

Produto Educacional

As estratégias adotadas por universidades para reduzir a problemática de não - aprovação em Cálculo Diferencial e Integral

Autores:

**Rosane Cordeiro Rafael
Marco Antônio Escher**

Juiz de Fora (MG)
Abril, 2017



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição – NãoComercial 4.0 Internacional.

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/"></a><br />Este trabalho está licenciado com uma Licença <a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/">Creative Commons - Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional</a>.
```

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
1. O ENSINO DE CÁLCULO NO DECORRER DO TEMPO	7
2. ATUAL CENÁRIO DE PESQUISA	10
2.1. COMO SOLUCIONAR O PROBLEMA?	10
2.1.1. Disciplina preparatória	12
2.1.2. Monitoria	13
2.1.3. Cálculo oferecido de maneira diferenciada.....	14
2.1.4. Aulas extras.....	15
2.1.5. Minicursos.....	16
2.1.6. Teste de conhecimentos pontuados	17
2.1.7. Laboratório de Cálculo.....	18
2.1.8. Aula online de revisão	18
2.1.9. Atividade elaborada pelo docente.....	19
2.2. RESULTADOS APÓS INTERVENÇÕES	20
2.3. A EXPERIÊNCIA DA PESQUISADORA.....	22
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
4. REFERÊNCIAS	29
5. ANEXOS.....	30

APRESENTAÇÃO

Esse produto educacional destina-se a professores, pesquisadores e pessoas que tenham interesse na temática referente a não aprovação em Cálculo Diferencial e Integral e tem como finalidade, oferecer ao leitor algumas informações sobre as intervenções realizadas por universidades públicas e privadas da região sudeste com o propósito de reduzir os índices de não-aprovação na disciplina. Além disso, a pesquisadora apresenta a intervenção realizada por ela e outros professores em uma instituição de ensino superior durante o desenvolvimento da pesquisa. Assim, convidamos todos os interessados a conhecer um pouco mais as intervenções que no momento, tentam modificar o atual cenário do ensino de Cálculo.

O processo de construção do conhecimento matemático tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores ao longo das décadas e na Matemática do ensino superior não foi diferente. Pensando nisso, foi elaborado esse produto educacional. Não só com o intuito de instigar o leitor a repensar tal processo, mas, com o objetivo de apontar as propostas de intervenções referentes às reprovações em Cálculo Diferencial e Integral em algumas universidades da região Sudeste.

Como base para esse produto educacional, temos a dissertação de mestrado intitulada “Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias para redução do percentual de não-aprovação”.

O produto educacional considerou as pesquisas realizadas sobre o tema durante a dissertação, além das experiências da pesquisadora no sentido de lecionar Matemática há mais de quinze anos na educação básica e há sete anos dedicar-se à docência no ensino superior. Assim partindo de uma reflexão baseada nessas experiências que considerou também suas frustrações e apreensões no que tange às dificuldades de aprendizagem dos alunos para os quais tem lecionado, a pesquisadora buscou novos caminhos que ajudassem a reparar os equívocos e dificuldades no processo de aquisição de conhecimentos matemáticos.

De todos os problemas referentes à aprendizagem de Matemática nos diferentes segmentos de ensino, o que mais chamou a atenção foi a problemática referente às não-aprovações em Cálculo Diferencial e Integral I. E, nesse sentido, para tornar claro o que se pretende, devemos informar ao leitor que, quando se fala em não-aprovação, estamos nos referindo aos índices elevados de reprovação e evasão na disciplina.

Para constatar a ocorrência da não-aprovação em Cálculo, além do já exposto em pesquisas nas últimas décadas, quatro instituições entre públicas e privadas foram visitadas e, com base nos dados coletados nessas visitas, foi realizado um levantamento referente aos dados de não-aprovação associados aos últimos anos nos cursos onde o Cálculo¹ é considerado disciplina obrigatória.

Durante a pesquisa, a primeira surpresa deu-se pelo fato de que cursos como Farmácia e Agronomia apresentam em seu currículo a disciplina e, ao perceber que o tema poderia tornar-se muito abrangente, optou-se por procurar um público mais específico, restringindo assim a pesquisa somente aos cursos de Engenharia (Produção, Civil, Ambiental e Sanitária, Elétrica e etc.), Computação e Matemática.

A segunda surpresa surgiu ao constatar que os percentuais de reprovação em Cálculo nas instituições privadas são também elevados. Não necessariamente na mesma proporção que o das instituições públicas, mas ainda assim, elevados. Esse fato foi considerado uma surpresa, uma vez que tradicionalmente se ouve frases do tipo: “instituições privadas não reprovam”; “Nessa faculdade, pagou, passou”, entre outras que ainda expressam um pouco mais de prejulgamento quanto a algumas instituições de ensino.

Vendo tal situação, pesquisas antigas foram levantadas de modo que pudéssemos fazer uma comparação entre os dados apresentados por outros pesquisadores e os dados coletados nas quatro instituições e ao constatar que a situação não havia mudado desde o levantamento realizado por Pereira (2009, p. 2 apud. LUZ, 2011, p. 6), optou-se por fazer uma varredura referente

¹ A partir desse momento, a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I será chamada de Cálculo.

ao que as instituições sugerem como propostas de intervenções para auxiliar no processo de aprendizagem de Cálculo no ensino superior.

Além das intervenções, na pesquisa que originou esse livreto, buscou-se incluir a opinião de professores e alunos quanto a essas intervenções e analisar se elas haviam de fato modificado o cenário das não-aprovações.

Dessa forma, o resultado resumido da pesquisa, assim como um breve comentário dos autores quanto às intervenções e como elas interferem no dia a dia institucional, apresentam-se nesse momento sob a forma de livreto para ser apreciado pelo leitor. Entretanto, deve-se ressaltar que o objetivo principal do livreto será mostrar as estratégias utilizadas pelas universidades e a intervenção realizada pela pesquisadora, para reduzir o número de não-aprovação na disciplina Cálculo, portanto, não trará quadros explicativos e estatísticos, e, caso o leitor deseje mais informações, as mesmas serão encontradas na dissertação que o baseia.

