

ANÁLISE DE ERROS EM AVALIAÇÕES DA DISCIPLINA DE MECÂNICA DOS SÓLIDOS I

André Luís da Silva Batista – andreatista.ufpa@gmail.com

Gabriella Darold Vieira – gabiidarold@gmail.com

Pedro Henrique Gama Neiva – bending.ufpa@gmail.com

Sandoval José Rodrigues Júnior – srodriguesjr@ufpa.br

Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Civil
66075 - 110 – Belém – Pará

Resumo: *Esse estudo teve como objetivo diagnosticar o perfil de comportamento dos estudantes de engenharia frente às questões propostas em avaliações escritas, realizando um levantamento e análise dos erros cometidos nas provas da disciplina Mecânica dos Sólidos I, ofertada na graduação em Engenharia Civil (UFPA). A análise ocorreu com uma amostra de 75 alunos, cursistas da disciplina entre 2016 e 2017, onde foi realizada a detecção e categorização das informações presentes de acordo com a classificação proposta por Cury (2007). Com isso, a análise foi executada em dois aspectos: os erros totais e os erros por assunto da disciplina. Essa segunda categoria engloba os assuntos abordados na ementa da disciplina: 1) reações de apoio, 2) resultantes, 3) propriedades geométricas e 4) treliça. Com o resultado do diagnóstico, foram obtidas informações importantes, como a maior incidência da categoria “B”, indicando que o aluno conseguia desenvolver grande parte do raciocínio esperado, mas não tinha compreensão dos conceitos abordados. Tal resultado corrobora a hipótese de que o aluno está acostumado em resolver exercícios de forma mecânica, sabendo os passos necessários, mas desconhecendo o conceito que fundamenta aquele cálculo. Então, foram sugeridas soluções para otimizar o ensino-aprendizagem dos alunos com a disciplina, com base nas informações obtidas na análise dos erros. Dentre as soluções, foi sugerido o preparo de mais aulas com resolução de exercícios e também com uma maior contextualização dos exercícios, de forma a tornar a matéria mais compreensível e palpável para o aluno, evitando a “mecanização” no processo de resolução das questões.*

Palavras-chave: *Análise de erros. Ensino-aprendizagem. Reprovação e evasão.*

1 INTRODUÇÃO

O processo de aprendizagem como um todo é um amplo conjunto de atividades que obedecem uma sequência de interações entre o sujeito e o objeto, cuja base é a transmissão de conhecimento do professor para o aluno. Tal processo, segundo Mizukami (1986), quando analisado por meio de uma abordagem tradicional, evidencia um caráter cumulativo do conhecimento assimilado ao indivíduo durante a transmissão de informações. Mizukami (1986) ratifica que para a sociedade, ainda sobre uma perspectiva tradicional, a avaliação implementada pelo professor ao aluno visa à exatidão da repetição do conteúdo comunicado em sala de aula.

Organização:



Realização:



Os erros obtidos nas avaliações são comumente compreendidos de forma limitada, principalmente quando são interpretados somente sobre um aspecto de avaliação de desempenho acadêmico (MOREN, 1992). Como corrobora Moren (1992), a análise de erros é capaz de auxiliar na identificação de níveis de dificuldade da aprendizagem e na avaliação e orientação do processo de ensino-aprendizagem, sendo, portanto, necessária para que haja um diagnóstico das principais causas dos erros, para posteriormente embasar uma tomada de decisão a fim de obter melhorias no ensino.

Os erros praticados por alunos nas avaliações em disciplinas matemáticas são ocasionados, dentre os seus variados fatores, pela elaboração de provas extensas, em que o aluno é passivo de erro ao estar sujeito a um processo fatigante de cálculo e pela pressão exercida sobre o aluno no que diz respeito ao desempenho acadêmico satisfatório que o mesmo tem que cumprir. Soma-se a isso o sistema avaliativo, em que grande parte das avaliações é engendrada de forma que uma questão se vincule a outra, ocasionando na perpetuação de um possível erro de uma questão para a seguinte.

Os cursos de Engenharias no geral, tem uma base fundamentada em conceituações físicas e matemáticas, que necessitam de um suporte de cálculo adequado para o desenvolvimento das matérias na área de Estruturas, que compõem a maior parte da grade do curso. A habilidade com cálculo, por muitas das vezes, é vista com certa resistência pelos alunos, devido a seu caráter complexo e multifacetado, de forma que o aluno impõe barreiras e dificuldades para a aprendizagem da matéria.

