

ANÁLISE DE ERROS MATEMÁTICOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE NA DISCIPLINA RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

Cleyovane Lemos Ribeiro¹,

Albano Dias Pereira Filho²,

Joelson de Araújo Delfino³

RESUMO

A pesquisa tem o objetivo de investigar, analisar e classificar os erros cometidos por acadêmicos na resolução de problemas na disciplina Resistência dos Materiais, ofertada em vários cursos de engenharias. Através da identificação desses erros, a pesquisa buscou identificar o motivo que levou os estudantes a cometerem tais erros, e as possíveis formas de utilizá-los na reconstrução de conhecimentos próprios na disciplina. Este estudo busca contribuir para a reflexão das dificuldades, tanto no ensino quanto na aprendizagem, na disciplina analisada. A investigação se coloca em uma perspectiva qualitativa, sendo que a análise dos erros foi realizada com base na tipologia de Movshovitz-Hadar et al. (1987). Para analisar e categorizar os erros, o processo foi dividido em duas atividades: um teste inicial e duas avaliações institucionais exigidas.

Palavras-chave: Educação Matemática, Avaliação, Análise de Erros, Resistência dos Materiais.

ABSTRACT

The research aims to investigate, analyze and classify the errors committed by students in solving discipline problems in Strength of Materials, which is offered in various engineering courses. By identifying these mistakes, the research sought to identify the reason that led the students to commit such errors, and possible ways to use

¹Graduado em Engenharia Civil pela Universidade de Uberaba (2000). Pós-Graduação em Pavimentação Rodoviária pela Universidade Luterana do Brasil - ULBRA/TO. Professor do curso de engenharia civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos de Porto Nacional – TO. Email: ribeirolemos01@hotmail.com

²Licenciado em Matemática pelo Centro Universitário Luterano de Palmas-CEULP ULBRA. Especialização em Educação Matemática pela Universidade Federal do Tocantins-UFT. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil-ULBRA-RS. Doutorado em Andamento pela Universidade Anhanguera de São Paulo-UNIAN-SP. Professor do Instituto Federal do Tocantins - Campus Porto Nacional. E-mail: albano.filho@ifto.edu.br

³Graduado em Ciências Com Habilitação Em Matemática pela Fundação Ensino Superior de Rio Verde (2000), especialista em Matemática Superior e mestrado em Ciências dos Materiais pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2004). Professor da Faculdade Católica do Tocantins. Email: joelson@catolica-to.edu.br.

them to rebuild their own knowledge in the discipline. Finally, this study seeks to contribute to the reflection of the difficulties, both in teaching and in learning the discipline studied. The investigation arises in a qualitative perspective, and the error analysis was based on the typology of Movshovitz-Hadar et al. (1987). To analyze and categorize the errors, the process was divided into two activities: an initial test and two institutional evaluations required.

Keywords: Mathematics Education, Evaluation, Analysis of Errors, Strength of Materials.

INTRODUÇÃO

A formação de um profissional da construção civil, especialmente na área estrutural, deve ser bastante sedimentada no estudo e compreensão dos esforços mecânicos, visto que estes esforços são o principal foco na área de resistência dos materiais. Antes que este profissional chegue a compreender todos esses esforços existe um amplo caminho a percorrer.

Cavasotto (2010), afirma que o aluno deve representar o principal agente neste processo, não somente como um receptor de informações, mas como protagonista da construção do próprio conhecimento.

PINTO (2000) defende que o homem, por sua natureza erra e continuará errando, porém, é a capacidade de aprender com os erros e com os fracassos que o torna diferente das demais espécies.

A palavra erro no dicionário Aurélio significa, “julgamento contrário à verdade, engano, equívoco, opinião falsa”. Para LUCKESI (1998), ao erro tem sido relacionado à ideia de culpa e castigo, sendo desta forma encarada como algo vergonhoso e censurável. Neste trabalho, o erro será considerado como uma oportunidade didática, uma ocasião para ajudar os alunos a superarem suas dificuldades.

