

ANÁLISE DA PRODUÇÃO ESCRITA EM PROVAS DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: ACOMPANHAMENTO E INTERVENÇÕES SIMULTÂNEAS À LUZ DA REINVENÇÃO GUIADA

Diovanna Bortoletto¹

GD 4 – Educação Matemática no Ensino Superior

Resumo: Trata-se de uma pesquisa qualitativa de cunho interpretativo baseada na Análise de Conteúdo de Laurence Bardin. O tema consiste no ensino de Cálculo Diferencial e Integral a estudantes ingressantes em um curso de Engenharia Civil. Utiliza-se da Análise da Produção Escrita para nortear a Avaliação da Aprendizagem e redirecionar tarefas para os estudantes na perspectiva da Reinvenção Guiada.

Palavras-chave: Ensino de Cálculo. Análise da Produção Escrita. Reinvenção Guiada. Matemática no Ensino Superior.

INTRODUÇÃO

Uma das preocupações que permeiam o Ensino Superior dos cursos de Ciências Exatas é a evasão dos estudantes nos cursos de graduação. A perda de estudantes, que não terminam o curso gera desperdícios tanto sociais quanto econômicos, assim na esfera pública são recursos investidos sem o devido retorno.

Segundo Silva Filho *et al.* (2007) a evasão é verificada em todo o mundo, principalmente nos dois primeiros anos de curso. Desta maneira, os autores estabelecem relações por meio dos dados obtidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), sobre a evasão dos estudantes em relação, ao conjunto de todas as Instituições de Ensino Superior (IES), por organização acadêmica, por categoria administrativa, por região geográfica e por área do conhecimento e por cursos.

“A evasão anual média entre 2000 a 2005, para o conjunto formado por todas as IES do Brasil”, foi calculada em 22%. Considerando a análise regional, o estado do Paraná

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE; Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática; Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática; diovannabortoletto10@gmail.com; orientadora: Andréia Büttner Ciani.

tem a evasão anual mais baixa da região Sul. Quando a análise se remete a evasão anual média por área de conhecimento, pode-se perceber que matemática, ciência e computação é a segunda área com maior taxa de evasão sendo ela 28%, bem acima da média do país. Vale destacar que a área de engenharia, produção e construção tem a taxa de evasão em 21%, bem próxima da média nacional. Sendo o curso de Matemática com a maior taxa, com 44% de evasão em 2005 (SILVA FILHO *et al.*, 2007).

Muitos podem ser os motivos aos quais levam os estudantes a abandonarem os cursos. Porém percebe-se uma ligação com as maiores taxas de evasão e com a área de conhecimento da Matemática.

O estudo de Paredes (1994) levantou as justificativas de estudantes que abandonaram o curso, essa pesquisa obteve 145 depoimentos de uma IES pública e 93 depoimentos de uma IES particular. Estes depoimentos foram agrupados em 10 grandes temas,

- dificuldades financeiras que exigem o trabalho simultâneo ao estudo;
- prestar vestibular para mais de uma opção e após a definição por apenas um curso, a inutilização de uma das vagas ocupadas;
- matrícula dos estudantes em cursos inadequados a suas aspirações ou vocações pessoais;
- qualidade dos cursos ministrados incompatível com a idealização prévia dos estudantes;
- aspirações pessoais que durante a graduação interrompem os estudos, como casamentos e gravidez;
- escolha errada do curso, redundando em desistências ou novas tentativas em cursos mais adequados à vocação real;
- má formação do segundo grau, que não é especificamente detectada pelo exame vestibular, por ser apenas classificatório e não eliminatório;
- frequentar um curso de segunda opção enquanto tentam entrar no curso desejado;
- reconhecimento de esforço mais investimentos para chegar a remuneração desejada desistem por existir outra área que apresenta maiores perspectivas de ganho, sem tanto esforço;

- aparecimento de oportunidades de emprego que oferecem segurança de permanência e de remuneração.