Dentre tais matérias, destaca-se a Mecânica dos Sólidos, ou Resistência dos Materiais, que segundo Arruda (2001), apresenta demasiada importância por se tratar da matéria central nas engenharias. Silva (2015) constata que a disciplina Mecânica dos Sólidos é caracterizada por possuir um elevado índice de reprovação, que culmina em um alto índice de evasão nos cursos de engenharia.

Diante do exposto, esse estudo teve como objetivo diagnosticar o perfil de comportamento dos estudantes de engenharia, frente às questões propostas nas avaliações, realizando um levantamento e análise dos erros cometidos nas provas da disciplina Mecânica dos Sólidos I, na graduação em Engenharia Civil (UFPa). Com o resultado do diagnóstico, pretende-se sugerir soluções para otimizar o ensino-aprendizagem dos alunos com a disciplina, de forma a combater as causas principais dos erros dos estudantes, para que haja diminuição nos índices de reprovação e evasão do curso.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, efetuou-se a análise de erros nas avaliações da disciplina Mecânica dos Sólidos I de alunos da graduação em Engenharia Civil, com uma amostra de 75 alunos, cursistas da disciplina entre os anos de 2016 e 2017. Desse modo, foi realizada a detecção e categorização das informações presentes de acordo com a classificação proposta por Cury (2007), descrita no Quadro 1.

Organização:



Realização:



Quadro 1 – Categorias de erros.

Classe	Categoria
A	Resoluções corretas
B	Questões em que são desenvolvidas grande parte do raciocínio que é esperado, mas ao final respondem de forma não satisfatória, pelo fato dos alunos não compreenderem o raciocínio que estão desenvolvendo
C	Erros coerentes, que ocorrem quando os alunos não entendem o processo que deve ser realizado e então partem das informações que possuem para deduzir o que deveria ser feito no exercício em questão
D	Alunos que erraram por não entenderem o conteúdo que está sendo abordado
E	Erros originados pela falta de atenção ou dificuldade em conteúdos anteriores ao que está sendo trabalhado

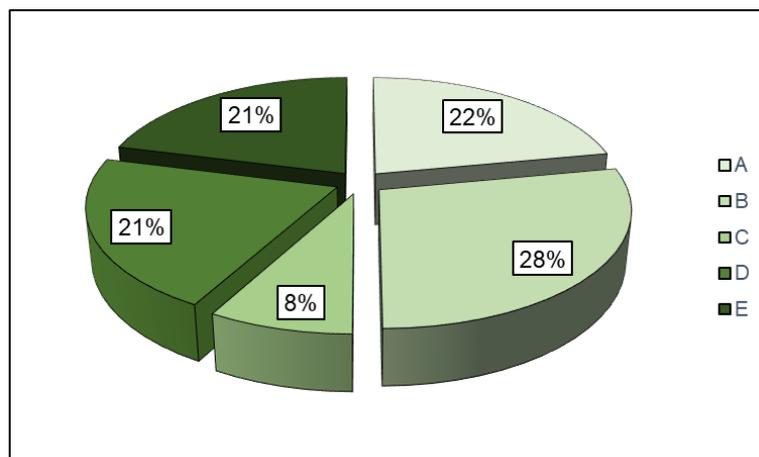
Fonte: Cury, 2007.

Com isso, a análise foi executada em dois aspectos: os erros totais e os erros por assunto da disciplina. Essa segunda categoria engloba os assuntos abordados durante o ensino e aprendizagem da matéria: 1) reações de apoio, 2) resultantes, 3) propriedades geométricas e 4) treliça.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir da contagem e classificação dos erros nos grupos anteriormente explicitados, podem ser visualizados nos gráficos abaixo. A primeira análise feita diz respeito aos erros como um todo.

Figura 1 – Representação dos erros totais por classe.



Observando o gráfico presente na Figura 1, percebe-se que a porcentagem obtida em B (28%) foi maior entre as classes, mostrando que o aluno conseguia desenvolver grande parte do raciocínio esperado, mas não tinha compreensão dos conceitos abordados. Isso significa que o aluno está acostumado em resolver exercícios de forma mecânica, sabendo os passos necessários, mas desconhecendo o conceito que fundamenta aquele cálculo.

