

ANÁLISE DE ERROS COMETIDOS PELOS ALUNOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA NAS DISCIPLINAS DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I, II E III DO INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA, CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA

Thiago Oliveira Rocha (1); Caio Eduardo Silva Amaral (1); Valdeir Anderson Ferreira Costa (2); Lara Meira da Silva (3); Edson Patrício Barreto de Almeida (4)

IFBA - Instituto Federal da Bahia - thiago.rocha.ismart@gmail.com

IFBA - Instituto Federal da Bahia – caioamaaral@hotmail.com

IFBA - Instituto Federal da Bahia – valanderferreiracosta@gmail.com

IFBA – Instituto Federal da Bahia – laraameira@gmail.com

IFBA - Instituto Federal da Bahia – edsonpatricio2000@gmail.com

Resumo: A análise de erros matemáticos é um assunto de crescente preocupação no cenário brasileiro e mundial. Muitos professores passam a identificar e interpretar diferentes tipos de erros cometidos pelos estudantes, tanto em atividades matemáticas diárias, quanto em trabalhos avaliativos. A alta frequência destes equívocos provoca uma reflexão das possíveis causas e consequências, que se refletem, principalmente, na transição do aluno do ensino médio para o ensino superior. Assim, o presente artigo visa um estudo que descreve os principais erros cometidos pelos discentes no curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal da Bahia (IFBA), campus Vitória da Conquista nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I, II e III, apontando os motivos para tais acontecimentos e traçando idéias para amenizá-los. Para isto, foi distribuído um questionário fechado na qual os entrevistados responderam quatro perguntas de acordo com uma linha temporal de identificação do tipo de erro, sua razão e seu modo de combate. Os resultados mostrados indicam a necessidade da criação ou o desenvolvimento de métodos capazes de amenizar os índices de erros, tais como a elaboração de aulas extras dinâmicas, ferramentas matemáticas e acompanhamento profissional com ênfase no exame dos erros e melhoria na qualidade de educação básica, que auxiliam, então, em uma boa estruturação e aperfeiçoamento do ensino da matemática e, conseqüentemente, na diminuição dos dados indicadores da evasão ou reprovação dos alunos nas disciplinas de Cálculo I, II ou III nos cursos de exatas das variadas instituições de ensino superior do Brasil e, também, de outros países mundo.

Palavras-chave: Análise de erros, Cálculo, ensino da matemática.

1. INTRODUÇÃO

Os estudantes dos mais variados cursos de exatas se deparam, logo no início da vida acadêmica superior, com algumas das disciplinas consideradas mais clássicas e temidas: o Cálculo Diferencial e Integral. O segundo adjetivo empregado acima às disciplinas se agrega a um importante fator que promove a criação da idéia do Cálculo como um obstáculo para o andamento

regular do curso. Logo, essas matérias apresentam elevados índices de reprovação, tornando-as a si mesmas, motivo para a evasão dos alunos das ciências exatas para outras áreas do conhecimento.

Assim, para organizar adequadamente um estudo, o “marco zero” da reflexão deve passar pela análise do relacionamento dos estudantes com a matemática básica, bem como os principais erros cometidos por eles ao resolver exercícios a respeito dessa temática que influencie na evolução da percepção lógico matemática do aluno no decorrer do ensino superior, visto que, como o próprio nome apresenta, ela é a base para a resolução de problemas mais elaborados envolvendo, por exemplo, limites, derivadas e integrais:

Qualquer produção, seja aquela que repete apenas uma solução-modelo, seja a que indica a criatividade do estudante, tem características que permitem detectar como o aluno pensa e, mesmo, que influencias ele traz de sua aprendizagem anterior, formal ou informal. (...)”
(CURY, 2007, p. 13)

Dessa forma, ao revestir-se da abordagem dos principais motivos para o desenvolvimento dos erros nas resoluções de questões, parte-se para a suposição de algumas situações recorrentes, que convergem para a produção de possíveis deficiências, tais como o bloqueio psicológico criado pelo estudante com a disciplina, gerando ansiedade no momento de resolver questões e ocasionando erros básicos, como, por exemplo, erros em soma de frações, ao somar os denominadores; o baixo nível de conhecimento da matemática básica, principalmente no período em que se encontram na fase de aprendizagem inicial dos elementos da Álgebra, quando crianças, além da evolução de conceitos incorretos sobre alguns aspectos aprendidos durante esta fase de estudo, representado por erros em variadas propriedades matemáticas como, por exemplo, o desenvolvimento incorreto do quadrado da soma de dois termos ao elevar ambos os termos ao quadrado; infraestrutura composta de ferramentas antigas e baixa qualidade de ensino nas escolas brasileiras, tendo como consequência, erros na construção e análise de gráficos.