1. O ENSINO DE CÁLCULO NO DECORRER DO TEMPO

Apresentado ao aluno no ensino superior, o Cálculo é ferramenta relevante na matemática. Mas para chegar até ele, o estudante passa antes por outros conteúdos tão significativos quanto, pois presente em quase tudo, a matemática é de fundamental importância para a vida do homem. Entretanto, apesar de essencial, no ensino superior ela surge para muitos, como uma grande vilã, já que nesse momento os recém graduandos, sejam eles de exatas ou não, apresentam além de uma defasagem impactante acumulada dos segmentos anteriores, certa maturidade para compreender o conteúdo.

Por esse motivo, coube ao professor de Matemática desse novo segmento, no decorrer do curso, além de ensinar o seu conteúdo, compensar ao máximo essa defasagem, de modo que o graduando assimilasse e aplicasse os pré-requisitos necessários para essa nova aprendizagem. Ainda a esse professor, foi atribuída ainda a função de desmistificar o fato da matemática ser uma matéria difícil e incompreensível.

Mas, no decorrer do tempo, vendo que apesar dos esforços, as dificuldades, a evasão e reprovação nesse segmento só aumentavam e que outros fatores como, por exemplo, a má formação do professor e a metodologia escolhida poderiam influenciar na não-aprovação dos alunos, surgiram grupos de discussões para expor angústias e vitórias, expressar opinião, partilhar a vivência.

Além disso, essas discussões poderiam auxiliar os docentes de Matemática a atender às novas diretrizes educacionais oriundas dos processos de mudanças metodológicas, tais como os projetos de pesquisa, a modelagem matemática, a etnomatemática, o uso de jogos, a história da matemática, a resolução de problemas e as novas tecnologias que foram desenvolvidas e inseridas no âmbito escolar. A partir dessa necessidade, surgiram encontros específicos para debates referentes à Educação Matemática.

Para esse trabalho, o elevado índice de reprovação na disciplina é o que nos preocupa, já que esse fracasso, por vezes, leva ao abandono do curso e até mesmo influencia na decisão de não se matricular em um curso de graduação no qual a disciplina seja obrigatória.

Mesmo percebendo a ascensão do segmento, nota-se que, da mesma forma que muitos ingressam, no decorrer dos cursos, parte deles desistem por diferentes fatores, mas aqui priorizamos as discussões referentes ao abandono e retenção devido as dificuldades em Cálculo. Essas discussões são apoiadas em Ciribeli (2015) que apresenta nove fatores que estão diretamente ligados a não-aprovação, podendo levar o educando a desistência do curso. Tais fatores encontram-se descritos na dissertação que gerou o produto educacional.

Dessa forma, utilizando Ciribeli (2015) como um motivador, optou-se por buscar informações específicas à não aprovação em Cálculo.

Uma das maneiras encontradas pelos autores deste produto educacional para mostrar a importância da discussão sobre a problemática referente ao Cálculo, foi determinar o quanto tem se pesquisado sobre o tema e, nesse sentido, Paganini e Alevato (2014) informam que entre os anos 1999 e 2013, cerca de 28 teses e dissertações abordavam o tema Cálculo, sendo que 15 dessas eram produções referentes ao triênio 2010-2011-2012. Dos 28 trabalhos, 21 foram produzidos por instituições públicas e 07 por instituições privadas.

De acordo com esses dados, pode-se observar que o número de pesquisas na área está crescendo, entretanto, percebe-se que o tema dificuldades como foco de pesquisa ainda é modesto, visto que somente 3 dos 28 trabalhos tinham como tema base as dificuldades no ensino aprendizagem de Cálculo.

Três anos passados desde a publicação, optamos por verificar se ocorreram mais pesquisas desde os resultados apresentados por Paganini e Alevato (2014) e os autores buscaram por trabalhos que referenciassem os problemas referentes ao processo de ensino/aprendizagem de Cálculo nos repositórios da CAPES, PUC-SP, PUC-PR, PUC-RS, PUC-MG, USP, UFOP, UNICAMP, UFRJ, UNESP e UFF, além das ferramentas oferecidas pelo Google, onde artigos apresentados no Boletim GEPEN, SIPEM, XXVI Reunião Latino Americana de Matemática Educativa e Revista Educação Matemática e Pesquisa surgiram com temas que eram pertinentes à pesquisa.

Dessa forma, encontramos 24 títulos que se relacionavam com a nossa preocupação e, de fato, 7 desses tinham o embasamento que buscávamos para a pesquisa, enquanto os demais, apesar de falarem sobre o assunto, não focavam diretamente nos nossos interesses e por isso, se tornaram bibliografia complementar. A partir desses trabalhos, constatou-se que são diversos os fatores que podem influenciar no processo de não-aprovação na disciplina de Cálculo, onde podemos destacar principalmente os problemas de ordem conceitual e/o metodológica e os problemas de ordem cognitiva. Vale lembrar que não é parte dessa pesquisa definir uma nova sequência didática ou promover um debate específico a respeito da questão, contudo, constatando-se tantos problemas que acontecem dentro da disciplina, questionar a sequência didática pode trazer ao leitor um novo caminho para pesquisas futuras.

Outros problemas encontrados para a aprendizagem de Cálculo, são aqueles referentes a construção do conhecimento e, nesse sentido, Tall (2002) em seu livro intitulado *Advanced Mathematical Thinking*, o conhecimento matemático do aluno evolui a medida que a abordagem cognitiva leva em consideração o processo de elaboração do pensamento e o desenvolvimento da estrutura de conhecimento.

Assim, só e tornará um “matemático maduro” aquele aluno que passar por esse processo, que geralmente não é simples e exige uma transição em seu mecanismo de pensamento. Mas o autor ainda afirma que parte dos alunos que chegam ao Ensino Superior ainda não possui desenvolvida a capacidade de abstração necessária para trabalhar com determinados conteúdos relacionados às operações formais e isso dificulta o processo, principalmente pelo fato de que a transição referente à passagem do pensamento matemático fundamental para o pensamento matemático avançado como um processo que nem sempre é fácil para o estudante universitário no início da faculdade.

Considerado um dos principais, se não o principal pesquisador na área, Tall relaciona matemática e psicologia, defendendo a ideia de que parte dos problemas em matemática encontrado pelos alunos do ensino superior são oriundos da ausência de um pensamento matemático avançado.