Cury (2007) considera que a análise de erros pode se constituir em uma abordagem de pesquisa e também em uma metodologia de ensino, se empregada em sala de aula com o objetivo de levar o aluno a questionar suas próprias soluções. Além disso, a autora pondera que, em uma perspectiva pessoal, detectar e avaliar a ocorrência de erros ajuda o professor na sua autoanálise e uma possível correção sobre sua metodologia, ineficiência ou inabilidade para ensinar.

Segundo PINTO (2000), no processo de ensino e aprendizagem, o erro pode contribuir positivamente, desde que seja modificada, por parte do educador, a atitude de condenação ao aluno como se esse fosse o único culpado pelo erro, tomando-se

uma postura de tratamento preventivo dos erros. Os erros precisam ser tomados, não simplesmente como uma incapacidade do aluno, mas no contexto de uma visão e postura construtivista, em que os procedimentos sejam mais valorizados que os resultados, os erros poderão ser revestidos em caminhos importantes para inserir novas metodologias no ensino.

Considera-se que, numa concepção de avaliação mais preocupada com a formação do aluno em termos de aprendizagem significativa e duradoura, o erro deixado pelo aluno torna-se uma resposta a ser analisada pelo professor, ou seja, o erro passa a ser um conhecimento, pois ele mostra o caminho do acerto que está ali implícito.

No caso da engenharia dos materiais tem-se que a resistência dos materiais significa a capacidade do material resistir a uma força a ele aplicada. A resistência de um material é dada em função de seu processo de fabricação e os cientistas empregam uma variedade de processos para alterar essa resistência posteriormente. Estes métodos podem ser perfeitamente quantificados e qualificados. Entretanto, tornar materiais mais fortes pode causar uma deterioração de outras propriedades mecânicas.

Para o bom entendimento da disciplina de Resistência dos Materiais é necessário ter uma boa base de matemática elementar, apresentar habilidade de escrever e se comunicar por meio da linguagem matemática, além de ler e compreender os elementos dessa linguagem. O aluno precisa mostrar-se portador dessas habilidades para a obtenção do sucesso desta unidade curricular.

SOUZA (2002) afirma que o conhecimento matemático possui peculiaridades próprias que, por vezes, esbarram em dificuldades e obstáculos em relação ao processo de aprendizagem. Identificar e diagnosticar quais são estes empecilhos constitui-se em uma poderosa ferramenta metodológica que deve estar à disposição do corpo docente da instituição de ensino, para que a partir do reconhecimento dos problemas, possa ser planejada a melhor forma de atuação no sentido de promover a devida correção das dificuldades encontradas.

Para MALTA (2004), muitas das dificuldades encontradas no estudo da Matemática estão intimamente ligadas à deficiência do uso da linguagem escrita, pois expressar de forma clara o raciocínio é equivalente à capacidade de entender resultados. O desenvolvimento da capacidade de expressar o seu próprio raciocínio irá promover o desenvolvimento da capacidade de compreensão da Matemática. E vai além:

Sem o desenvolvimento do domínio da linguagem necessária à apreensão de conceitos abstratos (e, portanto extremamente dependentes da linguagem que os constrói) nos seus diversos níveis, não pode haver o desenvolvimento do pensamento matemático (também em seus diferentes níveis) (MALTA, 2004).

Neste sentido, esta pesquisa buscou identificar o motivo pelo qual são cometidos os erros pelos alunos na resolução de questões referentes à disciplina Resistência dos Materiais oferecida no curso de Engenharia Civil, de uma instituição de ensino superior do Estado do Tocantins,

O objetivo da pesquisa é identificar, analisar e categorizar os erros cometidos pelos alunos na disciplina analisada. Para analisar e categorizar os erros, o processo foi dividido em duas atividades: um teste inicial e duas avaliações institucionais exigidas. Sendo que a análise dos erros foi realizada com base na tipologia de MOVSHOVITZ-HADAR et al. (1987).

As investigações se respaldam no caminho metodológico estabelecido por CURY E CASSOL (2004) na abordagem qualitativa. Quanto à hipótese inicial deste estudo, pressupõe-se que o motivo pelo qual os erros são cometidos está diretamente ligado ao fato da falta de contato e identificação dos alunos com a linguagem escrita. Outra hipótese é a de que tais erros possam ser revestidos em novas perspectivas de ensino e aprendizagem.