Várias são os motivos que justificam a evasão. Muitos estudos e pesquisas têm apontado o motivo da falta de domínio de conhecimentos básicos como necessários para o avanço nos estudos e responsáveis pela evasão (MENESTRINA; MORAIS, 2011; CAVASOTTO; VIALI, 2011; NASSER; SOUSA; TORRACA, 2012; MASOLA; ALEVATTO, 2015; BORTOLETTO; SANTOS; FERREIRA; TONEZER, 2017). Todos os trabalhos citados reconhecem que o baixo rendimento dos estudantes de Ensino Superior pode ser atribuído a lacunas de conteúdo matemático deixadas oriundas do ensino de matemática na Educação Básica.

Há muitos cursos voltados para a área de Ciências Exatas, e nestes é comum encontrarmos a disciplina de Cálculo Diferencial Integral (CDI). Desta maneira, pesquisas dedicam-se a estudar sobre as possibilidades de melhorar o ensino e aprendizagem de CDI, já que nesta disciplina não é diferente dos dados expostos anteriormente, permanece as dificuldades em matemática e também evasão de estudantes do curso.

Cury (2009) [...] aponta que entre 1992 e 2001 cerca de 42% dos artigos publicados nos anais do Congresso Nacional de Engenharia (COBENGE) tinham como foco o ensino e a aprendizagem de Cálculo. Em congressos específicos de matemática esse número também é expressivo: no Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional (CNMAC), entre 2002 e 2005, 19% dos artigos focavam o tema; No Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) entre 2001 e 2004, 36% das pesquisas apresentadas pelo grupo de trabalho sobre Ensino Superior ofereciam essa temática e no Seminário Internacional de Pesquisas em Educação Matemática (SIPEM), entre 2002 e 2006 o tema foi abordado por 49% dos trabalhos relacionados ao Ensino Superior. (RAFAEL; ESCHER, 2015, s/p)

Nota-se um grande interesse em contribuir com o ensino aprendizagem em Cálculo Diferencial Integral, porém os autores apontam que isso não está sendo suficiente, pois as taxas de reprovação continuam aumentando. Por isso, este trabalho se propõe a trabalhar com as avaliações, o que muitas vezes é utilizada apenas como sinônimo de classificação, observando e trabalhando com as produções dos estudantes, para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Diante do que foi apresentado anteriormente, e buscando indicativos e contribuições para a realidade local, o problema de pesquisa configura-se como: O que as produções escritas dos estudantes, em provas da disciplina de Cálculo Diferencial Integral de um curso de Engenharia Civil, podem inferir sobre seus conhecimentos e se intervenções simultâneas são possíveis de resultados positivos quanto às dificuldades?

Visto que há um crescimento em pesquisas de evasão, onde o mesmo pode ser uma consequência da defasagem em conhecimentos básicos em matemática na área das Ciências Exatas. Busca-se compreender quais os conhecimentos dos estudantes e com intervenções simultâneas, guiá-los para possíveis soluções, e espera-se que essas dificuldades não sejam recorrentes em outras produções.

Por fim, com a análise da produção de todos os estudantes de todas suas provas durante o ano letivo, espera-se identificar se realmente a falta de domínio de conhecimentos básico em matemática é um fator presente entre os estudantes que evadiram do curso.

OBJETIVO GERAL

Compreender o que os estudantes demonstram saber por meio da Análise da Produção Escrita nas provas aplicadas no decorrer do ano letivo. Possibilitando uma intervenção simultânea por meio de tarefas e discussões, em que permitam os estudantes serem agentes ativos de sua aprendizagem, ajudando a sanar suas dúvidas e dificuldades, contribuindo para que isso não seja uma das consequências para a evasão no curso de Engenharia Civil.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com o intuito de alcançar nossos objetivos, nos propomos a,

- Identificar os conhecimentos e dificuldades prévias através da análise das produções escritas em provas dos estudantes, durante o ano letivo;

- Fazer intervenções com os estudantes em grupos formados por similaridade por meio das análises, para que haja interação entre eles e que suas dificuldades sejam discutidas e satisfeitas;
- Com estas pretendemos diminuir a evasão do curso, que muitas vezes é consequência do baixo rendimento em Cálculo. Entretanto, buscaremos analisar se há pontos em comum nas produções escritas dos estudantes que desistirão do curso no decorrer do ano.
- Com tudo, espera-se obter subsídios para reorientar a prática docente em curso e contribuir para outros cursos de Cálculo Diferencial e Integral.