Neste contexto, o presente artigo visa apresentar uma abordagem analítica dos erros cometidos pelos estudantes de Engenharia Elétrica do Instituto Federal da Bahia – Campus Vitória da Conquista nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, com o intuito de promover ações para diminuir a proporção e o grau desses erros, através de propostas didáticas e criativas.

2. METODOLOGIA

Para a realização e organização de um estudo sobre análise de erros no IFBA, elaboramos um questionário fechado que foi distribuído para 50 alunos de Engenharia Elétrica como uma pequena amostra, tendo, como foco principal, os tipos de erros cometidos pelos estudantes, as possíveis causas e algumas possíveis soluções para o problema. A seguir, apresentam-se as questões utilizadas no questionário e, em sequência de cada pergunta, a explicação do porquê ela foi empregada, relacionando-as com os objetivos estipulados para o seu emprego na pesquisa:

2.1. Para você, quais são os erros mais comumente cometidos pelos alunos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I e que influenciam no entendimento da disciplina?

- Uma das principais perguntas do questionário, que visa encontrar os erros mais comuns que aparecem nas resoluções de problemas matemáticos. Assim, através dessa informação, podemos definir quais assuntos e propriedades que os estudantes têm mais dificuldades de entender. Os exemplos utilizados no questionário são mostrados a seguir:

- Erro na utilização da propriedade distributiva:

- $(2x + 3).(8x - 5) = 2x + 3.8x - 5;$

- Erro ao cancelar x^2 no numerador e denominador:

- $\frac{x^2+8x+5}{x^2-8x+5} = \frac{8x+5}{-8x+5} = -1;$

- Erro ao somar frações tanto no numerador quanto no denominador:

- $\frac{x^2}{2} + \frac{x^2}{4} = \frac{x^2+x^2}{2+4};$

- Erro na propriedade de radiciação:

- $\sqrt{x+y} = \sqrt{x} + \sqrt{y};$

- Erro na propriedade do quadrado da soma de dois termos:

- $(x+y)^2 = x^2 + y^2;$

- Erro na propriedade de arcos:

- $\sin(a+b) = \sin a + \sin b;$

- Erro ao separar uma fração em soma de frações:

- $\frac{\sin a \cdot \cos b}{\sin a + \cos b} = \frac{\sin a \cdot \cos b}{\sin a} + \frac{\sin a \cdot \cos b}{\cos b};$

- Erro na construção e análise de gráficos;

- Erro em fatoração e simplificação de expressões;

2.2. Em sua opinião, qual a porcentagem da influência dos erros considerados “primários” na evasão e “DP’s” da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I?

- Essa pergunta visa entender o quanto esses erros (em porcentagem) influenciam no rendimento do aluno na disciplina e na consequente evasão do mesmo no curso;

2.3. Em sua opinião, quais são os motivos para o aparecimento e permanência desses erros nas disciplinas de Cálculo nos cursos de exatas?

- A questão permite elencar as principais razões que ajudam na propagação de erros dos alunos nas disciplinas de Cálculo Integral e Diferencial, além de destacá-las para então refletir acerca de meios que possam impedir e solucionar tais acontecimentos;

2.4. O que deve ser feito para diminuir a incidência de erros cometidos pelos alunos nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral?

- A última pergunta dá sugestões de soluções possíveis para o tema exposto em questão. Os alunos escolhem a que acham mais adequada e efetiva para a promoção da diminuição dos erros matemáticos nos cursos de exatas;

Com essas questões, consegue-se entender a frequência em que os erros na resolução de exercícios estão presentes nos cursos de engenharia do IFBA de modo que, pelas respostas dos estudantes, escolhem-se diferentes idéias que possibilitam amenizar as consequências negativas de tais erros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados adquiridos confirmam uma série de discussões debatidas pelos estudiosos de análises de erros no Brasil e no mundo.