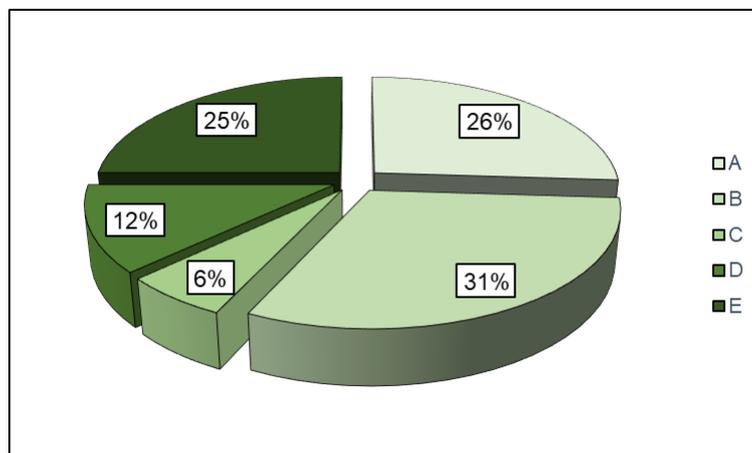
A classe de acertos foi a segunda maior, que significa que 22% das questões foram corretas em sua totalidade, um número considerado baixo. Esse fato pode causar sérios impactos na trajetória acadêmica dos alunos, visto que a Mecânica dos Sólidos é uma matéria necessária para compreensão dos conceitos de diversas outras disciplinas do curso.

A porcentagem apresentada pela classe D é muito próxima a de A. Isso pode ilustrar uma falha no processo de ensino, seja pela falta de didática ou assistência aos alunos, ou aprendizado, que é uma consequência de fatores como baixa frequência nas aulas e dificuldade em estudar sozinho.

A classe C apresentou uma menor porcentagem, indicando que os alunos possuem baixa capacidade interpretativa diante de questões não vistas anteriormente. Isso reforça que muitos exercícios trabalhados em sala de aula e avaliações estimulam um processo de aprendizado mecânico.

A Figura abaixo ilustra os resultados obtidos com a análise de erros para o tópico “Reações de Apoio”, a partir dos quais observa-se que a maior quantidade de erros encontrados foi na classe B. Isso ocorre principalmente porque o assunto em questão necessita de um maior entendimento do conceito de momento e visualização do braço de alavanca de uma força, que é particular para cada questão.

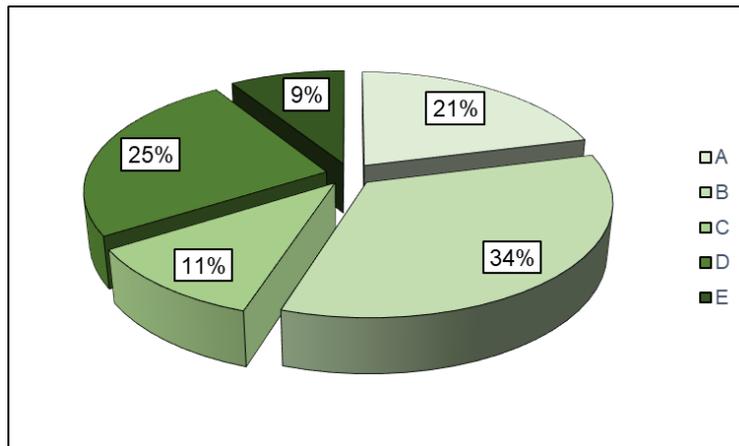
Figura 2 – Representação dos erros do tópico “Reações de Apoio”



Ainda sobre o gráfico acima, percebe-se que a quantidade de erros “graves”, isso é, classe D, foi a menor de todos conteúdos, indicando que os alunos tinham um domínio maior do processo de cálculo. De certa forma esse aspecto é positivo, já que a determinação das reações de apoio é um assunto extremamente necessário e básico para diversas disciplinas.

De acordo com o gráfico apresentado abaixo, referente ao tópico de “Resultantes de um sistema de forças”, a classe de erros B, assim como no tópico “reações de apoio”, foi a mais expressiva, isso é também justificado pelo fato de ambos assuntos terem processo de cálculo similar. Entretanto, a porcentagem de erros na classe D foi mais que o dobro do registrado no tópico de “Reações”, indicando que apesar da similaridade os alunos desconhecem mais a determinação das resultantes de um sistema de forças.