Pereira Filho (2012) afirma que, uma análise qualitativa das respostas dos alunos, quando direcionada para uma discussão aprofundada sobre as dificuldades apresentadas por eles, apoiadas nas investigações já realizadas, se confirma como maneira de aproveitar os erros para questionar os estudantes e auxiliá-los a estabelecer seu conhecimento e assim adquirir novos conceitos.

1. MATERIAIS E MÉTODOS

Nas palavras de BOGDAN E BIKLEN (1996) “A abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do objeto de estudo”. Desta forma, este trabalho buscou não somente identificar, descrever e classificar os possíveis erros cometidos por esses estudantes, mas pretendeu, entre outros aspectos, descrever os erros cometidos, categorizando-os e analisando suas possíveis origens na busca da compreensão das dificuldades evidenciadas pelos alunos.

Buscou-se, também, estudar dispositivos de regulação que o professor possa usar na sala de aula para ajudar os alunos a tomarem consciência dos seus erros e a

usá-los como fonte de aprendizagem.

Dentro desta perspectiva, optou-se por utilizar o caminho metodológico estabelecido por CURY E CASSOL (2004), pelo qual as autoras propõem uma metodologia para análise de erros, tomando como base a análise de conteúdo proposta por BARDIN (1979) que considera as seguintes etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, as quais serão mais bem detalhadas posteriormente.

Acredita-se que categorizar os erros significa primeiro, com base nos conceitos selecionados na etapa de identificação, separá-los em categorias, codificando o tipo de erro cometido. Sendo assim, necessário se fez identificar definições de categorias de erros que mais facilmente se correlacionassem e permitissem atender aos objetivos deste estudo. Assim, com o intuito de analisar e categorizar os erros utilizou-se da proposta de Movshovitz-Hadar et al. (1987), que classifica os erros em seis categorias: A, B, C, D, E, F.

Código A – Consideram-se nesta categoria os erros relacionados à discrepância entre os dados do problema e a forma como foram utilizados, ou seja, o aluno retira os dados do problema, mas os utiliza de forma incorreta.

Código B – Nesta classe, estão os erros que se relacionam à tradução incorreta dos itens de uma para outra linguagem.

Código C – Nesta categoria, são incluídos os erros que se relacionam com raciocínios falaciosos, como, por exemplo, tirar conclusões inválidas de um conjunto de dados do problema.

Código D – Esta classificação inclui os erros que se relacionam às definições ou propriedades que não se aplicam no caso, como o uso da propriedade distributiva para uma operação que não goza dessa propriedade. Ou seja, distorções na utilização de definições ou teoremas.

Código E – Neste caso, conforme Movshovitz-Hadar et al. (1987), “cada passo dado pelo aluno avaliado está correto em si, mas o resultado final, da forma como é apresentado, não é a solução para o problema proposto”. Em geral, isso acontece pelo fato de que o estudante não verifica a solução encontrada.

Código F – Nesta classe, estão incluídos os erros computacionais, como os de manipulação algébrica e os que envolvem o uso de algoritmos. Erros técnicos, erros de procedimentos passo a passo na retirada de informações de tabelas e até mesmo na manipulação de símbolos algébricos elementares.

Para que se obtivesse o maior número de informações possíveis, os

instrumentos utilizados foram um teste inicial e duas avaliações Institucionais exigidas. Na análise dos dados, foram observados os erros cometidos. A pesquisa foi efetuada no universo de 60 alunos, matriculados na disciplina Resistência dos Materiais, oferecida no 4º período do curso de Engenharia Civil, no ano 2013, em uma faculdade do Estado do Tocantins.

2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

2.1. Questão 1 do teste inicial

Por meio da questão 1 do teste inicial esperou-se que o aluno desenvolvesse as seguintes competências/habilidades: identificar uma expressão algébrica que representa o comportamento da função; ler, interpretar e transcrever da linguagem corrente para a linguagem simbólica e vice-versa. Conforme se verifica a seguir.

1. Apresente os diagramas de esforço solicitantes internos para estrutura representada abaixo e carregamento externo indicado.

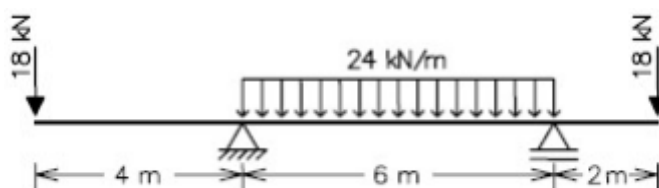


Imagem 1: Questão 1

As respostas apresentadas foram categorizadas conforme a semelhança entre a tipologia de erros apresentada como mostra tabela 1.

Tabela - Classificação dos erros cometidos na questão 1 do teste inicial são mais saudáveis e nutritivos?

Tipos de erros	Quantidade	Comentários
A	16	Os erros desta categoria estão relacionados às dificuldades que os acadêmicos apresentaram após retirar os dados do problema, representar corretamente os diagramas de esforços solicitantes. Alguns erros foram relacionados a domínios e imagens de uma função.
B	07	Os erros classificados nesta categoria foram relacionados à interpretação equivocada do carregamento externo que está atribuído a um trecho específico. Ou seja, tradução incorreta dos dados de uma questão.
C	09	Os erros apresentados foram de procedimentos passo-a-passo na resolução de equação do primeiro grau no tocante a encontrar as reações nos apoios da barra, ou seja, erro de matemática básica.

Imagem 1: Questão 1

Esta questão foi bastante discutida nos exercícios de estrutura isostática, como opção metodológica. Ela veio no primeiro teste, para oportunizar uma reflexão sobre os conhecimentos dos alunos em relação aos tópicos de reação de apoio e representação de diagramas.

Diante das análises acima, destaca-se, a categoria A, que obteve a maior frequência de respostas erradas, como no caso dos 16 alunos que não souberam representar graficamente funções de primeiro e segundo grau, ou seja, os alunos, em sua maioria, retiraram os dados do problema, mas os utilizaram de forma incorreta.

2.2. Questão 2 da primeira avaliação.

A questão apresentava a seguinte redação: “Uma força axial de 40 kN é aplicada a um bloco de madeira de pequena altura, que se apoia em uma base de concreto que repousa sobre o solo. Determine: a) A máxima tensão de esmagamento na base de concreto

b) As dimensões da base de concreto para que a tensão no solo seja de 145 kPa.”

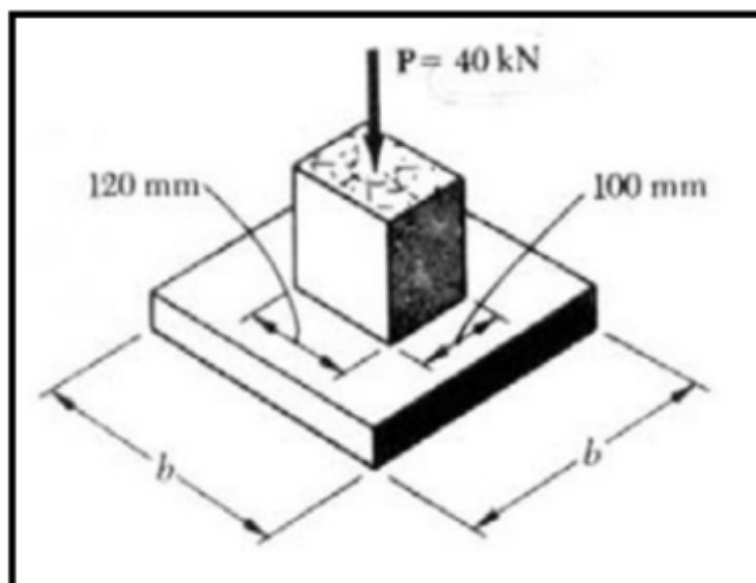


Figura 2 – Questão 2 (Fonte: DEER, 2000)

Tabela 2 - Classificação dos erros cometidos na questão 2 da primeira avaliação

Tipos de erros	Quantidade	Comentários
A	09	Os erros desta categoria estão relacionados às dificuldades que os acadêmicos apresentaram em após retirar os dados do problema, usá-los de maneira correta.
B	15	Os erros desta categoria estão relacionados às dificuldades que os acadêmicos apresentaram em retirar os dados do problema, ou seja, a maior dificuldade foi no sentido de interpretar os dados e posteriormente de transcrevê-los para uma linguagem algébrica matemática.
F	19	Os erros apresentados foram de procedimentos passo-a-passo e também erros de matemática básica na resolução de relações Geométricas no tocante ao calculo de áreas e também transformações de unidades.