De fato, o que comumente se faz não é auxiliar o aluno a compreender o processo, mas sim, chegar ao resultado.

Outro fator encontra-se na formação do professor e, preocupados com essa situação, comunidade matemática, Governos Estaduais e Federal esforçam-se para de oferecer melhorias na formação dos professores de Matemática que atuam no segundo segmento do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, através de Cursos de formação e Mestrados Profissionais, com a expectativa de que ocorra alguma mudança significativa nesse quadro.

1. O ATUAL CENÁRIO DE PESQUISA

Após a pesquisa bibliográfica nos mostrar qual a situação do ensino de Cálculo no cenário mundial, optamos por buscar dados atuais referentes as instituições nacionais e compará-los com os dados já apresentados por outros autores, dessa forma, tentaríamos observar se mudanças significativas ocorreram nesse período. Assim, quatro instituições situadas no Sudeste foram selecionadas para a coleta e análise de dados. Dessas, duas instituições são públicas e duas instituições são privadas. Todas apresentam cursos onde a disciplina Cálculo é essencial para a aprovação e certificação.

Ao comparamos resultados obtidos nessa pesquisa com os propostos por Pereira (2009, p. 2 *apud.* LUZ, 2011, p. 6), percebe-se que quando o assunto é aprovação em Cálculo, os resultados das instituições públicas ainda são inferiores aos resultados das instituições privadas.

Percebendo a situação, as instituições passaram a desenvolver intervenções de modo a buscar uma melhora significativa nos índices de aprovação em Cálculo. As mesmas se encontram listadas abaixo.

1.1. COMO SOLUCIONAR O PROBLEMA?

Reduzir os elevados índices de reprovação não é tarefa simples para nenhuma instituição, principalmente devido ao fato de que o problema pode ser muito anterior ao Ensino Superior.

No entanto, nem todos os pesquisadores e professores concordam que é na base que se encontra o problema. Para muitos, a metodologia, o quê, e de qual maneira um conteúdo deve ser trabalhado na disciplina, devem ser levados em consideração, ou seja, o curso de cálculo deve ser adequado à turma na qual o professor leciona, seja ela engenharia, matemática ou outra qualquer.

Assim, ao verificar que o problema persiste nas quatro instituições pesquisadas, optou-se por apresentar propostas como medida para tentar reduzir os percentuais de não aprovação na disciplina. Esses dados foram obtidos junto aos coordenadores de curso de cada curso/instituição, professores que lecionam a disciplina, alunos que participam do curso e arquivos institucionais publicados em meios de comunicação de livre acesso.

O objetivo do livreto não é relacionar dados a partir de quadros demonstrativos, entretanto, o quadro a seguir é necessário para ilustrar as intervenções feitas pelas universidades citadas.

Quadro 1-Intervenções realizadas pelas instituições pesquisadas

	UNIV. A	UNIV. B	UNIV.C	UNIV.D
Disciplina preparatória	X	X	X	X
Monitoria	X	X	X	X
Cálculo oferecido de maneira não trivial			X	
Aulas extras	X	X		
Minicursos		X		
Testes de conhecimentos pontuados		X		
Laboratório de Cálculo	X			
Aula online de revisão		X		
Atividade elaborada pelo docente		X		X*

Fonte: elaborado pela Autora

Percebe-se que existem muitas propostas de intervenção sendo realizadas pelas instituições pesquisadas, todavia é preciso saber como funciona cada uma, por isso, as intervenções serão descritas a seguir.

1.1.1. Disciplina preparatória

Comum aos cursos de ensino superior, a disciplina preparatória tem por finalidade revisar temas estudados durante a educação básica. Geralmente, são abordados temas que fazem parte da formação básica em Matemática. Dessa forma, a ênfase nessa disciplina costuma ser para assuntos como conjuntos numéricos, equações, polinômios, fatoração, logaritmos, exponenciais, funções e geometria analítica. A disciplina preparatória visa auxiliar a sanar dificuldades oriundas ao ensino fundamental de modo que o aluno consiga assimilar com maior facilidade os conteúdos matemáticos propostos no ensino superior.

A disciplina preparatória, comumente conhecida como Pré-Cálculo, Cálculo Zero e Bases Matemáticas, entre outros nomes, é oferecida pelas quatro instituições, entretanto, é obrigatória nas instituições privadas e, eletiva na instituição pública, sendo que nesta, a disciplina pode ser cursada por qualquer aluno que tenha o interesse e não é pré-requisito para nenhuma outra, ou seja, independente de aprovação, o aluno pode fazer outras disciplinas.

Em todos os casos pesquisados, o objetivo da disciplina era o de recordar assuntos do Ensino Fundamental e Médio, focando em temas como conjuntos numéricos, expressões algébricas, equações, funções e algumas questões de Geometria Analítica.

Sobre a disciplina preparatória, a pesquisadora não acredita que seja suficiente para resolver o problema. É considerada interessante para auxiliar na redução da defasagem dos alunos, entretanto, ela não pode ser considerada um “Pré-Cálculo”, mas uma disciplina de revisão de conteúdos de Ensino Fundamental e Médio que pode ou não ajudar na compreensão de Cálculo.

Mas, se a disciplina preparatória não “prepara”, como deveria ser essa disciplina? Ora, pensemos em Cálculo. Seria mais interessante se o aluno começasse a adquirir noções de área, pequenas variações, taxa de variação, noções de infinito, entre outras coisas. Ou seja, o que na verdade deveria acontecer na disciplina, é o processo de estímulo à compreensão dos conceitos que geralmente são necessários na disciplina de Cálculo, mas que o professor não se aprofunda ao lecionar a disciplina. Infelizmente, a autora desconhece instituições onde ocorra esse tipo de processo na disciplina preparatória.

1.1.2. Monitoria

A monitoria se caracteriza por oferecer ao aluno monitor a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre a docência. Nesse processo, o mesmo desenvolverá atividades relacionadas ao ensino de determinados conteúdos, possibilitando assim, a evolução das atividades referentes à docência. Para o aluno que assiste a aula de monitoria, existe a possibilidade de retirada de dúvidas e desenvolvimento de atividades propostas durante as aulas.

Da mesma forma que a disciplina preparatória, a monitoria é oferecida pelas três instituições e funciona como um reforço mediado por um aluno de um período mais avançado.