JUSTIFICATIVA

Nas pesquisas é notória a preocupação com o ensino e aprendizagem dos estudantes, que por vezes utilizam tempo e recursos investidos e abandonam o curso ou também aqueles que não são aprovados ou não apresentam bom rendimento. Apesar da taxa de evasão da área de conhecimento de engenharia estar próxima da nacional, como mostrou o estudado de Silva Filho *et al.* (2007), ainda é alta se pensarmos que quase um quarto dos estudantes desistem do curso.

Como descrito são vários os motivos pelo qual isto acontece, porém, a insuficiência de conhecimentos básicos de matemática merece atenção, visto a trajetória que os estudantes fazem para chegar até o Ensino Superior. Contudo, a "(...) “falta de base” não é um problema específico do ensino de Cálculo. A “base” que falta aqui, para o ensino de Cálculo, também faz falta para o ensino de outras disciplinas do curso superior" (REZENDE, 2003, p.17).

Desta forma, precisa-se repensar em novas estratégias e “práticas docentes em relação a essa disciplina, com o intuito de proporcionar uma aprendizagem mais significativa” (QUARTIERI; BORRAGINI; DICK, 2012, *apud* FRANZINI; FERREIRA, 2009).

Logo, utilizaremos a avaliação como forma de aprendizagem, pois muitas vezes os métodos avaliativos tem a finalidade apenas de classificar os estudantes com notas. Assim

sendo, utilizaremos a como forma de compreender os conhecimentos dos estudantes para retornar *feedbacks*, e alcançar novos aprendizados que anteriormente não foram possíveis.

REFERENCIAL TEÓRICO

Reconhecendo a importância e necessidade de buscar novos recursos e métodos para o ensino de Cálculo, houve aumento nas pesquisas considerando a produção escrita dos estudantes e os métodos avaliativos, para que deste modo pudessem inferir o que apresentava as produções sobre conhecimentos e dificuldades dos estudantes. Podemos acompanhar essas discussões nos estudos de Trevisan e Mendes (2013), Mendes (2014), Fonseca (2017), Ramos (2017), Borssoi, Trevisan e Elias (2017).

O artigo de Trevisan e Mendes (2013) propõe uma ruptura no contrato didático quando apresenta uma questão problema antes mesmo de iniciar o conteúdo, desenvolvida à luz da reinvenção Guiada, os estudantes participam e discutem estratégias e caminhos para chegar a resolução do problema. O trabalho foi desenvolvido na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I de cursos de Licenciatura e Engenharia.

Mendes (2014) analisou as produções escritas dos estudantes nas provas da disciplina de Cálculo Diferencial Integral de um curso de Engenharia, utilizou a Prova em Fases (10 fases) com intuito de regulação de aprendizagem de conhecimentos básicos para a disciplina. O estudo baseou-se na Educação Matemática Realística com a estratégia da reinvenção Guiada.

Na dissertação do mestrado profissional, Fonseca (2017) apresenta e realiza uma proposta de tarefas para que os estudantes explorem e discutam ideias necessárias para melhor compreender o conceito de derivada na disciplina de CDI em um curso de Engenharia. Por meio da Análise da Produção Escrita dos estudantes nas três tarefas sugeridas, buscou reconhecer as ideias e conceito de derivada mobilizada nas resoluções, procurando entender de que maneira as tarefas contribuíram com o objetivo.

Ramos (2017), em sua dissertação de mestrado profissional sugere e realiza uma proposta de tarefas desencadeadoras de conteúdos da disciplina de CDI em um curso de Engenharia. A autora em seu trabalho adota pressupostos da metodologia *Design Research*

e da Educação Matemática Realística, juntamente com a Análise da Produção Escrita dos estudantes nas tarefas direcionadas pela reinvenção Guiada.

No trabalho de Borssoi, Trevisan e Elias (2017) com intuito de auxiliar alunos da disciplina CDI, foi proposto a realização de tarefas através de um ambiente virtual de aprendizagem em grupo, para haver interação e discussão sobre possíveis soluções, analisando a produção escrita desses alunos, concluiu que as atividades possibilitaram aos alunos se colocarem em atividade e buscar por modelos das situações propostas.