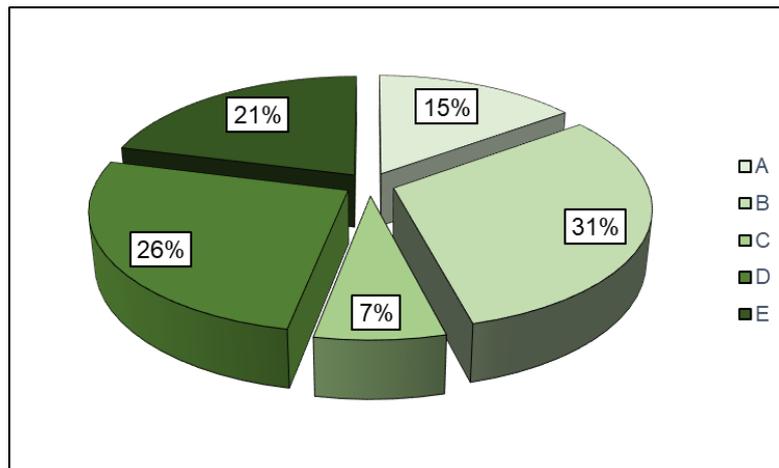
Figura 3 – Representação dos erros do tópico “Resultantes”



Observa-se também que a porcentagem da classe C nesse tópico, é maior que nos demais, o que pode ser justificado pelo fato dos alunos desconhcerem o processo correto de cálculo, mas errarem de forma coerente, pois a determinação das resultantes é feita de forma similar ao de reações.

A Figura abaixo ilustra os resultados obtidos com a análise de erros para o tópico “Propriedades Geométricas”. Uma característica desse assunto é que as muitas etapas de cálculo presentes nas questões, em que para uma mesma seção é necessário determinar a posição do centroide, os momentos de inércia e produto de inércia, corroboram para um baixo número de acertos, fato observado por meio da porcentagem de questões certas, a menor entre todos os tópicos.

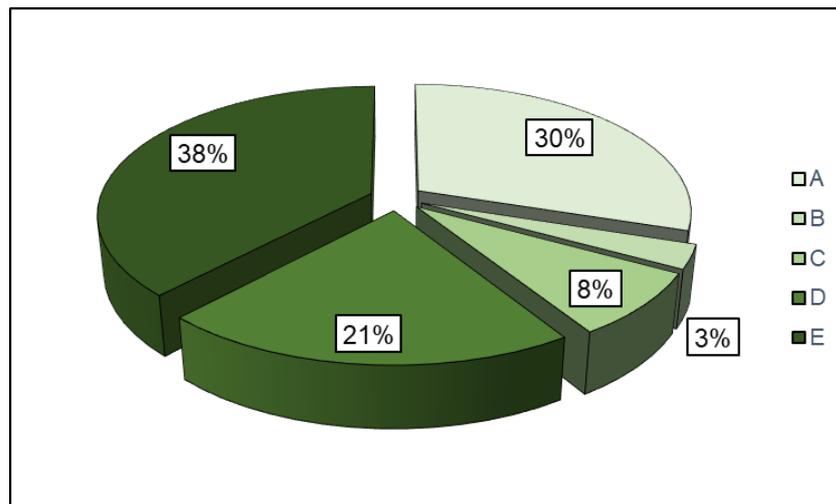
Figura 4 – Representação dos erros do tópico “Propriedades Geométricas”



Nesse tópico também é evidenciada a maior porcentagem de erros considerados graves, isso é, quando o aluno não assimila de fato o conteúdo, o que é explicado por ter os conteúdos cujos conceitos são mais abstratos e, portanto, mais difíceis de serem compreendidos. Assuntos como momento e produto de inércia, geraram erros conceituais graves, tais como valores negativos para momento de inercia.

Por fim, para o tópico “Treliza”, em que o processo de cálculo pode ser considerado extenso e mecanizado, fato mais observado nesse assunto do que nos anteriores, registrou-se uma porcentagem de acertos (classe A) maior do que nos demais, uma vez que o método de análise é de mais fácil reprodução, dispensando a interpretação de conceitos.

