamentais para o desenvolvimento e formação dos profissionais técnicos. Um aspecto importante a ser trabalhado, nos cursos superiores de graduação em engenharia, é a compreensão dos fenômenos estudados e a competência para representá-los através de modelos matemáticos. Para a construção de tais modelos, é necessário o domínio de conceitos matemáticos, como as funções reais e suas características de valor, de variabilidade/permanência (REZENDE, 2003) e suas representações.

¹ Universidade Luterana do Brasil - ULBRA; Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemáticas; iaqchan@hotmail.com; orientador(a): Claudia Lisete Oliveira Groenwald.

Parte desses conceitos são desenvolvidos no ensino fundamental e no ensino médio, na disciplina de matemática. Contudo, para vários alunos, ao ingressarem no nível superior, há a necessidade da retomada desses conceitos, pois eles são requisitos para a compreensão e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral, indispensáveis para a formação nos cursos superiores de engenharias.

Se por um lado tem-se a consciência da necessidade do conhecimento matemático relativo a funções, por outro, surge a preocupação com a deficiência desse conhecimento. Destaca-se que nem sempre as aplicações desse conhecimento são devidamente realizadas, apresentando o que é comumente denominado como erro. Estudos como os realizados por Cury (2003), Borasi (1996), Barufi (1999), Barichello (2008), analisando os erros matemáticos dos estudantes, apontam a relevância na realização de estudos para a identificação das causas geradoras, assim como a elaboração de estratégias para que ocorra a aprendizagem significativa dos conceitos estudados.

Visando o pleno desenvolvimento das competências matemáticas necessárias para o exercício da profissão de engenheiro, propôs-se a pesquisa para responder à pergunta: *Como implementar² um sistema de avaliação diagnóstica que possibilite identificar as dificuldades para a resolução de problemas envolvendo o conceito de Derivadas em alunos de Engenharia?*

Para responder ao problema proposto, delimitou-se o objetivo geral em investigar um modelo de avaliação diagnóstica fundamentado na análise de erro, executável em um sistema de avaliação computacional que identifica as dificuldades dos alunos de engenharias na resolução de problemas envolvendo os conceitos de Derivadas.

COMPETÊNCIAS MATEMÁTICAS DOS ENGENHEIROS

Dentre as competências do egresso de engenharia identifica-se a resolução de problemas, com os conceitos de variabilidade/permanência, como uma competência ampla que envolve outras competências e habilidades visando o pleno desenvolvimento das competências matemáticas necessárias ao exercício da profissão.

A seguir, apresentam-se as competências matemáticas identificadas direta e indiretamente dentre o rol de competências descritas nas Diretrizes Curriculares Nacionais

² Implementar está sendo utilizado no sentido de desenvolver, aplicar e avaliar.

do Curso de Graduação em Engenharia (BRASIL, 2002) e imprescindíveis ao desenvolvimento da profissão de engenheiro e que formaram a matriz de referência para a elaboração do banco de itens da avaliação diagnóstica desenvolvida:

- identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- conhecimento e compreensão dos princípios científicos e matemáticos subjacentes à engenharia;
- capacidade em aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- conduzir experimentos e ter a capacidade de interpretar resultados;
- capacidade de comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica.

ANÁLISE DE ERROS

É preocupação do professor e do estudante compreender e tratar as causas das dificuldades que levam à execução inadequada das atividades propostas. O aluno, tendo foco na própria formação, objetiva identificar o que não aprendeu e porque não aprendeu, dentro do contexto da autogestão do conhecimento, sendo protagonista do seu processo de aprendizagem.

Entende-se que os erros são parte da produção dos alunos durante a aprendizagem da matemática e podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem (BORASI, 1996; CURY, 2003; REZENDE, 2003; RICO, 1998), pois, ao cometer um erro, o aluno expressa a incompletude do seu conhecimento, permitindo a interferência para levar à compreensão do que lhe falta.

Desse modo, ao identificar as dificuldades do estudante, busca-se fornecer informação sobre o seu conhecimento em relação ao tema que é objeto de estudo e, concordando com Pinto (2000), tornar o erro um objeto observável ao aluno, de maneira que ele possa interagir e, eventualmente, superá-lo.

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa centra os estudos na classe de problemas nos quais os conceitos de variabilidade/permanência estão presentes de modo que o estudante identifique as

situações como sendo diferentes da classe de problemas que requerem somente o valor da função em um ponto, refletindo sobre a resolução do problema, adotando os métodos e procedimentos adequados, executando os cálculos necessários e usando a reflexão e interpretação do resultado final, dentro do contexto de realidade que está inserido.

O conceito de variabilidade/permanência, estudado no Cálculo das derivadas, é composto e organizado como um conjunto de conceitos matemáticos que se relacionam entre si, com relações de dependências levando a situações nas quais a falta de domínio de um determinado conceito, considerado *a priori*, pode afetar a compreensão do conceito *a posteriori*.

A perspectiva na qual o conceito das Derivadas é mais amplo e *posteriori* a outros, sendo necessário para a resolução de uma classe de problemas de engenharia, leva à pergunta que impulsiona essa pesquisa: *como implementar³ um sistema de avaliação diagnóstica que possibilite identificar as dificuldades para a resolução de problemas envolvendo o conceito de Derivadas em alunos de engenharia?*

Para responder à pergunta desenvolveu-se a pesquisa realizada dentro do contexto de uma aprendizagem efetiva, em um processo de autorregulação da aprendizagem, com o questionamento de como alunos de engenharia podem identificar suas dificuldades para a resolução de problemas envolvendo os conceitos de Derivadas.

Para a sua realização definiu-se como objetivo geral: *investigar um modelo de avaliação diagnóstica fundamentado na análise de erro, executável em um sistema de avaliação computacional que identifica as dificuldades dos alunos de engenharias na resolução de problemas envolvendo os conceitos de Derivadas.*

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. delinear uma matriz de referência, fundamentada nas competências e habilidades, de acordo com o perfil dos egressos de um curso de engenharia, conforme o parecer CNE/CES 1.362/2001 (BRASIL, 2001), e o conteúdo do Cálculo, com o tema Derivadas;
2. investigar itens de avaliação para compor o banco de questões do sistema de avaliação diagnóstica, fundamentado na teoria de erros;

³ Implementar está sendo utilizado no sentido de desenvolver, aplicar e avaliar.

3. implementar (desenvolver, aplicar e avaliar) o ADAC⁴, realizando um experimento com estudantes de graduação em engenharia, matriculados nas disciplinas de Cálculo, da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

A investigação proposta visou desenvolver e validar um sistema de avaliação diagnóstica, fundamentado na análise de erro, com suporte nas tecnologias digitais, capaz de identificar os conceitos, prévios ou os associados à epistemologia do Cálculo, que estudantes dos cursos de engenharia não dominam e que dificultam a resolução de problemas que envolvem o conceito de Derivadas. Foi realizada uma pesquisa na perspectiva qualitativa, com enfoque de estudo de caso, uma vez que a mesma tem como foco a compreensão em profundidade dos fenômenos que acontecem no contexto investigado, segundo Triviños (2008).

Considerou-se o enfoque qualitativo, embora tenha sido utilizado, nas análises, para melhor visualização e reflexão sobre os dados coletados, valores quantitativos, organizados em tabelas, que permitiram uma análise mais fidedigna dos mesmos. Optou-se pelo enfoque do estudo de caso porque a validação do sistema diagnóstico construído (ADAC) foi através de um experimento realizado com um grupo de estudantes matriculados nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral dos cursos de engenharias da Universidade Luterana do Brasil, que são: Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica Automotiva, Engenharia Química, Engenharia de Produção. Seguindo a resolução n° 510, de 07 de abril de 2016, a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos e aprovada pelo parecer 2.928.987.

ANÁLISE DE DADOS

Participaram do experimento 39 alunos regularmente matriculados no segundo semestre de 2018 nos cursos de engenharias da Universidade Luterana do Brasil do campus Canoas, sendo que 34 deles responderam à avaliação *Resolução de problemas*, 30

⁴ ADAC – Avaliação Diagnóstica Auxiliada por Computador, explicado no capítulo *Ambiente de Investigação*.

à avaliação Matemática e 25 destes às duas avaliações. Foram analisadas as 1.647 respostas armazenadas no banco de dados do ADAC, buscando validar os itens de avaliação e, por consequência, o ADAC como um sistema diagnóstico eficiente para identificar as dificuldades dos alunos de engenharia na resolução de problemas com Derivadas.

Para uma análise global da avaliação *Matemática* e o grupo de participantes, apresenta-se na Tabela 1 o número de alunos que responderam incorretamente a pelo menos um item, a dois ou mais itens e a três itens. Tomando como referência os alunos que responderam incorretamente a três itens abordando o mesmo conteúdo, somente dois conteúdos estão abaixo de 30%, ordem das operações e a propriedade distributiva da multiplicação sobre a adição. Observa-se, também, que uma proporção considerável de alunos errou em, pelo menos, um item para todos os conceitos, mas se considera que alguns erros podem ser provenientes de engano ou distração. Logo, para o aluno, sua preocupação deve ser com os conteúdos que ele errou duas ou mais vezes.

Tabela 1 – Número de alunos com respostas erradas por conteúdo matemático

Número de alunos que	erram 1 item ou mais		erram 2 itens ou mais itens		erraram 3 itens	
Expressões algébricas (potenciação)	27	90%	22	73%	18	60%
Expressões algébricas (ordem das operações)	22	73%	10	33%	6	20%
Expressões algébricas (propriedade distributiva da multiplicação sobre a adição)	23	77%	12	40%	8	27%
Expressões algébricas (simplificação com frações)	29	97%	25	83%	14	47%
Expressões algébricas (frações algébricas)	23	77%	19	63%	15	50%
Solução de equações não polinomiais	30	100%	28	93%	25	83%
Expressões algébricas (radiciação)	27	90%	22	73%	22	73%

Fonte: A pesquisa.

Na Tabela 2 contabiliza-se o número alunos que responderam incorretamente aos itens agrupados por conteúdos e conceitos cadastrados no ADAC. A primeira coluna contém o número de alunos que erraram pelo menos um item; a segunda traz o número de alunos que erraram dois ou mais itens; e a terceira coluna apresenta a proporção percentual da relação entre a primeira e a segunda coluna.

Ressalta-se que algumas dificuldades aparecem somente em um ou dois itens de avaliação, assim como, pela organização que o ADAC realiza nas perguntas, acordo com as respostas dos alunos, alguns conceitos foram menos apresentados que outros.

Uma visão do grupo de participantes é obtida com os dados da Tabela 2, na qual se observa quantidades expressivas de alunos que erraram dois ou mais itens em *conceito de variação (primeira derivada) e representações algébricas das funções notáveis*, com 76% e 68%, respectivamente.

Tabela 2 - Número de participantes que responderam incorretamente aos itens da avaliação *Resolução de problemas* agrupados pelos conteúdos e conceitos avaliados pelo ADAC

Dificuldades avaliadas pelo ADAC	n° de alunos que erram pelo menos 1 item	n° de alunos que erram 2 ou mais itens	%
Interpretação do enunciado	15	6	18
Modelagem do problema	23	8	24
Representação geométrica e linguagem natural das funções notáveis	32	14	41
Representação geométrica e linguagem natural das cônicas	2	0	0
Representação algébrica das funções notáveis	33	23	68
Representação algébrica das cônicas	3	0	0
Relação de dependência	11	2	6
Conceito de valor	27	10	29
Conceito de variação derivada primeira	32	26	76
Característica de ponto crítico	29	3	9
Interpretação de derivada segunda	4	0	0
Cálculo das derivadas	30	18	53
Derivadas regra da cadeia	22	10	29
Cálculo de limite	18	0	0
Expressões algébricas (ordem das operações)	1	0	0
Expressões algébricas (simplificação com frações)	24	5	15
Equações não polinomiais	9	0	0
Expressões algébricas (potenciação)	20	7	21
Verificação do resultado no contexto	17	4	12

Fonte: A pesquisa.

Para a *Representação geométrica e linguagem natural das funções notáveis*, quase todos os alunos erraram em, pelo menos, um item e quatorze erraram dois ou mais itens, evidenciando as dificuldades na identificação e denominação das funções pela sua representação gráfica. Associado a isso, contabilizou-se que 33 alunos erraram pelo menos um item e 23 erraram dois ou mais itens, selecionando distratores associados a dificuldades na *Representação algébrica das funções notáveis*.

Para a etapa de compreensão na resolução de problemas envolvendo derivadas, considera-se imprescindível o conceito de funções e a capacidade de representação da mesma em todas as formas. Ressalta-se que o importante não é a conversão entre as representações, mas a compreensão e domínio do objeto matemático pelas suas representações.

Os resultados apontam para a falta de domínio do conceito de funções e a não compreensão do conceito de variabilidade, ao observar a quantidade de alunos que erraram pelo menos um item com resposta associada a dificuldades no *conceito de valor e conceito de variação (derivada primeira)*: 27 e 32 alunos, respectivamente. Levando em conta os que erraram dois ou mais itens, tem-se dez alunos para o *conceito de valor* e 26 alunos para o *conceito de derivada (derivada primeira)*. Esses números reforçam as prováveis dificuldades do grupo em relação à compreensão da função de uma variável independente.

Verifica-se também que dos 34 alunos que responderam à sequência para o cálculo de derivadas (regra da cadeia), 22 alunos responderam incorretamente a pelo menos um item e, dentre eles, dez responderam incorretamente a dois ou mais itens, representando 29% do total de alunos participantes. Cabe ressaltar que as respostas do tipo *não sei* contabilizam como dificuldades no *Cálculo de Derivadas*, e não em *Derivadas Regra da Cadeia*.

Analisando em conjunto as dificuldades identificadas como *Cálculo de derivadas* e as *Derivadas Regra da cadeia*, trinta alunos erraram pelo menos uma questão e 26 alunos tiveram dois ou mais erros, totalizando 76% dos participantes do experimento com a avaliação *Resolução de problemas*. Esse percentual evidencia que, mesmo aprovados nas disciplinas de Cálculo I, onde são apresentados a esses conteúdos, os alunos continuam com dificuldades no cálculo de Derivadas.

Em se tratando da resolução de problemas, ficou evidente que os alunos apresentam dificuldades na identificação e na representação de funções, o que dificulta o discernimento do uso da função ou da sua derivada. Os resultados apontam para um procedimento padrão, utilizando os dados fornecidos no enunciado, valorando indiscriminadamente as funções sem avaliar a necessidade ou não do uso da derivada da função.

Os dados provenientes do questionário de perfil identificam que mais de 50% dos alunos não ingressaram no Ensino Superior logo após terminarem o Ensino Médio, trabalham 40 horas semanais e foram aprovados com média entre 6 e 7 na disciplina de Cálculo 1.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como Pochulu (2009) afirma, não basta dizer ao aluno qual é o caminho correto ou qual a solução. Como sujeito ativo do seu processo de aprendizagem, o aluno deve participar de forma efetiva da superação das suas dificuldades geradoras dos erros matemáticos durante a resolução dos problemas. Deve-se, então, tornar o erro um objeto observável ao aluno, de maneira que ele possa interagir e, eventualmente, superá-lo (PINTO, 2000). Nessa perspectiva, o ADAC pode ser considerado válido como uma avaliação do aluno e para o aluno, dentro do contexto da autogestão do conhecimento, no qual o ele é o protagonista do seu processo de aprendizagem, sendo uma ferramenta útil para que ele identifique suas dificuldades matemáticas.

Como informação secundária das análises dos dados, tem-se que o desempenho dos participantes desta investigação corrobora os resultados das pesquisas de Cavasotto (2010), Cury (2003; 2006), Ferreira e Brumatti (2005), que apontam os problemas com os conteúdos da Educação Básica, tais como simplificação, fatoração, potenciação, radiciação e resolução de equações, como as principais causas dos erros na resolução de questões de Cálculo.

Ao término das análises das avaliações, verificou-se um número significativo de respostas incorretas, principalmente na avaliação *Matemática*. Os itens da avaliação *Matemática* requeriam a aplicação de regras e propriedades algébricas estudadas no Ensino Fundamental e Médio, devendo esses serem dominados pelo aluno ao ingressar no Ensino Superior. Mas, pelos resultados da pesquisa realizada, ficaram evidentes as dificuldades matemáticas do grupo com a maioria dos conceitos avaliados.

Ressalta-se que, na avaliação *Resolução de problemas*, o desempenho geral do grupo evidencia problemas nas conversões de representações, com os alunos sendo capazes somente de identificar as funções nas suas formas protípicas, ou seja, as funções são identificadas quando não sofrem nenhuma transformação, seja na forma gráfica ou algébrica. Sendo o objeto matemático acessado pela sua representação, pode-se inferir que alguns alunos não têm estruturado o conceito de funções. Isto se reflete nas estratégias utilizadas para resolver os problemas envolvendo Derivadas, com um número considerável de alunos – 76% – que responderam incorretamente aos itens de avaliação para os quais

era necessário distinguir entre usar a função ou a derivada da função, para resolução do problema.

Os dados armazenados no banco de dados do ADAC diferem da produção escrita na sua forma, mas são carregados de informação sobre o conhecimento do aluno. Compreende-se que o item de múltipla escolha, de certa maneira, guia o aluno, ao restringir as opções para a expressão do seu conhecimento, mas a inclusão das opções de respostas *não sei, não entendi, não sei fazer, não tenho certeza*, permitiu que os alunos afirmassem categoricamente que seu conhecimento é inadequado em relação ao objeto de avaliação.

Um dos receios era de que as opções de respostas do tipo *não sei*, não fossem consideradas ou não fossem selecionadas pelos alunos participantes do experimento, frente ao fato de eles estarem habituados à seleção aleatória da opção de resposta, conhecida como “chute”, quando não sabem a resposta correta em avaliações seletivas, como as realizadas durante os cursos de formação. Os resultados mostram que os participantes não hesitaram em utilizá-las, representando 19% de todas as respostas analisadas, validando-as como uma importante fonte de informação sobre o conhecimento do aluno, ao declarar explicitamente a inadequação do conhecimento sobre o objeto de avaliação.

CONCLUSÃO

Considera-se que a pesquisa realizada levou a uma resposta positiva para o objetivo geral de investigar *um modelo de avaliação diagnóstica fundamentado na análise de erro, executável em um sistema de avaliação computacional que identifica as dificuldades dos alunos de engenharias na resolução de problemas envolvendo os conceitos de Derivadas*. Os objetivos específicos também foram alcançados, possibilitando a identificação das dificuldades dos participantes do experimento na resolução de problemas com Derivadas.

O objetivo específico de *investigar itens de avaliação para compor o banco de questões do sistema de avaliação diagnóstica, fundamentado na teoria de erros* foi alcançado com o estudo das pesquisas realizadas sobre análise do erro e o desenvolvimento dos itens de avaliação e seus distratores, resultando em 79 itens de avaliação, com 37 itens para a avaliação *Resolução de problemas* e 42 para a avaliação *Matemática*.

O sistema de avaliação computacional denominado ADAC, as avaliações *Matemática* e *Resolução de problemas*, o experimento realizado e os dados produzidos por ele são resultados do objetivo específico de *implementar (desenvolver, aplicar e avaliar) o ADAC, realizando um experimento com estudantes de Engenharia, matriculados nas disciplinas de Cálculo, da Universidade Luterana do Brasil*. A validação dos itens e seus distratores permite afirmar que o ADAC funcionou satisfatoriamente, identificando as dificuldades matemáticas dos participantes do experimento para a resolução de problemas envolvendo Derivadas.

Como informação secundária, verificou-se pelos resultados que parte do grupo não possui um domínio adequado das conversões entre as representações de função, interferindo na compreensão do objeto matemático, a função de uma variável, com os conceito de valor e variação em um ponto um tanto quanto incompletos. Estas dificuldades conceituais acabam impactando na identificação e uso de estratégias para a resolução de problemas, como observado em parte do grupo.

Os resultados também mostram dificuldades nas operações algébricas que resultaram no número de respostas incorretas na avaliação *Matemática*. Desse modo, o ADAC se mostrou útil ao pesquisador e professor das disciplinas de Cálculo da ULBRA, para conhecer as dificuldades de seus estudantes e, com isto, poder realizar um planejamento didático para suas aulas.

Considerando a validação do ADAC como um instrumento para a autoavaliação do aluno, tem-se a validação funcional, obtida pela análise dos dados e a comprovação das dificuldades matemáticas observadas nos participantes, e a validação da importância do instrumento de autoavaliação dada por 85,7% dos alunos na entrevista de perfil.

Em linhas gerais, os resultados encontrados validaram o ADAC desenvolvido e considera-se que a pesquisa realizada com a avaliação diagnóstica é de interesse e contribui para a Área de Avaliação em Educação Matemática com a temática Derivadas e suas Aplicações.

REFERÊNCIAS

BARICHELLO, L. **Análise de resoluções de problemas de Cálculo Diferencial em um ambiente de interação escrita**. 2008. Universidade Estadual Paulista, [s. l.], 2008.

- BARUFI, M. C. B. **A construção / negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. 1999. Universidade de São Paulo, [s. l.], 1999.
- BORASI, R. **Reconceiving Mathematics Instruction: A Focus on Errors**. Norwood: NJ: Ablex Publishing, 1996.
- BRASIL. CNE/CES 1362/20012001. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>>. Acesso em: 31 maio. 2015.
- BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, [s. l.], v. Secção 1, p. 32, 2002. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>
- CAVASOTTO, M. Dificuldades na Aprendizagem do Cálculo: O que os erros cometidos pelos alunos podem informar. [s. l.], v. 2, p. 146, 2010.
- CURY, H. N. Análise de erros em cálculo diferencial e integral: resultados de investigações em cursos de engenharia. **Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenges-antecedentes/2003/2003--xxx-cobenge-rio-de-janeiro-rj>>. Acesso em: 16 out. 2014.
- CURY, H. N.; KONZEN, B. Classificação E Análise De Erros Em Álgebra. In: **IX Encontro Gaúcho de Educação Matemática**. Caxias do Sul: UCS, 2006.
- FERREIRA, D. H. L.; BRUMATTI, R. N. M. Dificuldades em matemática em um curso de engenharia elétrica. **Horizontes**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 51–60, 2005.
- PINTO, J. J. M. S. **Métodos infinitesimais de Análise Matemática**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.
- POCHULU, M. Análisis y categorización de errores en el aprendizaje de la matemática en alumnos que ingresan a la universidad. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s. l.], p. 1–15, 2009. Disponível em:
<<http://www.cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/eudoxus/article/viewArticle/347>>
- REZENDE, W. M. **O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica**. 2003. Universidade de São Paulo, [s. l.], 2003. Disponível em:
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-27022014-121106/publico/WANDERLEY_REZENDE.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2014.
- RICO, L. Errores en el aprendizaje de las matemáticas. In: KILPATRICK, J.; GÓMEZ, P.; RICO, L. (Eds.). **Educación Matemática**. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica S.A., 1998.
- TRIVIÑOS, A. N. da S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2008.