Fonte: Dados da pesquisa.

2.3 Questão 3 da primeira avaliação.

A questão 3, presente na primeira avaliação era a seguinte: “A junta está submetida à força de 400 KN do elemento axial. Determine a tensão normal média que atua nas seções AB e BC. Supor que o elemento é plano e tem 1,5 polegadas de espessura.”

A questão 3, presente na primeira avaliação era a seguinte: “A junta está submetida à força de 400 KN do elemento axial. Determine a tensão normal média que atua nas seções AB e BC. Supor que o elemento é plano e tem 1,5 polegadas de espessura.”

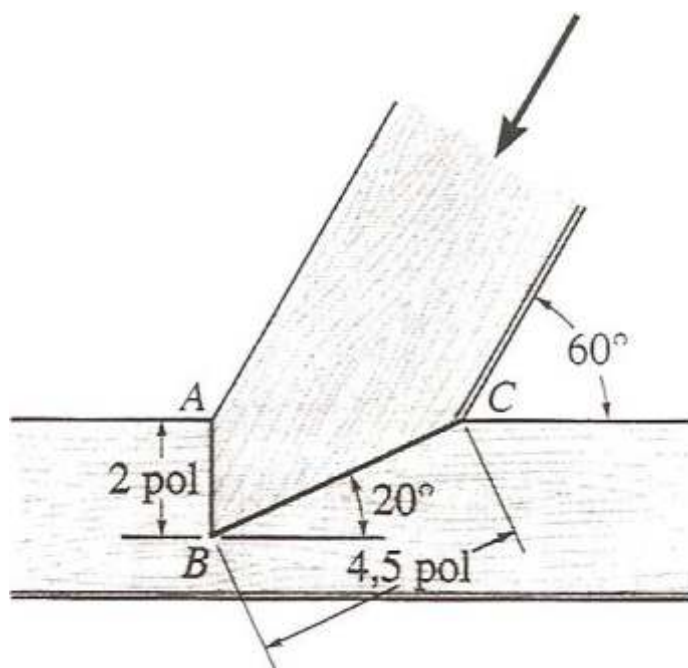


Figura 3 – Questão 3.

Tabela 3 - Classificação dos erros cometidos na questão 3 da primeira avaliação

Tipos de erros	Quantidade	Comentários
B	24	Os erros classificados nesta categoria foram relacionados à interpretação equivocada dos dados, uma vez que os acadêmicos apresentaram dificuldades em relação à percepção dos dados em três dimensões.
F	07	Os erros classificados nesta categoria foram de procedimentos passo-a-passo na resolução de equação de primeiro grau e também erros de matemática básica na resolução de relações trigonométricas no tocante a encontrar os valores de seno, cosseno e tangente dos ângulos para posteriormente calcular as reações nos apoios e forças normais de tração e compressão.

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante dos erros da questão, pôde-se perceber que apesar de se tratarem de alunos que se encontraram no segundo ano de faculdade, eles ainda apresentam grandes dificuldades em relações trigonométricas.

2.4. Questão 2 da segunda avaliação

A questão 2, da segunda avaliação apresentava o enunciado que questionava assim: “Uma luminária de 90 kg e sustentada por duas hastes (AB e AC), como mostra a figura. Determine a tensão normal media em cada haste. Considere $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e $\theta = 43^\circ$.”

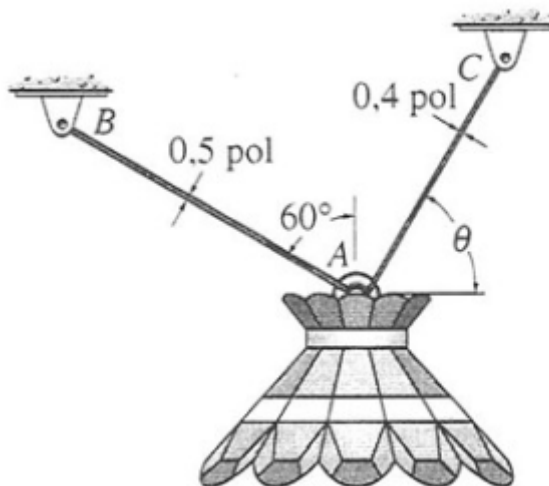


Figura 4 – Questão 2.

Tabela 4 - Classificação dos erros cometidos na questão 2 da segunda avaliação

Tipos de erros	Quantidade	Comentários
B	18	Os erros desta categoria são relacionados à transformação de unidades de medidas. Os acadêmicos retiraram os dados do problema e de certa forma os procedimentos foram corretos, mas os dados estavam sem a conversão das unidades o que acarretou no erro da questão.
F	29	Os erros apresentados foram de procedimentos passo-a-passo e também erros de matemática básica na resolução de relações trigonométricas no tocante a encontrar os valores de seno, cosseno e tangente dos ângulos encontrados para posteriormente as reações nos apoios e forças normais de tração e compressão.

Fonte: Dados da pesquisa.

2.5. Questão 3 da segunda avaliação

Na terceira questão da segunda avaliação, o professor solicitou aos alunos que determinassem a tensão de cisalhamento que atua no plano A da figura.

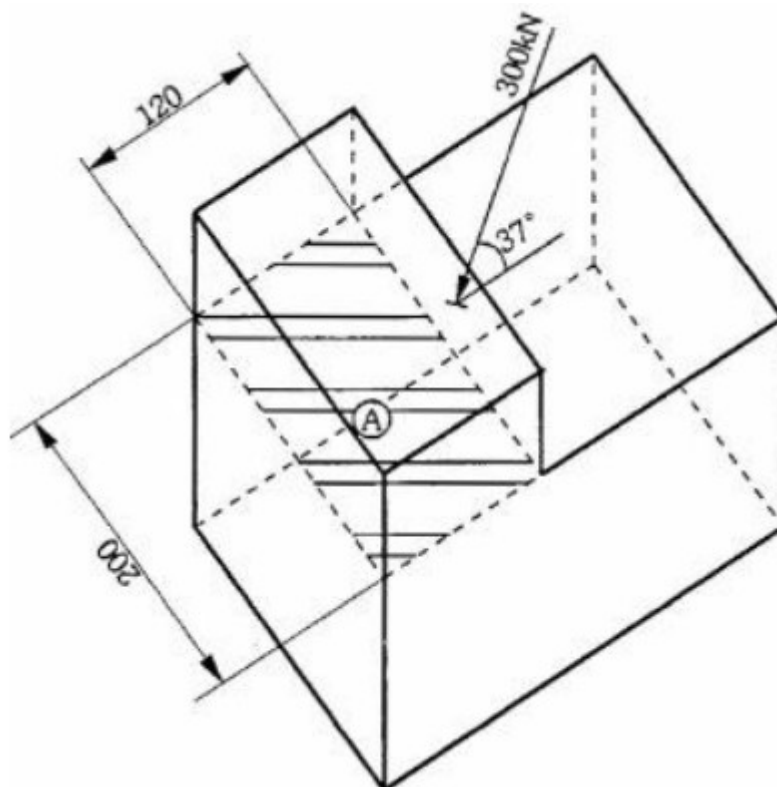


Figura 5 - Questão 3.

Tabela 5 - Classificação dos erros cometidos na questão 3 da segunda avaliação

Tipos de erros	Quantidade	Comentários
B	18	Os erros desta categoria estão relacionados às dificuldades que os acadêmicos apresentaram em retirar os dados do problema, ou seja, na interpretação. Acreditamos que visualizar em três dimensões ainda estava claro para estes alunos.
F	23	Os erros apresentados foram de procedimentos passo-a-passo e também erros de matemática básica na resolução de relações trigonométricas no tocante a reflexão sobre como trabalhar com, seno ou cosseno dos ângulos de 370 ou 530, encontrados para posteriormente as reações nos apoios e forças normais de tração e compressão.

Fonte: Dados da pesquisa.

CONCLUSÃO

A partir desta pesquisa houve a comprovação da hipótese que iniciou este trabalho. Foi possível perceber as dificuldades de contatos que os alunos possuem ao utilizar a linguagem escrita, pois muitos deles não conseguiram interpretar o que a questão propunha, também houve o uso errado dos dados e a dificuldade em relação à Matemática Básica.

Por meio de pesquisas realizadas no Brasil e em outros países sobre o processo de ensino e de aprendizagem da Matemática, podemos afirmar que, o erro é um elemento fundamental e intrínseco no processo de construção do conhecimento. Sendo assim, é pertinente considerar por meio deste trabalho que os professores trabalhem as situações em que os erros estão presentes, para que os alunos percebam os caminhos que os conduziram ao erro e as possíveis soluções que podem ser adotadas para solucionar os empecilhos.

É importante entender o erro como uma maneira pela qual podemos aprender os vários modos de como não fazer alguma coisa. Temos um exemplo claro da história tão conhecida de Thomas Edison. Esse inventor, enquanto trabalhava no desenvolvimento de uma lâmpada elétrica, após muitas tentativas mal sucedidas, foi entrevistado por um jornalista que lhe questionou: Sr. Edison, o senhor já falhou 5000 vezes. Por que o senhor continua perdendo o seu tempo tentando descobrir uma coisa que não dá certo? Ao que Edison respondeu: Meu jovem, você não entende. Eu não falhei 5.000 vezes. Eu descobri 5.000 maneiras de não fazer um bulbo acender com a eletricidade. Se eu continuar tentando, logo irei esgotar o estoque de maneiras erradas de fazer isso e encontrarei a maneira certa.

Entende-se que buscar alternativas para o aluno construir conhecimentos, a partir dos seus erros, em qualquer área ou disciplina, é tarefa diária dos professores em

todos os níveis de ensino. Particularmente, em Resistência dos Materiais, a falta de domínio dos conteúdos de Matemática básica reflete-se diretamente no trabalho em sala de aula. Assim, a motivação norteadora dessa pesquisa centrou-se no intuito de contribuir para uma melhor aprendizagem do ensino de Resistência dos Materiais dos alunos do curso de engenharia.

Durante o período de coleta de dados, foi possível perceber as dificuldades dos alunos com relação aos conteúdos que são abordados na matemática nos níveis fundamentais e médios. Em função disso, em um primeiro momento, buscou-se identificar quais eram os erros mais frequentes ocorridos em suas resoluções, para então classificá-los, tentando elucidar os caminhos de resolução adotados pelos estudantes. Paralelo a essa coleta de dados, buscou-se desenvolver, como estratégia de ensino, um conjunto de atividades e discussões de questões envolvendo os erros mais frequentes e incidentes. Tais atividades foram disponibilizadas no portal do aluno e posteriormente discutidas em sala de aula.

Desta forma, entende-se que a análise dos erros de raciocínio e de cálculo nos registros escritos deveria fazer parte das recomendações de Avaliação, contida nas Diretrizes Curriculares de Educação Básica em todo território Nacional, dada a sua relevância metodológica, pois a partir dessa análise, o professor pode melhor encaminhar os conteúdos, contribuindo para sua ação pedagógica no processo ensino e aprendizagem.

Os erros observados na correção da produção escrita dos estudantes (atividades, testes, provas) podem ser indicadores daquilo que o professor precisa pesquisar para o aprimoramento de suas metodologias de ensino. Para que isso aconteça é necessário que se lance um olhar mais significativo para esses erros.

Os dados obtidos com esta pesquisa podem servir de base para futuras propostas de trabalho, as quais considerem os erros cometidos pelos estudantes, como caminho para a construção de conhecimentos. Os resultados obtidos, além de sinalizarem oportunidades para a elaboração de estratégias de ensino, foram capazes de fornecer ao próprio professor a possibilidade de uma reflexão quanto à metodologia de ensino adotada, oportunizando ao educador adotar a análise de erros no processo diário de ensino da disciplina de Resistência dos Materiais, além das demais disciplinas.

Contudo, espera-se que os resultados obtidos com o trabalho, especialmente as reflexões geradas, podem servir de base para futuras propostas de trabalho, as quais considerem os erros cometidos pelos estudantes, como caminho para a construção de

conhecimentos. Entendemos que os resultados obtidos, além de sinalizarem oportunidades para a elaboração de estratégias de ensino, foram capazes de fornecer aos próprios professores a possibilidade de uma reflexão quanto à metodologia de ensino adotada, oportunizando ao educador adotar a análise de erros no processo diário de ensino da disciplina de Resistência dos Materiais, além das demais disciplinas.

Destaca-se, também, que os resultados da investigação foram divulgados para o Colegiado do Curso de Engenharia e para o Núcleo Docente Estruturante-NDE da Faculdade como forma de contribuir para o aprimoramento do processo de ensino e de aprendizagem da disciplina de Resistência dos Materiais nas Instituições de Ensino. Uma vez que existem as disciplinas que cobram o pré-requisito da aprovação dessa disciplina, além das disciplinas anteriores, como física, mecânica técnica, álgebra ou até mesmo o cálculo vetorial, que seus conhecimentos estão totalmente envolvidos, para que o acadêmico tenha êxito ao estudar Resistência dos Materiais.

Assim, considera-se que o educador, sobretudo, o professor de um curso de engenharia, em todas as unidades curriculares, deve buscar permanentemente conhecer novas técnicas, metodologias e ferramentas que possam auxiliá-lo no ensino de suas disciplinas. Do mesmo modo, como se buscam técnicas, conhecimento didático e assim resgatar processos de avaliação que contribuam para o desenvolvimento da aprendizagem do estudante.

Nesse contexto, é fundamental um olhar para os erros dos alunos, pois é também por meio destes que os estudantes podem se conscientizar de suas dificuldades. Assim, em conjunto, o professor e o aluno podem buscar formas não só de superá-los, mas de utilizá-los como caminhos para reconstrução do conhecimento.

Por fim, tem-se a certeza de que a pesquisa realizada serviu para transformar em persuasão o que, até então, era uma suposição: um olhar investigativo para os erros que os alunos cometem e a sua análise no contexto do conteúdo que está sendo trabalhado pode colaborar de maneira decisiva para uma maior compreensão do processo de apropriação do conhecimento por parte dos estudantes, o que também pode nortear o trabalho do professor.

Espera-se que a investigação possa ser uma oportunidade de reflexão e discussões a respeito da análise de erros, bem como sobre o ensino e de aprendizagem da disciplina de Resistência dos Materiais, para muito além do que foi o aprendizado destes professores.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, Julio Groppa (coord.). **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. São Paulo: Summus, 1997.
- BEER, Ferdinand P.; JOHNSTON, E. Russell; DEWOLF, John T. **Resistência dos Materiais**. 4. ed. São Paulo: Mcgraw-hill Interamericana, 2006. 808 p.
- CASSOL, M.; CURY, H. N. **Análise de erros em cálculo: uma pesquisa para embasar mudanças**. Acta Scientiae (ULBRA), v.6, n. 1, p.27 - 36 2004.
- RICO, Luis. **La Educacion Matemática em La Ensenanza Secundária**. Barcelona-Espanha: Horsori editorial, 1997.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- PEREIRA FILHO, Albano Dias. **Análise de erros produzidos por estudantes de um curso de Engenharia Civil na disciplina de cálculo Diferencial e integral I**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Luterana do Brasil, ULBRA: Rio Grande do Sul, 2012.
- PINTO, Neuza Bertoni. **O erro como estratégia didática: Estudo do erro no ensino da matemática elementar**. Campinas – SP: Papirus, 2000.
- SOUZA, Sueli Spolador Simões. **Erros em Matemática: Um estudo diagnóstico com alunos de 6a série do ensino fundamental**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual Paulista: Marília, 2002.