As pesquisas sobre erros na aprendizagem de Matemática devem fazer parte do processo de formação dos futuros professores, pois, ao investigar erros, ao observar como os alunos resolvem um determinado problema, ao discutir as soluções com os estudantes, os licenciandos em Matemática estão refletindo sobre o processo de aprendizagem nessa disciplina e sobre as possíveis metodologias de ensino que vão implementar no início de suas práticas, podendo ajudar seus alunos logo que detectarem alguma dificuldade.” (CURY, 2007, p. 93)

Partindo-se da análise de Cury, organizamos, cuidadosamente, uma breve investigação dos erros apontados pelos alunos, relacionando-os com o processo de aprendizagem e suas consequências no decorrer do ensino superior.

3.1. Erros na construção e análise de gráficos aliada a pouca utilização de instrumentos matemáticos

De acordo com a pequena amostra dos questionários, partindo-se da questão 2.1, com a possibilidade do aluno assinalar mais de uma alternativa, apresenta-se na **Figura 3.1** o gráfico com as respostas dos estudantes:

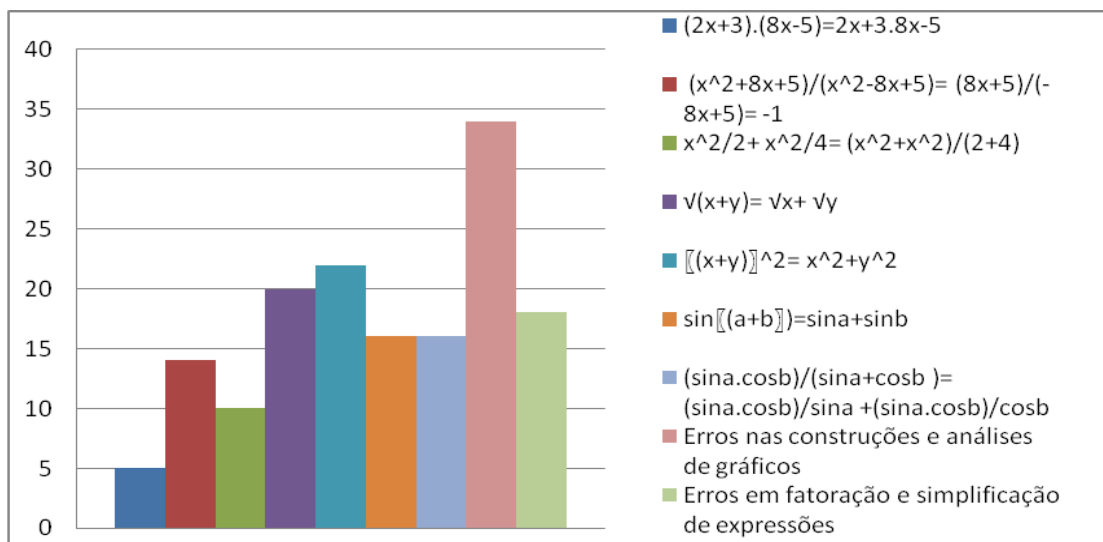


Figura 3.1. Tipos de erros matemáticos cometidos pelos estudantes.

Fonte: Autor

Segundo o que foi observado na **Figura 3.1**, 68% dos entrevistados assinalaram que um dos erros mais comuns é na construção e análise de gráficos, importante instrumento para a resolução de

exercícios de área e volume a partir de Integrais, por exemplo. Assim, muitos alunos erram questões que exigem um olhar bi ou tridimensional de determinado gráfico ou, ainda, a introdução de um sólido em um gráfico tridimensional por meio de coordenadas encontradas em equações de planos, elipses, entre outros. Esse fato demonstra a pouca utilização de recursos que permitam elevar o estudo e conhecimento de gráficos já que a utilização de instrumentos “evidencia para os alunos a importância do papel da linguagem gráfica e de novas formas de representação, permitindo novas estratégias de abordagem de variados problemas” (PCN da Matemática, 1998, p. 44). Com isso, a partir da aplicação de novas ferramentas na matemática “tudo indica que pode ser um grande aliado do desenvolvimento cognitivo dos alunos, principalmente na medida em que possibilita o desenvolvimento de um trabalho que se adapta a distintos ritmos de aprendizagem e permite que o aluno aprenda com seus erros” (PCN da Matemática, 1998, p. 44). Essa idéia é comprovada pelas respostas da questão 4, também com possibilidade de assinalar mais de uma alternativa, apresentada na **Figura 3.2** a seguir:

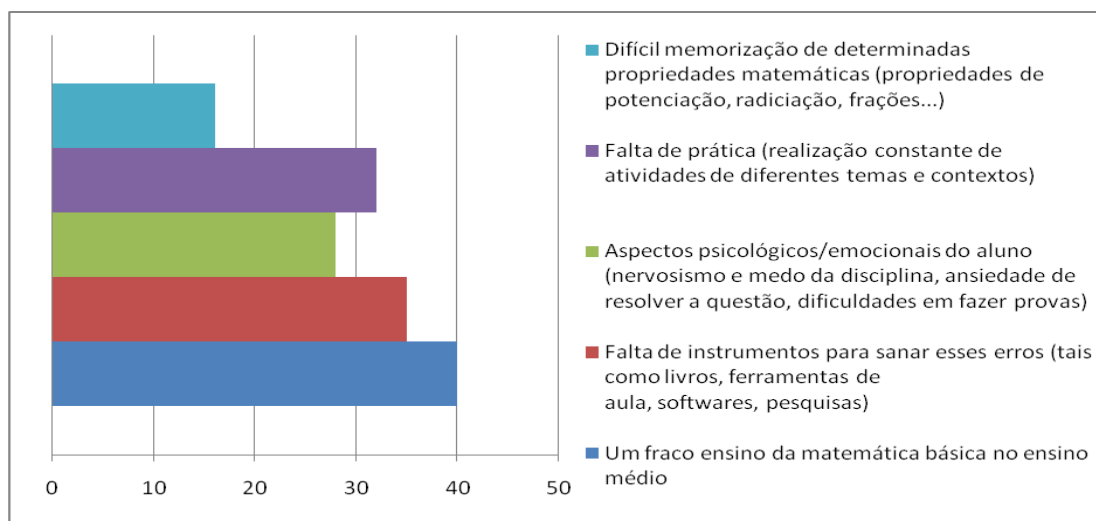


Figura 3.2. Possíveis causas para os erros matemáticos executados pelos discentes.

Fonte: Autor.

A **Figura 3.2** mostra que 70% dos entrevistados responderam que há falta de instrumentos para sanar os erros que aparecem e permanecem nas disciplinas de Cálculo no curso de Engenharia Elétrica do IFBA, o que condiz com a grande incidência de erros na construção e análise de gráficos.

3.2. Erros nas propriedades matemáticas aliada a falta de atividades práticas

Na **Figura 3.1**, os entrevistados também consideraram comuns os erros nas propriedades de radiciação: 40% dos estudantes; e do quadrado da soma de dois termos: 44% dos estudantes, o que indica, segundo a **Figura 3.2**, a falta de prática, ou seja, a falta de realização constante de atividades práticas por parte dos discentes, retratando 64% dos entrevistados. Porém, isso não significa que o estudante deve fazer apenas exercícios que foquem somente no conteúdo matemático em si, mas em meios que possam facilitar o seu aprendizado. Assim, o treinamento constante de variadas propriedades matemáticas aliado a métodos que aperfeiçoem o conhecimento (que variam de acordo com a pessoa), podem se tornar um fator minimizador dos erros matemáticos.

3.3. O fraco ensino da matemática no ensino médio e os aspectos emocionais do aluno

Um estudo importante liga-se a um aspecto que ajuda na propagação dos erros matemáticos: o fraco ensino da matemática no ensino médio vivenciado por muitos estudantes, como apontado por 80% dos entrevistados e informado na **Figura 3.2**.

Segundo (LOPES, 2005 p. 08), “A aula de matemática deveria ser um dos locais privilegiados para preparar o homem que a sociedade hoje reclama. Todavia, o ensino da Matemática ministrado nas escolas prepara alunos com alguma capacidade de cálculo, mas incapazes de resolver problemas” e isso promove uma difícil transição dos alunos do ensino médio para o ensino superior. O reflexo é encontrado em dados do desempenho do Brasil em matemática no PISA 2015, onde a nota média dos brasileiros foi de 377, inferior à dos estudantes da OCDE, que foi 490. (OCDE, 2016, p.168). Logo, introduz-se a pergunta 2.3 do questionário, que relaciona a porcentagem de influência dos erros na evasão dos alunos e repetência na disciplina de Cálculo I, com o resultado mostrado na **Figura 3.3** a seguir.

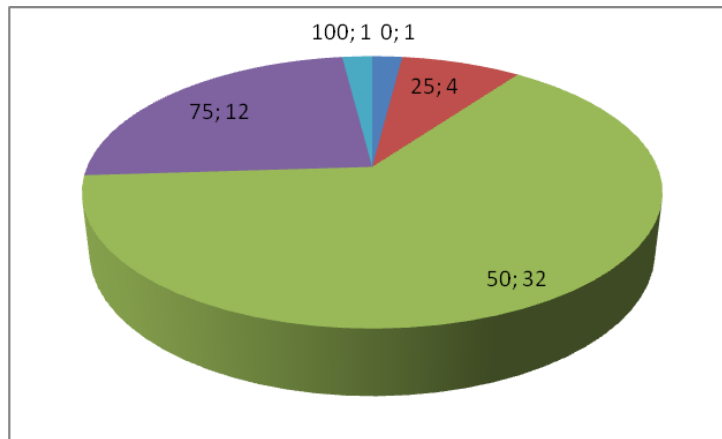


Figura 3.3. Grau de influência dos erros na reprovação nas disciplinas de Cálculo Integral e Diferencial I, II e III.

Fonte: Autor

Dos entrevistados 64% acham que esses erros influenciam cerca de 50% na evasão dos alunos, retratando a grande maioria das respostas. Tal fato se confirma quando analisamos os dados referentes ao índice de reprovação dos alunos do curso de Engenharia Elétrica nas disciplinas de Cálculo I e AVGA (Álgebra Vetorial e Geometria Analítica) entre os anos de 2006 ao segundo semestre de 2014, presentes na **Figura 3.4** a seguir:

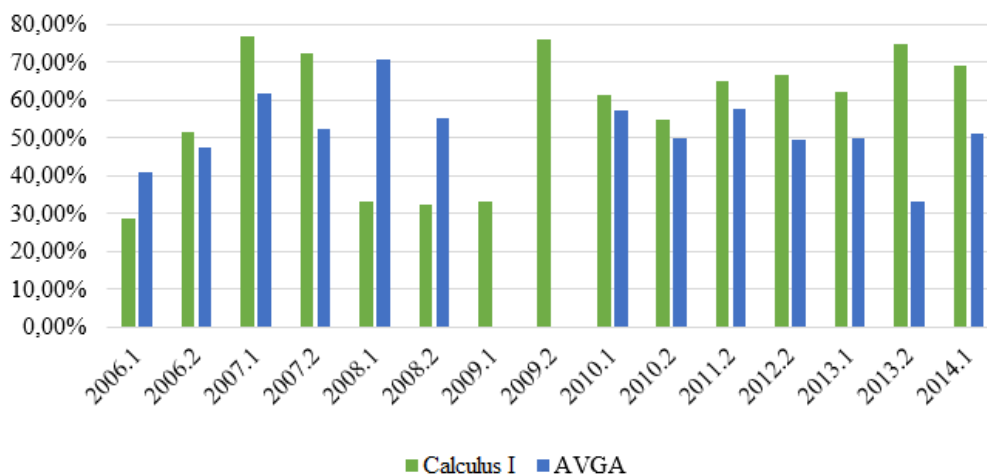


Figura 3.4. Reprovação dos estudantes de Engenharia Elétrica do IFBA em Cálculo I entre os anos de 2006 a 2014.

Fonte: PET Engenharias do Instituto Federal da Bahia (IFBA), campus Vitória da Conquista.

O fato se torna alarmante, visto que os índices de reprovação em Cálculo I se situam próximo aos 80% dos alunos matriculados na disciplina. Convergindo para o mesmo problema, os

aspectos emocionais dos alunos podem contribuir para elevar o índice de erros. Esse é outro tópico em destaque na **Figura 3.2**, onde representa 56% dos entrevistados. Então o aluno, quando vai fazer uma prova, desenvolve uma ansiedade e nervosismo o que aumenta a probabilidade de erros básicos na resolução de questões, tais como erros na fatoração ou simplificação de expressões que representa 36% dos entrevistados e erro nas propriedades trigonométricas, como $\sin(a + b) = \sin a + \sin b$ com 32% dos entrevistados. Por isso, há a necessidade de integrar um ensino de qualidade para qualificar o aluno com relação às bases matemáticas, aliada a uma preparação emocional visando à diminuição dos erros “primários” cometidos pelos discentes durante atividades avaliativas.

3.4. MATECA (Matemática Elementar ao Cálculo)

A abordagem da questão 2.5 tem como principal foco as possíveis soluções para amenizar a propagação e intensificação desses erros no curso de Engenharia Elétrica no IFBA. As respostas para a pergunta se situam na **Figura 3.5** apresentada abaixo:

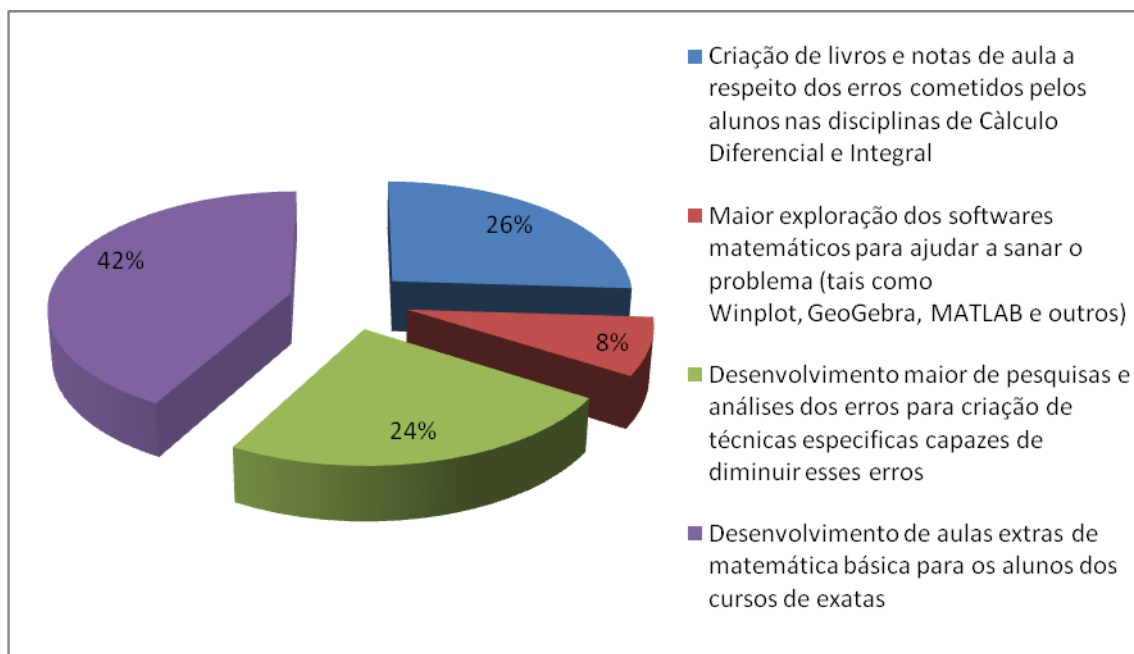


Figura 3.5. Possíveis soluções para diminuir os índices de erros realizados pelos estudantes.

Fonte: Autor.

Conforme a **Figura 3.5**, 42% dos entrevistados afirmam que, para diminuir a incidência dos erros cometidos pelos alunos na disciplina de Cálculo I, é necessário o desenvolvimento de aulas extras em matemática básica para os alunos dos cursos de exatas. Assim criou-se o curso de pré-cálculo MATECA (Matemática Elementar ao Cálculo) no IFBA, na qual os autores do artigo fazem parte. O MATECA é um projeto de extensão voluntário, onde vários alunos promovem aulas extras de assuntos da matemática básica, com a finalidade de auxiliar estudantes do ensino superior na transição entre o ensino médio e a universidade, além de ajudar os alunos do ensino médio e integrado a se preparar pro ENEM e vestibulares. É composto por aulas, monitorias e atendimentos especiais organizados por diferentes comissões, cada uma com um coordenador responsável. Por meio desse curso tentamos diminuir os índices de erros, sempre destacando-os em aulas e alertando os alunos em todas as resoluções de problemas, visto que, “a educação de qualidade é aquela que ajuda a formar a competência do homem frente aos desafios do mundo, agindo na direção da cidadania, da transformação produtiva e do crescimento do ser humano.” (GOLDBARG, 1998, p. 49).

A segunda alternativa mais assinalada foi da criação de livros e notas de aula a respeito dos erros cometidos em Cálculo I, representando 26% dos entrevistados. Essa resposta vai de encontro a um dos objetivos do MATECA, que é a criação de um livro mais dinâmico com atividades que dão ênfase ao processo e a descoberta dos erros mais frequentes vistos nas disciplinas de matemática na engenharia, à medida que, segundo CORAZZA (2001, p. 66) “o livro didático passa a ser então, um instrumento de ensino e aprendizagem de que cada estudante e educador se servem para experimentar processos de construção de pensamento, de conhecimento.”. Através disso, podem-se criar novas técnicas que ajudem a reduzir esses erros, como sugerido por 24% dos entrevistados e elevar os índices de aprovação em Cálculo I.

4. CONCLUSÃO

Assim, através da abordagem inicial dos alunos ingressantes no curso de Engenharia Elétrica e as principais dificuldades desenvolvidas por eles, podemos elencar os erros mais frequentes e tratar cada caso de acordo com sua especificidade, priorizando os meios que facilitem o aprendizado do estudante. Esses métodos se relacionam com os diferentes tipos de erros e ajudam na compreensão do discente sobre a possível origem e suas consequências, quando permanente. De tal modo, o desenvolvimento de aulas extras dinâmicas, como as feitas pelo MATECA em que há a atenção para esse problema, subsidiado por livros criados pelos próprios idealizadores do projeto

são fatores que contribuem consideravelmente para a diminuição dos índices de equívocos. Para o desenvolvimento de outras atividades, é necessário realizar pesquisas mais aprofundadas nesse tema, ainda pouco analisado no Brasil para que, então, possam-se formular idéias que ligam os erros com aspectos psicológicos, temporais e de conhecimento.

Destaca-se, ainda, a influência da educação básica na formação estudantil. O aluno, apresentando um ensino fundamental e médio de má qualidade, carrega uma carga de conhecimento deficitária e desestruturada, gerando sequelas futuras que se desenvolvem no ensino superior. Logo, é de fundamental importância colocar em reflexão a qualidade de ensino básico oferecido aos estudantes de modo a ajudar na reorganização e reestruturação do processo educativo inicial e, assim, influenciar positivamente na questão dos erros cometidos pelos discentes, amenizando-os.

Portanto, a ênfase dada para esses erros é de suma importância para que os alunos cheguem ao ensino superior apresentando maior afinidade com a matemática, reconhecendo suas dificuldades e orientando-se com profissionais de diferentes áreas, alcançando, dessa forma, resultados positivos em temidas disciplinas, como os famosos Cálculos Diferenciais e Integrais I, II e III.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL NO PISA, análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. — São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

CORAZZA, S. M. **Construtivismo pedagógico como significado transcendental do currículo.** Coleção Educação. São Paulo. 2001.

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

GOLDBARG, Marco César. **Educação e qualidade: repensando conceitos.** Revista brasileira de estudos pedagógicos. São Paulo, v. 79, 1998.

LOPES, Ana Vieira, - et al. -Resolução de Problemas-. In: **Actividades Matemáticas na Sala de Aula.** Lisboa: Texto Editores, 2005, pg 7 - 22.

NASCIMENTO, Luiz Paulo do. **Elaboração de projetos de pesquisa:** monografia, dissertação, tese e estudo de caso, com base em metodologia científica. São Paulo: Cengage Learning, 2012, xiii, 149 p.

Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998. 148 p.