Geralmente os alunos-monitores auxiliam os alunos que cursam a disciplina esclarecendo dúvidas, ajudando na resolução de exercícios e listas propostas pelo professor. Semestralmente ou anualmente, ocorre um processo seletivo com edital aberto pela instituição e prova baseada nos conteúdos que norteiam a disciplina. A prova para monitoria é elaborada pelo professor titular da disciplina com objetivo de selecionar os monitores de Cálculo Diferencial e Integral.

Em algumas instituições, além da avaliação, o coeficiente de rendimento durante o curso e uma entrevista com o professor responsável fazem parte do processo seletivo. Essa monitoria acontece fora do horário de aula do grupo e existe um professor responsável por orientar e acompanhar o aluno monitor.

Para a pesquisadora, a monitoria é um projeto interessante, todavia depende do comparecimento do aluno e isso pode torná-la ineficaz, visto a ausência daqueles que deveriam ser os maiores interessados no assunto. Além disso, a monitoria deveria ser um processo paralelo às aulas. É comum encontrarmos escolas de educação básica, onde estratégias similares à monitoria acontecem, no entanto, esse processo é acompanhado de perto com o professor e o monitor costuma seguir a orientação de abordar o conteúdo de uma outra maneira, para que com isso, o aluno tenha uma nova oportunidade de compreender o conteúdo. Esse tipo de proposta não acontece nos cursos de ensino superior e a monitoria funciona como um “ espaço” onde o aluno vai para resolver alguma lista de exercícios para a avaliação.

1.1.3. Cálculo oferecido de maneira diferenciada

Como muitas são as dificuldades apresentadas durante as aulas de Cálculo, encontramos hoje “diferentes” maneiras de se ensinar a disciplina. Alguns optam pelo uso de ferramentas computacionais, enquanto outros investem em listas de exercícios de repetição. Existem aqueles que trabalham com atividades em grupo e resolução de problemas. O que se pretende com essa proposta, é desenvolver o conteúdo de maneira mais próxima a realidade do aluno para que com isso, a compreensão seja maior.

A proposta de alguns professores da Universidade C, é a de integração entre o conteúdo da sala de aula e o recurso do computador. Esse projeto foi retomado em 2016, visto que o professor da disciplina poderia ou não optar por trabalhar com o mesmo. A ideia, segundo os coordenadores de curso, é relacionar o conteúdo com a parte computacional com ênfase na resolução de problemas.

Por alguns anos, as atividades propostas na disciplina ficaram disponíveis virtualmente por meio de um endereço eletrônico fornecido pelo professor. No entanto, como o professor poderia ou não optar pela proposta, o material não foi atualizado e no momento o acesso é indisponível para todos.

Vale ressaltar que durante o tempo de funcionamento, a professora que estava responsável pela cadeira da disciplina contou com o auxílio de uma aluna de doutorado que utilizaria a pesquisa como parte da sua tese de doutorado.

Sobre essa proposta, a pesquisadora acredita ser interessante, já que reúne o conteúdo da sala de aula, uma tecnologia (que hoje é um meio motivador tanto nas instituições de ensino superior, quanto nas escolas de educação básica) e aplicações na área na qual o aluno pretende trabalhar.

Percebe-se que ainda falta muito para que essa proposta se torne ideal, visto que não basta utilizar o computador para resolver cálculos que seriam feitos no caderno. A prática tem que ser diferente, real, voltada para as reais finalidades do cálculo fora da faculdade, todavia já é um avanço possuir essa “aula diferenciada”.

1.1.4. Aulas extras

Com a finalidade de auxiliar na revisão de conteúdos e retirar dúvidas remanescentes das aulas, as aulas extras são comuns em universidades públicas e privadas e ocorrem geralmente, fora do horário acadêmico. Como as mesmas não fazem parte do currículo, elas são abertas àqueles alunos que desejam participar, ou seja, não existe obrigatoriedade de frequência.

As aulas extras ocorrem desde 2014 sempre antes da segunda avaliação. Essas aulas são oferecidas por professores que podem ou não ter lecionado a disciplina com a turma.

Isso oferece aos alunos uma abordagem um pouco diferente da que ele teve durante as aulas regulares. Não existe cobrança de frequência e fica a cargo do professor responsável pela regência da aula extra, contratar o professor da disciplina para sondar o conteúdo que está sendo abordado.

Para a pesquisadora, a monitoria, depende do interesse do aluno. Assim, ele comparecendo às aulas, a mesma se tornará mais uma oportunidade de aprendizado. Além disso, o fato do professor não ser necessariamente o responsável por essa aula, implica em alguém que

desconhece as dificuldades da turma e a responsabilidade de retirar as dúvidas do grupo.

1.1.5. Minicursos

Os minicursos ou cursos compactos caracterizam-se por cursos de curta duração. Podem ocorrer de forma presencial, geralmente em dois ou três dias ou na modalidade EAD. Ele tem por finalidade oferecer informações sobre determinados assuntos. A metodologia utilizada vai depender da proposta do minicurso. Assim, o professor pode apresentar seu minicurso como uma palestra ou utilizar uma metodologia mais ativa, onde o aluno participa ativamente do tema do minicurso.

De tudo o que foi proposto, os minicursos são os que menos se encaixam na proposta de intervenção como auxílio no processo de ensino e aprendizagem de Cálculo. Eles podem ser oferecidos pela instituição, na modalidade EAD ou por professores que propõem minicursos aos sábados sobre os temas que julgarem pertinentes. Nesse caso, o minicurso é sempre pago e necessita de um número mínimo de alunos para acontecer. Apesar de oferecido dentro do espaço da instituição, cabe ao professor que promoverá o minicurso selecionar o conteúdo e a metodologia que julgar mais adequada para a proposta com ênfase nas dificuldades observadas durante o período. Para que o minicurso possa ocorrer, o mesmo precisa ser aprovado pelo colegiado.

Dentro das propostas de intervenção, essa é a que está mais longe do proposto, uma vez que o curso pode ou não acontecer e, não necessariamente, seria oferecido dentro da disciplina. Poderia, por exemplo, dentro da matemática, surgir um minicurso de Equações Diferenciais, que apesar de estar dentro do Cálculo, não faria parte do conteúdo de Cálculo I.

1.1.6. Teste de conhecimentos pontuados

Frequentes no ensino superior, os testes de conhecimentos pontuados visam reforçar algumas atividades com os alunos e reduzir o peso da avaliação. Eles são baseados em conteúdos e atividades vistas na sala de aula e representam um percentual da nota do aluno. Costumam ser feitos em casa e com um prazo de aproximadamente uma semana para serem entregues via e-mail ou plataformas de comunicação ou diretamente ao professor.

Esses testes ocorrem quatro vezes durante o semestre para o aluno que desejar acumular pontos na avaliação final. São cinco questões aleatórias retiradas do próprio banco de questões exclusivo da instituição. Essas questões são elaboradas por qualquer professor que trabalhe na instituição (independente de em qual campus leciono) e ficam disponíveis para todas as instituições.

Nesse caso, os acertos contam pontos para aqueles alunos que optarem ou necessitarem fazer a avaliação substitutiva. O total de pontos acumulados pode ser no máximo 2,0 pontos.

O aluno tem um prazo, que geralmente se encerra antes da segunda avaliação, para optar por fazer ou não os testes de conhecimento. Como o banco de dados para essa atividade é o mesmo utilizado para gerar uma das avaliações e existe o risco da mesma questão aparecer no teste e na avaliação.

Outros aspectos a serem considerados se dão pelo fato da geração de questões ser aleatória, podendo cada um receber um teste diferente e o professor não ter acesso a qual questão cada aluno respondeu. Assim, para o professor só aparece a pontuação obtida na questão.

Para a pesquisadora, questões de pontos extra, são comuns nas instituições e não necessariamente fornecerão ao aluno a possibilidade de maior aprendizado. Acredita-se que, havendo dificuldades para resolver as questões, alguns alunos optem por pesquisar e estudar um pouco mais,

contudo não necessariamente, seja a opção de todos. Apesar do nome diferente, funciona da mesma forma que as listas de exercícios pontuados.

1.1.7. Laboratório de Cálculo

O laboratório de Cálculo é o espaço onde o aluno deveria desenvolver mais que a teoria vista durante a aula expositiva. Esse seria o espaço da aplicação nas mais diversificadas áreas. No entanto, a maioria das instituições consideram como “laboratório de Cálculo” a sala de recursos computacionais. Lá eles resolvem problemas utilizando os conhecimentos referentes a disciplina e ferramentas computacionais.

Além das aulas formais, os alunos contam com dois tempos semanais de Laboratório, nos quais, junto ao professor, desenvolvem tarefas propostas durante a aula de Cálculo. A disciplina não é obrigatória e não existe cobrança de presença semanal, logo a frequência é baixa.

É comum o professor do laboratório estar em contato direto com o professor titular da disciplina para organizar aplicações dentro do conteúdo que foi trabalhado na sala de aula. Não existe um “currículo mínimo” específico para a disciplina, cabendo ao professor a responsabilidade da seleção do que trabalhar nesses tempos.

Essa proposta se assemelha a ideia do Cálculo de maneira diferenciada, ou seja, oferece ao aluno a oportunidade de utilizar o computador para resolver questões, mas não dá a ele a oportunidade da criação e análise de caminhos para chegar a uma solução.

1.1.8. Aula online de revisão

Da mesma forma que as aulas de revisão, as aulas online têm a finalidade de auxiliar o aluno a compreender os conteúdos propostos pelo professor. A principal diferença entre as duas modalidades é que nesse caso, como é uma aula virtual, o aluno pode assistir em casa ou no trabalho e em

qualquer horário. A grande desvantagem é a falta de oportunidade para fazer os questionamentos durante a aula.

As aulas online de revisão foram propostas inicialmente em 2014, para disciplina de Cálculo e algumas outras consideradas com índice elevado de reprovação, receberam o apoio das aulas de revisão online: após a primeira avaliação, o aluno que não tiver obtido a pontuação mínima de aprovação é convidado para participar do projeto, no qual assistirá 8 aulas de 50 minutos sobre o conteúdo da primeira avaliação e, após esse processo, fará nova avaliação que servirá como recuperação da anterior, prevalecendo a média aritmética entre as duas.

Essa revisão não é preparada, nem corrigida pelo professor. É um pacote de aulas preparado por um membro da instituição. Assim, as notas e frequência são apenas para que o professor tome conhecimento das mesmas.

Para a pesquisadora, mesmo não sendo elaborada pelo professor da disciplina, essa é uma nova oportunidade para o aluno assimilar os conteúdos e, apesar de o professor não ter o feedback de quais foram os tipos de erros e acertos, a proposta oportuniza uma nova chance para o aluno. Essa proposta ainda é interessante por oferecer ao aluno a oportunidade de estudar no horário que ele puder e rever a mesma aula mais que uma vez. Com certeza, existem melhorias para essa proposta, mas ao menos inicialmente, pode-se dizer que ela oportuniza uma nova chance para o aluno.

1.1.9. Atividade elaborada pelo docente

Atividades estruturadas caracterizam-se por atividades que oferecem ao aluno a construção de conhecimento, através de um trabalho de pesquisa. AS propostas dessas atividades priorizam a relação entre teoria e prática, permitindo que o aluno aplique aquilo que aprendeu durante as aulas na sua área. Ela permite a reflexão crítica e estimula o processo de autoaprendizagem.

Essa proposta é formulada pelo professor da disciplina e é responsável por 20% da nota da avaliação e seu resultado é somado à nota da prova. Ao invés de na avaliação formal valer a totalidade da nota, é proposto para algumas disciplinas um trabalho geralmente voltado para a aplicação do conteúdo na área do curso.

Como aconteceu na maioria das vezes, nessas propostas institucionais, buscou-se conhecer a opinião dos professores que lecionam a disciplina e dos alunos que cursam a mesma, de modo a ter-se uma visão do que os mesmos, professores e alunos, pensam a respeito das intervenções.

No caso da Universidade D, a Atividade elaborada pelo docente não é realizada valendo 20% da nota ou obrigatória. Alguns professores propõem listas de exercícios que valem pontos (de acordo com a decisão de cada professor) e que ajudam o aluno na composição da nota final. Ressalta-se que essa não é uma proposta institucional, mas individualizada à turma e ao professor da disciplina.

Sobre ela, os comentários são os mesmos aplicados aos testes de conhecimento pontuado.

1.2. Resultados após intervenções

Como forma de mostrar os resultados obtidos após a inserção das intervenções na disciplina, abaixo apresentamos dados que mostram como essa se deu na Universidade B, nos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil (turmas unificadas) e Engenharia de Produção.

- Vale lembrar que os resultados apresentados são referentes à 2015 e mostram como o perfil de aprovações pode ser influenciado pelas intervenções inseridas. a intervenção auxiliou os alunos que necessitavam de pontos para alcançar a média a atingirem a aprovação na disciplina de Cálculo.

- A influência exercida foi tamanha a ponto de aumentar em cerca de 30% o total de aprovados na disciplina. No entanto, ainda existem as problemáticas referentes à evasão e reprovação na disciplina.
- Mesmo com a intervenção, o número de alunos não-aprovados nas duas turmas ainda é elevado, chegando ao ponto de na turma de Engenharia de Produção atingir cerca de 35% da turma.
- Mesmo na turma unificada (Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil), esse número ainda se manteve grande, apesar de menor, ele ficou em torno de 20% do total de alunos ingressantes, o que também é um número considerável. Apesar disso, esses índices são menores que os apresentados nos anos de 2013 e 2014.

Vale ressaltar que tais resultados são baseados na média final já incluídas as intervenções como aulas extra, atividades estruturadas e disciplina introdutória. A comparação é feita com o resultado da intervenção “teste de conhecimento pontuado”.

- Após a intervenção realizada nas duas turmas, houve para a turma unificada (Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil) um crescimento de aproximadamente 12% no índice de aprovação na disciplina, enquanto a reprovação diminuiu em aproximadamente 32%.
- No caso da turma de Engenharia de Produção o aumento no percentual de aprovação da turma na disciplina foi maior que 23%, enquanto a queda no percentual de reprovação foi de 40%.
- Os resultados referentes à aprovação e reprovação em Cálculo são influenciados pelas intervenções, principalmente pelo “teste de conhecimento pontuado”. Possivelmente as outras intervenções exercem força nos índices de aprovação, mas esse como é inserido após a última avaliação e diretamente na nota final, faz-se mais claro que os demais.
- De acordo com a professora de Cálculo da Universidade C, a intervenção realizada por ela na disciplina surtiu resultado no grupo e os mesmos apresentaram maior rendimento e compreensão nos conteúdos

apresentados durante o curso, no entanto, como a professora deixou de ministrar as aulas por algum tempo e o projeto foi abandonado. Nesse semestre, a mesma reassumiu a cadeira de Cálculo e decidiu reativar o projeto.

1.3. A experiência da Pesquisadora

Ensinar e aprender Cálculo deveriam ser como ensinar qualquer outro conteúdo Matemático. No entanto, algo acontece durante o processo e, tanto o aluno demonstra mais dificuldades do que as apresentadas em outros temas da Matemática, quanto o professor parece possuir dificuldade maior para auxiliar no processo de compreensão.

Como dito no início desse texto, a pesquisadora é professora e lecionou Cálculo I e Bases Matemáticas por algum tempo. Devido a toda essa problemática, junto com outros professores e em comum acordo com coordenadores e direção de centro, desenvolveu um material didático² para trabalhar com os alunos dos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia de Produção. A ideia do material não era a de introduzir o Cálculo, mas a de utilizar a disciplina de Bases Matemáticas para revisar os conteúdos do ensino fundamental e médio de uma maneira diferente da vista nos últimos semestres acadêmicos da disciplina. Essa proposta veio após uma reunião, onde todos os envolvidos: professores das cadeiras de Matemática, Física, disciplinas com vínculo direto com a Matemática e Coordenadores de Curso, atribuírem à falta de “base” como um dos motivos para a não aprovação em Cálculo. Atribuição essa tão comum a visão de alguns pesquisadores.

Assim, no primeiro dia de aula, os alunos participaram de uma avaliação diagnóstica (ANEXO I) tradicional e com base nela, assuntos como frações, equações, trigonometria, polinômios, funções, retas e cônicas foram trabalhados durante um semestre em quatro tempos semanais.

A proposta consistia em dois professores trabalharem juntos, na mesma sala, com turmas de 30 a 40 alunos. Nessas aulas, geralmente uma situação

² Disponível em: http://cctvirtual.bem-vindo.net/sites/default/files/arquivos/livro_valeria.pdf

problema era colocada em debate e, a partir dela, conceitos fundamentais eram recordados. O objetivo era construir o conhecimento utilizando uma abordagem diferente da conhecida por eles, nesse caso, utilizando como base a resolução de problemas e a mediação pedagógica.

No final de cada aula, de forma individual ou em grupos aleatórios, variando entre 3 e 5 componentes, os mesmos deveriam resolver duas ou mais situações problema que envolvessem o conteúdo trabalhado. Os professores ficavam passando de grupo em grupo mediando às discussões referentes às questões. A proposta consistia em fazer o aluno pensar em cada etapa da resolução do problema, muitas vezes, o aluno trilhava caminhos que nós, enquanto professores da turma, não havíamos pensado em trilhar, mas que não eram errados, apenas mais longos.

A princípio, apesar do apoio institucional, a aceitação do grupo foi pequena, surgindo dessa forma o primeiro problema: convencer os alunos de que uma abordagem diferenciada poderia oportunizar maior compreensão dos conteúdos. O segundo problema consistia nas atividades realizadas no final de cada aula. O aluno ainda mantém o conceito de que todo teste “objetiva a aquisição de nota” e que acontecendo toda semana, causaria a reprovação em massa.

Problemas contornados, o semestre fluiu como deveria ser. Aos poucos, alguns alunos se tornaram mais participativos e passaram a frequentar as aulas de reforço e monitoria. As atividades no final das aulas oportunizaram compreender o que ainda havia ficado para trás e esses assuntos eram abordados nas aulas de reforço, na monitoria e na abertura da aula seguinte.

Além das explicações na sala de aula, os alunos tinham acesso ao material didático preparado pelos professores. Nele, sempre existia um resumo do conteúdo, diversos exercícios que envolviam problemas e questões mais tradicionais e a resolução passo-a-passo de cada questão. Após esse semestre, o material foi reformulado e existe a possibilidade de se tornar um livro didático.

Essa proposta durou dois semestres e, comparada a anos anteriores, na disciplina introdutória, o percentual de não aprovação reduziu cerca de 20% e,

de acordo com os professores que lecionaram Cálculo I, II e III, houve maior produtividade durante o curso, inclusive, ainda de acordo com os mesmos, reduziu o percentual de reprovação nas disciplinas.

Infelizmente, não conseguimos os dados para comprovar esse fato, contudo, além do depoimento dos professores de Cálculo, os professores de Física manifestaram-se informando que em sua aula, esses dois grupos, onde o projeto foi desenvolvido, cursaram a disciplina com mais facilidade.

Após o primeiro ano do projeto, a instituição optou por não o levar a diante e os professores que hoje lecionam a disciplina podem optar por utilizar o material preparado da forma que julgar conveniente.

Sobre o porquê das intervenções, após algumas conversas com colegas, concluímos que elas geram menor custo para as instituições do que o fato de nada ser feito, uma vez que, como são muitos os não-aprovados, desencadearia uma demanda de um novo espaço para o horário da aula, disponibilidade de professor, mais energia e água, serventes e tudo que fosse necessário para o funcionamento de uma nova turma para a instituição.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do exposto no livreto, embasado na pesquisa de origem, constatou-se que tanto as instituições públicas, quanto as instituições privadas apresentam elevado índice de não aprovação em Cálculo e que essa não aprovação pode ser dada pela reprovação por nota ou pela desistência do aluno na disciplina.

Observou-se que todas as instituições pesquisadas realizavam algum tipo de intervenção para tentar sanar as dificuldades dos alunos que cursavam a disciplina Cálculo, entretanto, talvez por motivos econômicos, o que não nos cabe aqui julgar, as universidades particulares investiram mais nesse aspecto.

As universidades foram intituladas A, B ,C e D para serem assim citadas com a finalidade de manter sigilo sobre as reais instituições pesquisadas.

Observou-se uma característica atípica na Universidade D no ano de 2012.1, onde somente 14% dos alunos foram retidos na disciplina. Essa característica foi considerada atípica uma vez que, no período 2009-2013, esse índice em todos os demais semestres foi superior a 40%. Tal fato deu-se por conta do período de greve, devido a ele o trancamento da disciplina foi estendido e, com isso, mais de 90% dos alunos puderam cancelar a inscrição na disciplina ao invés de ser reprovado ou evadido.

Além disso, constatou que as quatro universidades oferecem propostas para tentar sanar as dificuldades apresentadas pelos alunos na disciplina, no que se refere à Cálculo. Algumas, por acreditarem que o movimento *Calculus Reform* tinha ligação direta com ferramentas computacionais, ofereceram esta como facilitadora da aprendizagem de Cálculo.

A disciplina preparatória e a monitoria são intervenções comuns às três instituições, sendo a disciplina preparatória não obrigatória nas Universidade C e Universidade D. Em todas a proposta da disciplina preparatória reforça a afirmação de alguns autores quanto à defasagem do aluno que chega ao ensino superior.

Um fator intrigante se encontra no fato de que as intervenções que não são obrigatórias não costumam ter um número expressivo de alunos, é o caso da disciplina preparatória nas universidades C e D e da monitoria em todas as universidades.

Sobre a opinião dos professores quanto as intervenções, os dados mostraram que apesar de concordarem que intervenções são necessárias para a melhor compreensão do conteúdo, nem sempre a intervenção oferecida pela instituição é a que mais se adéqua, de acordo com eles, às necessidades do aluno de Cálculo.

Vale destacar que em alguns momentos, essa intervenção ofereceu pontos, mas não necessariamente auxiliou na compreensão do conteúdo pelo aluno. Esses pontos foram fundamentais para a aprovação do aluno na disciplina.

Sobre os resultados apresentados após as intervenções, concluiu-se que dependendo do tipo de intervenção, essa tem influência direta nas notas dos alunos.

Percebeu-se que nos dois cursos onde houve acesso aos resultados após a intervenção, os índices de aprovação aumentaram, resolvendo assim o problema institucional de não aprovação na disciplina, mas não necessariamente os problemas referentes aos conhecimentos adquiridos pelos alunos.

Sobre a intervenção realizada pela pesquisadora, apesar de não atingir a totalidade dos alunos, os resultados obtidos foram satisfatórios se pensarmos na mesma como um projeto que ainda estava se moldando e que era criado a medida que os fatos surgiam.

Considerou-se que as estratégias metodológicas comumente são utilizadas para diminuir problemas causados pelo possível aumento da desistência dentro da disciplina e que nas instituições privadas, a busca por tais estratégias é muito maior que nas instituições públicas. Levando-se em consideração que nessas instituições, para que ocorra a turma e se mantenha o professor na instituição, existe uma dependência direta de um número relativo de alunos, pode-se entender que como tudo é transformado em mercadoria dentro do sistema capitalista, até mesmo o próprio sistema educacional pode estar envolvido nesse processo.

Assim, o educando, proveniente de universidades privadas é considerado, em alguns casos, como um “produto” gerador de capital, fator que pode influenciar nas propostas de intervenções metodológicas oferecidas pela instituição.

Não se trata mais em afirmar se o uso de um determinado objeto ou método é, do ponto de vista acadêmico, bom ou não. Entendeu-se que a discussão sobre benefícios da implementação de um determinado meio para ser usado em aula ou mesmo na vida cotidiana, depende da acolhida do mercado.

Apesar de apresentar descrições sobre o trabalho desenvolvido na pesquisa e a análise de alguns dados, considerou-se no livreto, principalmente a experiência da pesquisadora. Assim houve uma abordagem descritiva da prática exercida pela mesma com o objetivo de sanar ou reduzir o alto índice de reprovação na disciplina Cálculo na universidade em que lecionava.

Para tanto, a pesquisadora desenvolveu um material didático que pode ser encontrado em <http://cctvirtual.bem-vindo.net/sites/node/434>. Tal material visava revisar os conteúdos do Ensino Fundamental e Médio de uma maneira diferente da praticada nos últimos semestres acadêmicos da disciplina. A proposta consistia principalmente na utilização da resolução de problemas através e da mediação pedagógica.

O trabalho desenvolvido durou cerca de um ano, e apesar de uma rejeição inicial por parte dos alunos, que temiam que as notas fossem cair pelo fato de serem avaliados mais vezes, teve um considerável resultado no que se refere à aprendizagem e à aprovação, o que leva a concluir que a mediação pedagógica somada aos recursos da resolução de problemas pode contribuir positivamente para a redução dos índices de reprovação e até mesmo de rejeição da disciplina Cálculo, tão relatados na pesquisa de origem.

Por fim, através desse produto educacional, observa-se que qualquer intervenção, por menor que seja, gera algum resultado, seja ele qualitativo ou quantitativo. Assim, se torna um “pontapé” inicial no sentido de repensar as práticas pedagógicas no ensino universitário no que se refere à disciplina Cálculo com o objetivo de promover a melhoria na aprendizagem e a redução da defasagem de conteúdos oriundos do Ensino anterior ao universitário. No entanto, para a pesquisadora, após analisar cada uma das intervenções e os resultados das mesmas nas classes onde ocorreram, todas as intervenções são paliativas e não resolvem o problema da não-aprovação em Cálculo. Infelizmente, apesar de ser uma tentativa de melhoria e mostrar que em alguns casos o percentual de aprovação aumenta, nada comprova que a aprendizagem foi consolidada. Nem mesmo na entrevista realizada com o aluno, o mesmo assegurou ter compreendido melhor o conteúdo. Na verdade,

esse processo é muito mais longo e árduo. Depende de fatores como a mudança no currículo, a formação do professor e o interesse do aluno, entre outros. Como pode-se perceber, não é algo que se resolva em um semestre, mas talvez após muitas pesquisas e discussões referentes ao tema.

Por fim, ressalta-se que esse trabalho propôs um espaço para que o leitor compreenda e discuta tudo o que foi feito até o momento e tire suas próprias conclusões quanto ao que é interessante de se aplicar nas suas turmas de ensino superior.

3. REFERÊNCIAS

CURY, Helena Noronha. **Pesquisas em análises de erros no ensino superior: retrospectiva e resultados.** [A. do livro] Maria Clara Rezende FROTA e Lilian NASSER. Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates. Recife : SBEM , 2009.

CIRIBELLI, Bruno César de Nazareth. **Retenção e evasão escolares no bacharelado interdisciplinar em Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora.** Dissertação de Mestrado, UFJF, 2015

LUZ, Valeria. **Introdução ao Cálculo: Uma proposta associando pesquisa e intervenção.** Dissertação de Mestrado, UFRJ-2011.

MARX, K.; ENGELS, F. **Manifesto do Partido Comunista.** In: CADERNOS DESAFIO. n.1, p.46, 1995.

PAGANI, E.M.Leite. ALEVATO, N.S.G. Vidya. Vol.34, nº2, p.61-74, Santa Maria-2014.

TALL, David. **Advanced Mathematical Thinking.** New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow : Kluwer Academic Publishers, 2002.

4. ANEXOS

ANEXO I- Avaliação Diagnóstica

Nome: _____

- Uma prateleira de supermercado estava cheia de caixas de bombons, cada uma contendo 12 bombons. Descubra o total de bombons na prateleira sabendo que ele é maior do que 1000 e menor do que 1010.
- Anos bissextos são aqueles que têm um dia a mais, o dia 29 de fevereiro. Os anos bissextos são múltiplos de 4, mas, se o ano terminar em 00, ele só será bissexto se também for múltiplo de 400. Quais dos anos a seguir são bissextos?
 - 1822
 - 1900
 - 1996
 - 2000
 - 2054
 - 3010
- Faça o que se pede.
 - Efetue a divisão inteira $365 \div 7$. (Ou seja, dê o quociente e o resto.)
 - O número 7 é um divisor de 365?
 - Quantas semanas completas e quantos dias a mais há em um ano com 365 dias?
 - Complete a tabela a seguir com o dia da semana apropriado.

Ano	2008	2009	2010	2011	2012
1º de outubro	4ª feira				

- Calcule, escrevendo em notação decimal quando apropriado:
 - 2^5
 - 1^{10}
 - 10^5
 - $8^{1/3}$
 - 10^{-3}
 - 0^{10}
- Em cada linha da tabela abaixo, marque com V as relações válidas entre os números reais a e b dados. Como exemplo, a primeira linha já está completada.

A	B	$a < b$	$a \leq b$	$a > b$	$a \geq b$	$a = b$
2	-3			V	V	
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$					
-0,25	-0,3					
$-\frac{1}{3}$	$-\frac{3}{4}$					
0,75	$\frac{3}{4}$					
0,25	$\frac{1}{3}$					
-0,25	$-\frac{1}{4}$					
$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$					
$-\frac{1}{6}$	$-\frac{1}{5}$					

6. Calcule as expressões a seguir, simplificando a fração resposta:

a. $\frac{2}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{6}$

b. $\frac{2}{5} \times \frac{3}{4} - \frac{1}{12}$

c. $\frac{1}{5} \div \frac{3}{4} + \frac{3}{4} \div \frac{1}{3}$

d. $\frac{\frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{\frac{1}{2} - \frac{1}{5} + \frac{1}{6}}$

7. Resolva as equações a seguir.

a. $2x + 4 = -1$

b. $x^2 - 3x + 1 = 0$.

c. $x^2 = 3$.

d. $(x + 3)(x^2 + 5x + 9) = 0$.

e. $\frac{x+3}{x-2} = 0$.

f. $\frac{x-5}{2x+4} = 2$.

8. Resolva a desigualdade dada.

a. $x/5 + 6 \geq 14$.

b. $4 + 5x < 3x - 7$.

c. $-2 \geq 3 - 8x \geq -11$.

d. $|x| \leq 3$.

e. $|x - 1| \geq 1$.

f. $x^2 \geq 1$.

9. Encontre todos os valores de x que satisfazem a condição dada.

a. $|x - 3| = 3 - x$.

b. $|3x^2 + 2x| = x|3x + 2|$.

c. $|3 + 2x| = 11$.

d. $|4x + 5| = |8x - 3|$