Como observado, há algumas carências e possibilidades para novos recursos e práticas docentes quando mencionamos o estudo de CDI. Portanto, abre-se espaço para um novo trabalho, utilizando a Análise da Produção Escrita como intervenção para nortear a Avaliação da Aprendizagem e redirecionar tarefas para os estudantes na perspectiva da reinvenção Guiada.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Serão analisadas todas as provas durante o ano letivo, realizada no curso de Engenharia Civil, na disciplina de Cálculo Diferencial Integral, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

Este instrumento de pesquisa, as provas, são documentos em arquivos, assim serão realizadas cópias de cada uma com a devida codificação para que a identidade dos estudantes seja preservada, e essa não interfira de nenhuma maneira em nossa análise.

A análise se baseará na Análise de Conteúdo de Laurence Bardin, é possível realizar a Análise de Conteúdo em todos os meios de comunicação que permita realizar “inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens” (BARDIN, 2011, p. 48). Esta está organizada em três polos cronológicos: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, e a inferência e a interpretação (BARDIN, 2011).

A análise se dará de forma horizontal e vertical. Assim será executável um olhar individualizado e também um olhar coletivo, para poder interpretar suas produções e agrupá-las para posterior ser realizado as intervenções de acordo com as inferências feitas.

leitura vertical: leitura de todas as produções de um mesmo estudante. Permite que o professor conheça como o estudante lida com questões de matemática, quais estratégias e procedimentos utilizam na resolução, que dificuldades ele apresenta. Possibilita encontrar similaridades nas produções do estudante e a construção de um perfil do modo de lidar com as questões.

leitura horizontal: leitura das produções de todos os estudantes em uma mesma questão ou problema. Possibilita perceber semelhanças entre essas produções, o que auxilia a identificar estratégias e procedimentos de resolução mais utilizados, inventariar e analisar os acertos e erros mais frequentes. Possibilita a construção de um perfil do modo com a qual a turma de estudantes lida com as questões. Tanto a leitura vertical quanto a horizontal permite que o professor levante hipóteses acerca das produções dos estudantes e propicia a obtenção de informações que auxiliam, durante a inferência e interpretação, a ratificar ou refutar algumas dessas hipóteses.

inferência: busca ir além do que é encontrado na produção do estudante para tentar complementar informações a respeito do seu modo de lidar que não estão visíveis a primeira vista.

interpretação: auxilia a compreender como os estudantes lidam com as questões. Constitui-se em movimentos para tentar atribuir significados para a produção escrita analisada, na busca de compreender o que é encontrado na produção escrita do estudante. (SANTOS; BURIASCO, 2016, p. 243-244)

As autoras definem o que são cada uma dessas ações, por meio de uma análise de 14 produções do Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Matemática e Avaliação (GEPEMA) para a Análise da Produção Escrita em matemática. Portanto, na leitura vertical buscaremos identificar as dificuldades e estratégias utilizadas pelo mesmo estudante, por outro lado na leitura horizontal buscaremos identificar as dificuldades, estratégias e procedimentos coletivos, em cada questão.

Toda produção escrita dos estudantes possibilita análise, e desta pode-se perceber além de certa ou errada, o que eles sabem e o que ainda podem compreender (SANTOS, 2008). Utilizaremos a Análise da Produção Escrita como instrumento de avaliação e como estratégia de ensino, esta abordagem

[...] não tem como objetivo a atribuição de uma nota ou um conceito. O objetivo está em obter informações que possibilitem uma tomada de consciência do ocorrido nos processos de ensino e de aprendizagem e de decisão de modo a auxiliar tanto professor quanto estudantes a organizar e orientar seus trabalhos (SANTOS; BURIASCO, 2016, p. 240).

Após a análise de cada grupo de provas e feito seus agrupamentos por similaridade, serão planejadas e realizadas as intervenções. Estas acontecerão norteadas pelas

características da reinvenção Guiada, esta é compreendida por Hans Freudenthal como um método de ensino de matemática. Na intervenção os estudantes participantes do mesmo agrupamento estarão disponíveis para interagirem entre si e assim tornarem-se autores principais e responsáveis pelo seu conhecimento matemático.

A aprendizagem na reinvenção Guiada é compreendida como “uma atividade social e acontece por meio da interação entre os estudantes e professor”, para tal o estudantes devem “escutar com atenção os outros estudantes, tentar entender as diferentes estratégias”, “pedir esclarecimentos nas resoluções, participar de discussões”, e ter uma “participação ativa” (SILVA, 2015, p. 72).

Após as análises das produções escritas dos estudantes, será retornado um *feedback* no início da intervenção, pois isso “oportuniza o processo de reinvenção Guiada”. Por meio de questões, “perguntas e condução de discussões” os estudantes serão guiados “na rota de reinvenção”, “cabe ao estudante justificar suas estratégias de resolução”. Este método de ensino pode “preencher a lacuna existente entre a matemática informal e a matemática informal” (SILVA, 2015, p. 72).

RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com esta pesquisa compreender de que maneira estes estudantes ingressantes no curso de Engenharia Civil lidam com o primeiro contato com a matemática acadêmica e como a associam aos seus conhecimentos prévios de Matemática. A partir dessa ampliação do conhecimento matemático destes estudantes e da maneira que eles o utilizam em situações de avaliação, espera-se obter subsídios para reorientar a prática docente em curso e subsidiar outros cursos de Cálculo Diferencial e Integral.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

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, v. 37, n. 2, p. 459-477, jul. /dez, 2017.

BORTOLETTO, D.; SANTOS, G. R.; FERREIRA, G. K.; TONEZER, C. A CULPA NÃO É SÓ DA FÍSICA: uma análise das dificuldades em matemática de alunos ingressantes em um curso de Licenciatura em Ciências Exatas. XXII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, 2017, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SNEF, 2017. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0555-1.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2019.

CAVASOTTO, M., VIALI, L. Dificuldades na aprendizagem de cálculo: o que os erros podem informar. **Boletim GEPEM**, nº 59, p. 15-33, jul./dez. 2011.

FONSECA, M. O. S. **Proposta de Tarefas para um Estudo Inicial de Derivadas**. 2017. 100 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

MASOLA, W. J., ALLEVATO, N. S. G. **Matemática: o “calcanhar de Aquiles” de alunos ingressantes na Educação Superior**. São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2014b. 32 p. Disponível em: <http://www.cruzeirodosul.edu.br/wp-content/uploads/2016/03/PE_WilsonJesusMasola-2014-v-publicada.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2019.

MENDES, M. T. **Utilização da Prova em Fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de cálculo**. 2014. 274 f. Trabalho Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, 2014.

MENESTRINA, T. C., MORAES, A. S. Alternativas para uma aprendizagem Significativa em Engenharia: Curso de Matemática Básica. **Revista Brasileira de Ensino de Engenharia**, v. 30, n. 1, p. 52-60, 2011.

NASSER, L; SOUSA, G. A.; TORRACA, M. A. Transição do ensino médio para o ensino superior: como minimizar as dificuldades em cálculo?. V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5, 2012, Petrópolis. **Anais...** Petrópolis: SIPEM, 2012.

PAREDES, A. S. A evasão do terceiro grau em Curitiba. **Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior - USP**: São Paulo, jun. 1994.

RAFAEL, R. C.; ESCHER, M. A. Evasão, baixo rendimento e reprovações em Cálculo Diferencial e Integral: uma questão a ser discutida. In: Encontro Mineiro de Educação Matemática, 2015. **Anais...** Juiz de Fora: Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, s/p, 2015.

RAMOS, N. S. **Seqüências Numéricas como desencadeadoras do Conceito de Convergência: episódios de resolução de tarefas**. 2017. 126 fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

SANTOS, E. R. **Estudo da produção escrita de alunos do Ensino Médio em questões discursivas não rotineiras de matemática**. 2008. 166f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2008.

SANTOS, E. R.; BURIASCO, R. L. C. A análise da produção escrita em Matemática como estratégia de avaliação: aspectos de uma caracterização a partir dos trabalhos do

GEPEMA. **Alexandria**: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 2, p. 233-247, 2016.

SILVA, G. S. **Uma configuração da reinvenção guiada**. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

SILVA FILHO, R. L. L.; MOTEJUNAS, P. R.; HIPÓLITO, O.; LOBO, M. B. C. M. A evasão no ensino superior brasileiro. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, v. 37. n. 132, p. 641-659, set/dez. 2007.