Figura 5 – Representação dos erros do tópico “Treliza”



Além disso, esse tópico apresentou uma particularidade em relação aos demais: a classe B, maior em todos os outros tópicos e na análise total, apresentou uma porcentagem muito baixa (a menor entre todas as porcentagens, em todos os tópicos), enquanto que a classe E, apresentou a maior porcentagem. Uma provável explicação está no fato de o processo de cálculo ser extenso e cansativo, em que um resultado depende do outro, contribuindo para uma elevada porcentagem de erros por falta de atenção.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, com o auxílio da análise dos erros, foram observadas e diagnosticadas as características dos perfis dos estudantes investigados, e constatou-se, dentre as várias considerações, que o índice de acerto do total das questões (classe A), de 22%, foi demasiadamente baixo. Tal constatação revela certa dificuldade por parte dos alunos em responderem de forma satisfatória as questões, podendo causar sérios impactos nas suas trajetórias acadêmicas, visto que a Mecânica dos Sólidos é uma matéria necessária para compreensão dos conceitos de diversas outras disciplinas do curso.

Com o objetivo de sanar tal dificuldade, sugere-se que sejam ofertadas mais aulas com resolução de exercícios e também com uma maior contextualização desses, de forma a tornar a matéria mais compreensível e palpável para o aluno. Isso é fundamental, pois o índice de questões resolvidas de forma “mecanizada”, com erros que apontavam a falta de interpretação a respeito do que estava sendo abordado nas questões (classe B), representou a característica mais predominante nas respostas, com 28% do total.

Com base no estudo, percebe-se a necessidade de otimização e aperfeiçoamento quanto ao ensino-aprendizagem na Mecânica dos Sólidos, pois é notável que seja pela falta de didática ou



assistência aos alunos, ou aprendizado, que é uma consequência de fatores como baixa frequência nas aulas e dificuldade em estudar sozinho, há uma carência na compreensão da maior parte dos conteúdos da disciplina. Sugere-se assim que o levantamento de erros sirva de base para que sejam preparados materiais didáticos (apostilas, listas de exercícios, vídeo-aulas, etc.) que auxiliem ainda mais os alunos em assimilar de forma mais eficaz os conteúdos ministrados na disciplina.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, J.R.F. **Introdução histórica à Mecânica dos Sólidos**. Disponível em: http://www.ctec.ufal.br/professor/enl/mecsol1/Introducao_Historica_a_Mecanica_dos_Solidos.pdf
Acesso em: 29 mar. 2018.

CURY, Helena. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos**. 1ª edição, Belo Horizonte: Autêntica. 2007.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: As abordagens do processo**. 1ª edição, São Paulo: EPU, 1986.

MOREN, Elizabeth; DAVID, Manuela; MACHADO, Maria. Diagnóstico e Análise de Erros em Matemática. SciELO, São Paulo, 1992. Caderno de Pesquisa, n. 1, p.43-51.

SILVA, R.A.F.; KOSTESKI, L.E. Monitoria para Mecânica dos Sólidos 2015. In: VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2016, Alegrete. Anais. Alegrete, 2016.

Organização:



Realização:



ANALYSIS OF ERRORS IN SOLID MECHANICS EVALUATION TESTS

Abstract: *The aim of this study was to diagnose the behavioral profile of engineering students in relation to the questions proposed in evaluation tests, and to conduct a review and analysis of the errors made in the tests of the discipline Solid Mechanics I, offered at the undergraduate degree in Civil Engineering (UFPa). The analysis was carried out with a sample of 75 students of the discipline between 2016 and 2017, where the information was detected and categorized according to the classification proposed by Cury (2007). With this, the analysis was executed in two aspects: the total errors and the errors by subject of the discipline. This second category encompasses the subjects addressed in the discipline's menu: 1) support reactions, 2) resulting forces, 3) geometric properties and 4) trusses. With the result of the diagnosis, important information was obtained, such as the higher incidence of category "B", indicating that the student could develop much of the reasoning expected, but did not have an understanding of the concepts addressed. This result corroborates the hypothesis that the student is accustomed to solving exercises mechanically, knowing the necessary steps, but not knowing the concept that bases that calculation. Then, solutions were suggested to optimize the teaching-learning of the students with the discipline, based on the information obtained in the analysis of the errors. Among the solutions, it was suggested to prepare more classes with resolution of exercises and also with a greater contextualization of the exercises, in order to make the subject more comprehensible and palpable to the student, avoiding the "mechanization" in the problem solving process.*

Key-words: *Error analysis. Teaching-learning. Disapproval and evasion.*

Organização:



Realização:

