

REDUÇÃO DA NÃO APROVAÇÃO EM CÁLCULO: INTERVENÇÕES REALIZADAS POR UNIVERSIDADES PÚBLICAS E PRIVADAS

Rosane Cordeiro Rafael
Universidade Federal de Juiz de Fora
rcrafael2012@gmail.com

Marco Antônio Escher
Universidade Federal de Juiz de Fora
escher@ice.ufff.br

Resumo:

Esse trabalho é parte de uma pesquisa de mestrado em andamento e tem como objetivo estabelecer critérios de análise das estratégias utilizadas por algumas instituições de ensino superior para enfrentar o problema da não aprovação em disciplinas relacionadas ao Cálculo Diferencial e Integral. Neste artigo, utilizaremos dos preceitos da pesquisa qualitativa, mais propriamente o estudo de caso, para coletar e analisar dados referentes ao percentual de não aprovação na disciplina e as intervenções realizadas por três universidades da região Sudeste, uma do ensino público e duas de ensino privado. As primeiras análises da pesquisa e que aqui serão retratadas mostram que, assim como constatados por outros autores, o índice de não aprovação na disciplina nas instituições pesquisadas é elevado, e que nas três instituições instituíram-se projetos de intervenção didático-metodológica procurando reduzir tais índices, mas com diferenças estabelecidas principalmente pela natureza das instituições a que pertencem.

Palavras-chave: Não aprovação; Cálculo Diferencial e Integral; Intervenções.

1. Introdução

O Ensino Superior oferece um leque abrangente de cursos nas mais diferentes áreas. Em muitos deles a Matemática se faz presente e como não poderia deixar de ser, surgem questionamentos voltados para o conteúdo proposto, as habilidades utilizadas por docentes e discentes, os índices de aprovação e a carga horária destinada a cada disciplina, entre outros.

Devido a sua importância e aplicação em diversas áreas, o Cálculo Diferencial e Integral (a partir desse momento chamada neste artigo apenas por Cálculo) não é uma disciplina exclusiva dos discentes que cursam a área de exatas, mas também outros cursos oferecem a disciplina e com status de obrigatória em seus programas. É o caso, por exemplo, do curso de Farmácia, Enfermagem e Agronomia, entre outros.

Também comum aos cursos encontra-se o elevado índice de não aprovação em Cálculo, ou seja, porcentagem de alunos ingressantes que no decorrer do semestre abandona a disciplina efetua o trancamento da mesma ou é reprovado por nota, podendo em alguns casos, ser esta porcentagem superior a 50%.

Nesse sentido, e observando este quadro, nos inquietou a situação e a procura por possíveis atitudes que possam revertê-lo parece observada por muitos. Assim, como objetivos dessa pesquisa elencamos: apresentar um levantamento do percentual de não aprovação em Cálculo nos cursos de Matemática, Computação e Engenharia de Produção em duas instituições privadas; estabelecer uma comparação com os índices de não aprovação de uma instituição pública e listar e analisar as intervenções desenvolvidas por cada uma das instituições pesquisadas.

E ao depararmos com outras pesquisas sobre essa temática, percebemos que o elevado índice de não aprovação, a disciplina, seus conteúdos e métodos têm sido pesquisados por muitos, podendo-se encontrar algumas discussões a esse respeito até mesmo no movimento intitulado *Calculus Reform*, iniciado nos Estados Unidos durante a década de 80. A base desta proposta consistia que as reformas no ensino de Cálculo fossem baseadas na “Regra dos Três”, isto é, o Cálculo deveria ser ensinado por três vias: numericamente, geometricamente e analiticamente. Outra característica forte deste movimento encontra-se o uso de *softwares* computacionais para o ensino (LUZ, 2011, p. 7).

Porém, deixando momentaneamente à parte as estratégias apontadas pela “reforma” citada, nota-se que o problema da não compreensão dos conteúdos, uma das causas da não aprovação, está presente nos cursos há mais de 3 décadas.

Assim como no exterior, essa preocupação é vista no Brasil e nesse contexto podemos encontrar em Barufi (1999), Reis (2001), Olímpio Júnior (2005) e Pereira (2009) discussões sobre o tema. Para estes, a busca por questões que auxiliem na compreensão do processo pelo qual se desenvolve o ensino de Cálculo é fundamental para que possamos tentar solucionar a problemática referente a não aprovação na disciplina.

Como dito anteriormente, não somente a defasagem escolar é considerada motivo para problemática em Cálculo e, nesse sentido Ball & Bass (2000, apud Mattos, 2007) trazem em suas palavras a importância da compreensão daquilo que se aplica na sala de aula como forma de antecipar as possíveis dificuldades e reações dos alunos.

[...] a compreensão dos conteúdos pedagógicos é uma forma especial de domínio do conhecimento que ajusta o conhecimento matemático com conhecimento do aluno, aprendizagem e pedagogia. Segundo este ponto de vista, o domínio de um conjunto de saberes permite aos professores atuarem de modo antecipado, identificando possíveis problemas na aprendizagem dos alunos. A compreensão dos conteúdos possibilita a elaboração de modelos alternativos e ações pedagógicas visando a eliminação destas dificuldades. (BALL & BASS, 2000, p. 4)

Na busca por maneiras de reduzir ou solucionar o problema, muitas instituições de ensino lançam mão de estratégias diversas, como aulas extras, programas de monitoria, disciplinas preparatórias, cursos de verão, produção de material didático específico e redução do conteúdo e carga horária da disciplina em questão, mas quando não se sabe ao certo qual a causa do problema, solucioná-lo não é tarefa simples e muitas dessas propostas acabam se tornando paliativas a um problema que só tende a crescer. Nesse sentido, a busca por causas e as formas de lidar com elas devem ser pesquisadas e discutidas no meio acadêmico, assim como estabelecer as zonas de interesse que levam cada instituição a adotar uma ou outra estratégia.

2. Coletando dados

A determinação por uma metodologia para coletar e abordar os dados obtidos no trabalho baseou-se na escolha de qual delas ofereceria uma real contribuição para a proposta em questão, uma vez que a adequação dessa ao tema traz sentido ao que se pesquisa. Assim, alguns dos motivos que nos fizeram seguir por essa direção se encontram no fato de que a pesquisa qualitativa oferece, além de uma variedade muito grande de linhas a serem seguidas, encontra-se nela também a versatilidade necessária para trabalhar o tema escolhido.

De acordo com Moreira (2004, p.57), a pesquisa qualitativa apresenta algumas características específicas como foco na interpretação, em vez de na quantificação; ênfase na subjetividade, em vez da objetividade; flexibilidade no processo de conduzir a pesquisa; orientação para o processo e não para o resultado; preocupação com o contexto; reconhecimento do impacto do processo de pesquisa sobre a situação de pesquisa.

Ainda dentro da pesquisa qualitativa, o método selecionado como estratégia de pesquisa foi o estudo de caso. Yin (2001) afirma que:

O estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. O estudo de caso conta com muitas técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório do historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. (...) o poder diferenciador do estudo é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências – documentos, artefatos, entrevistas e observações – além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional. (YIN, 2001, p.27)

Com as características encontradas na literatura, nossa escolha se mostra coerente como o problema investigado. Neste sentido, seguidos a árdua e minuciosa tarefa de ir aos dados, coletá-los e interpretá-los a luz de nosso referencial.

Um primeiro passo foi escolher os locais onde coletaríamos os dados numéricos de não aprovação na disciplina, lembrando que se trata de uma pesquisa em desenvolvimento. As instituições que participaram até o momento do estudo de caso foram Universidade C, pública, situada na cidade do Rio de Janeiro, Universidade A e Universidade B ambas privadas, sendo uma localizada em Nova Friburgo e a outra em Teresópolis (usaremos letras para denominar as instituições). Elas foram escolhidas devido a proximidade entre as três e possuírem propostas diferenciadas para trabalhar a disciplina.

Nestas mesmas instituições procuramos coletar junto aos coordenadores de cursos para sabermos as estratégias adotadas pela instituição para enfrentar a questão da não aprovação, assim, compondo nossa primeira parte dos dados.

3. Instituições diferentes, problemas similares

Como caminho da pesquisa e procurando perceber como os fatos elencados anteriormente se manifestavam, buscou-se primeiramente determinar o percentual de evasão de alunos na disciplina durante o ano de 2014 em três cursos das instituições pesquisadas. Com base nisso, a tabela 1 apresenta os dados obtidos nos cursos de Matemática, Computação¹ e Engenharia de Produção.

Tabela 1: Percentual de Ocupação e evasão de três cursos nas universidades pesquisadas

Instituição	Curso	% de evasão ao final de 3 períodos
UNIV A	Matemática	16 %
	Computação	15 %
	Engenharia de Produção	32 %
UNIV B	Matemática	-----
	Computação	10 %
	Engenharia de Produção	38 %
UNIV C	Matemática	18 %
	Computação	28 %
	Engenharia de Produção	10 %

FONTE: A autora

Observa-se na Tabela 1 que a média do número de vagas ociosas nos casos pesquisados é superior a 20,8%, chegando ao índice de 38% em um dos casos. Observou-se também que na universidade C haveria uma facilidade para trocar de curso após o ingresso

¹ Nos casos da UNIV.A e UNIV.B, entende-se por Computação os cursos de Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Tecnologia da Informação além da própria Computação.

caso o ingresso inicial ter ocorrido na segunda opção desejada pelo aluno, sendo um possível motivo para um índice abaixo que os outros encontrados. Cabe ressaltar que em todos os cursos pesquisados, a disciplina de Cálculo é oferecida pela primeira vez dentro desse espaço de tempo.

As próximas tabelas têm por finalidade apresentar os percentuais de ingresso, aprovação e evasão especificamente na disciplina de Cálculo em cada uma das Instituições pesquisadas. Novamente, ressalta-se o fato de que como a pesquisa se encontra em andamento, ainda não se tem a mesma quantidade de dados de todas as instituições.

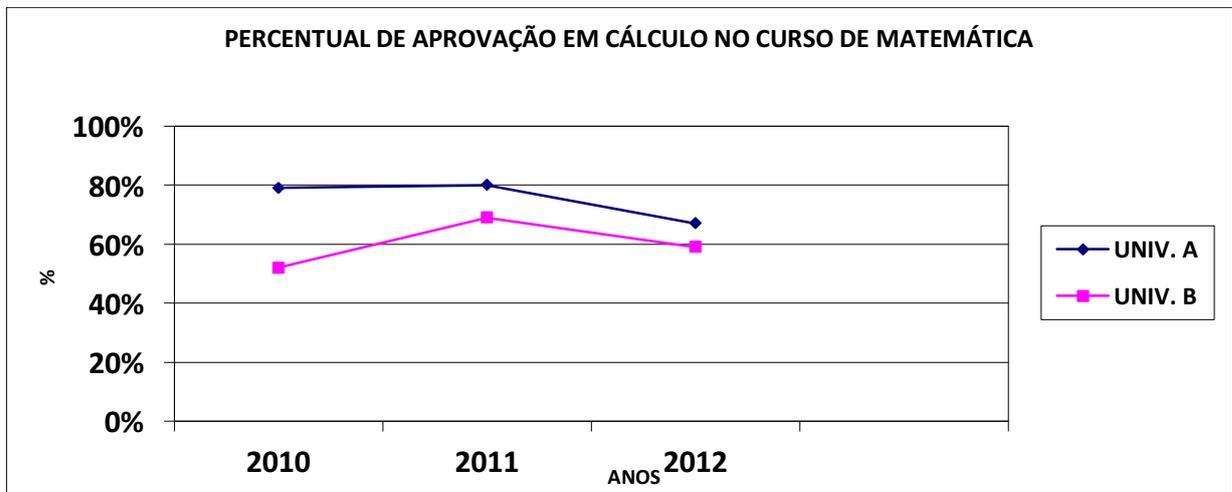
Tabela 2: Ingresso x aprovação em Cálculo I no curso de Matemática

Curso: Matemática						
	UNIV. A			UNIV. B		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Alunos ingressantes na disciplina	38	35	37	29	26	17
Alunos concluintes na disciplina	34	33	31	17	21	13
Alunos concluintes aprovados	30	28	25	15	18	10

FONTE: A autora

Para o curso de Matemática, os anos escolhidos foram anteriores a 2014 visto que na UNIV. B o curso deixou de ser oferecido em 2013. Observa-se que em ambas as universidades o número de alunos ingressantes na disciplina teve uma queda durante o triênio. Além disso, o índice de não aprovação na disciplina foi igual ou superior a 20% na primeira instituição, enquanto na segunda, esse percentual ultrapassou os 30%.

De modo a visualizar os dados, encontra-se a seguir o gráfico referente ao número de alunos ingressantes e aprovados na disciplina.



Fonte: a Autora

Percebe-se pelo gráfico que a UNIV. A manteve-se praticamente estável nos dois primeiros anos, mantendo um percentual de aprovação próximo a 80%, no entanto, apresentou um decréscimo desse percentual em 2012. No caso da UNIV. B, as aprovações cresceram entre 2010 e 2012, voltando a cair em 2012.

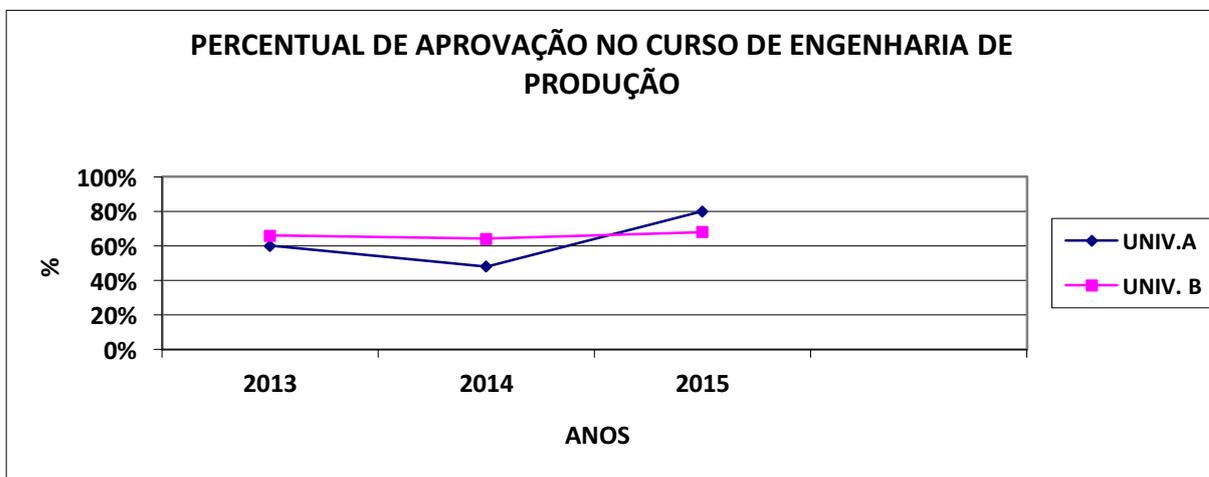
Tabela 3: Ingresso x aprovação em Cálculo I no curso de Engenharia de Produção

Curso: Engenharia de Produção						
	UNIV. A			UNIV. B		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Alunos ingressantes na disciplina	86	117	93	59	65	76
Alunos concluintes na disciplina	73	94	86	47	52	66
Alunos aprovados	52	56	74	39	42	52

Fonte: a Autora

No caso do curso de Engenharia de Produção o percentual de não aprovação em ambas as instituições superou os 33% no ano de 2013 e em 2014 a UNIV. A ultrapassou os 50% de não aprovação, enquanto a UNIV. B obteve 35% de não aprovação.

Como no curso de Matemática, alguns resultados foram colocados na forma de gráfico, de forma a auxiliar a visualização do que está acontecendo na disciplina.



Fonte: a Autora

Entre os anos 2013 e 2014, nas duas instituições houve uma redução no percentual de reprovação, sendo que na UNIV. B esse percentual foi mínimo. No caso da UNIV. A, de um ano para o outro, essa queda foi de 12% aproximadamente. No entanto, no ano 2015 o percentual de aprovação voltou a subir.

Por fim, o curso de Computação foi analisado, seguindo os mesmos moldes dos cursos anteriores e da mesma forma, os resultados não foram satisfatórios, como vemos abaixo.

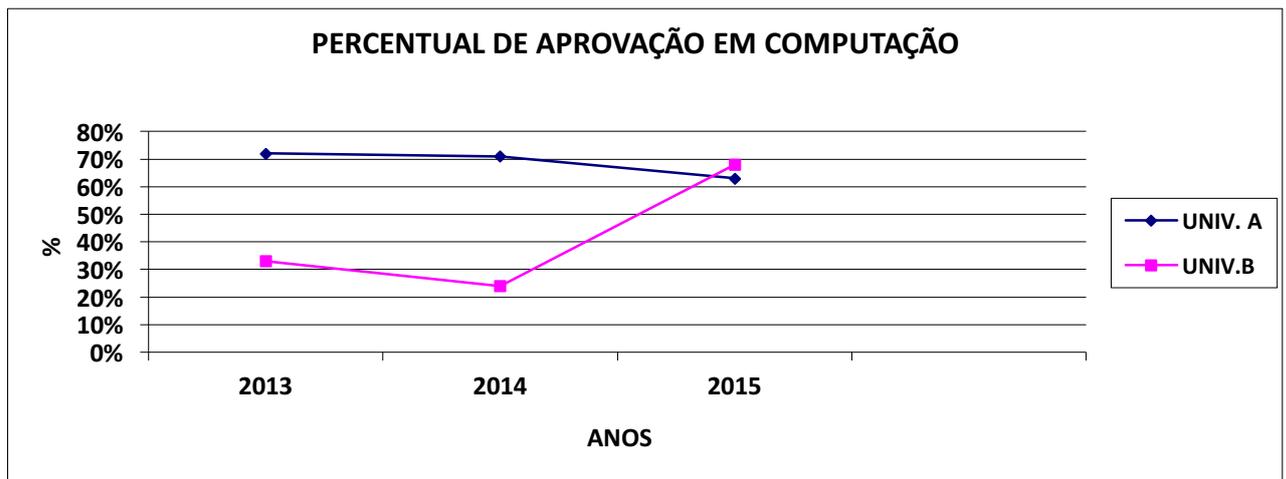
Tabela 4: Ingresso x aprovação em Cálculo I no curso de Computação

Curso: Computação						
	UNIV. A			UNIV. B		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Alunos ingressantes na disciplina	36	32	33	27	21	28
Alunos concluintes na disciplina	32	29	29	15	9	25
Alunos concluintes aprovados	26	23	21	09	5	19

Fonte: a Autora

O curso de Computação na UNIV. A teve o índice de não aprovação variando entre 28% e 36% durante o triênio, enquanto na UNIV. B nos anos de 2013 e 2014 o percentual de não aprovação foi igual ou superior a 76% e em 2015 esse percentual caiu para 32%, o que ainda é um percentual considerado grande para a não aprovação na disciplina.

Da mesma forma que foi feito com os outros cursos, abaixo se encontra o gráfico referente a comparação feita entre ingresso e aprovação na disciplina. Nesse caso, no curso de Computação.



Fonte: a Autora

O curso de Computação apresentou nas duas instituições, índices inferiores a 75% de aprovação em Cálculo, sendo que na UNIV. B, nos anos 2013 e 2014 esse percentual foi inferior a 35%, mas voltou a crescer em 2015.

Para compararmos os resultados obtidos nessa pesquisa com os propostos por PEREIRA (2009, p. 2 *apud.* LUZ, 2011, p. 6), abaixo se encontra construída uma tabela baseada nos dados propostos pelo autor referente ao ano de 2005 na UNIV. C:

Tabela 5: Percentual de aprovação em Cálculo na UNIV C - 2005

Instituição: UNIV C	Percentual de não-aprovação
Matemática	42%

Química	46%
Meteorologia	46%
Astronomia	46%
Geologia	46%
Engenharia	De 52% a 58%

Fonte: a Autora

Percebe-se por meio dessa tabela que quando o assunto é aprovação em Cálculo, os resultados das instituições públicas ainda são inferiores aos resultados das instituições privadas. Além das intervenções propostas, existem diferentes fatores que podem influenciar nessa disparidade de resultados, tais como questões políticas e financeiras, no entanto, o intuito dessa pesquisa é focar nas questões metodológicas. Por conta disso, listamos as intervenções realizadas nas três instituições.

3.1. As propostas oferecidas pelas instituições para tentar reduzir o problema:

Após a verificação do percentual de aprovação em cada uma das instituições, buscou-se pesquisar o que as instituições propõem 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, utilizando-se perguntas diretas sobre a existência, tipos e dinâmica de cada um. O resultado dessa pesquisa encontra-se na tabela abaixo:

Tabela 5: Intervenções realizadas pelas instituições pesquisadas

	UNIV. A	UNIV. B	UNIV. C
Disciplina preparatória	X	X	X
Monitoria	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 estruturada		X	

Fonte: a Autora

Percebe-se que existem muitas propostas de intervenção sendo realizadas pelas instituições pesquisadas e para tornar claro como cada uma delas funciona, segue a definição do que é cada uma:

Disciplina preparatória

A disciplina preparatória, também conhecida como Pré-Cálculo e Cálculo zero, entre outros, é oferecida pelas três instituições, sendo obrigatória nas instituições privadas e eletiva na instituição pública 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. Dentro dela, conteúdos referentes ao ensino fundamental e médio são revisados.

Monitoria

Da mesma forma que a disciplina preparatória, a monitoria é oferecida pelas três instituições e funciona como um reforço dado por um aluno de um período mais avançado: semestralmente ocorre um processo seletivo para selecionar os monitores de Cálculo Diferencial e Integral. Essa monitoria deve acontecer fora do horário de aula do grupo e existe um professor responsável pelo aluno monitor.

Cálculo oferecido de maneira diferenciada

A proposta de alguns professores da UFRJ é a de integração entre o conteúdo da sala de aula e o computador. Esse projeto está sendo retomado em 2016, visto que o professor da disciplina poderia ou não optar por trabalhar com o projeto. A ideia, segundo os coordenadores de curso, é relacionar o conteúdo com a parte computacional e sempre voltada para a resolução de problemas. Nesse caso, a professora que estava na cadeira da disciplina contou com o auxílio de uma aluna de doutorado que utilizaria a pesquisa como parte da sua tese de doutorado.

Aulas extras

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 visão um pouco diferente da que ele viu durante as aulas regulares. Não existe cobrança de frequência e fica a cargo do professor que dará a aula extra, procurar o professor da disciplina para saber o conteúdo que está sendo dado.

Minicursos

A instituição oferece em sua home Page minicursos, sendo alguns pagos e outros não, referentes a alguns temas propostos durante as aulas. Existe também a proposta de professores

da instituição oferecerem minicursos aos sábados sobre alguns temas. Nesse caso, o minicurso é pago e necessita de um número mínimo de alunos para acontecer.

Teste de conhecimentos pontuados

Quatro vezes durante o semestre o aluno que desejar pode passar por um processo de avaliação do conhecimento já adquirido. São cinco questões aleatórias retiradas do próprio banco de questões de onde as avaliações formais são retiradas. Nesse caso, os acertos contam pontos para aqueles alunos que optem ou necessitem fazer a avaliação substitutiva. O total de pontos acumulados pode ser no máximo 2,0 pontos.

Laboratório de Cálculo

Além das aulas formais, os alunos contam com dois tempos semanais de Laboratório, onde junto ao professor desenvolvem tarefas propostas durante a aula de Cálculo.

Aula online de revisão

Como proposta para 2014, a disciplina de Cálculo e algumas outras 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, onde 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 maior entre as duas notas.

Atividade estruturada

Ao invés da avaliação formal valer a totalidade da nota, é proposto ao aluno um trabalho geralmente voltado para a aplicação do conteúdo na área do curso. Esse trabalho é responsável por 20% da nota da avaliação e sua nota é somada à nota da prova.

4. Análise dos Dados

A coleta de dados nos oportunizou assimilar como está o processo de não aprovação nas instituições privadas de modo a compará-los com os apresentados por Luz (2011) referente às instituições públicas. Nesse sentido, os percentuais apresentados, por nós são inferiores aos apresentados por ele, mas não deixam de ter sua importância.

Comparando os três cursos, encontraram-se na Computação os maiores índices de não aprovação. Nesse curso, enquanto a UNIV.A constatou que o índice de aprovação variou entre 72% e 63% entre os anos 2013-2014-2015, a UNIV. B apresentou variação entre 24% e 68% para o mesmo período. Apesar disso, destaca-se o fato do percentual de aprovação ter apontado para os anos 2014-2015 um crescimento superior a 30%.

Para os cursos de Matemática e Computação, a UNIV.A obteve melhores resultados para o índice de aprovação em Cálculo, só ficando com percentuais inferiores aos da UNIV.B no curso de Engenharia de Produção.

Quando comparadas as três instituições quanto às intervenções, a UNIV. C foi a que propôs o menor número de intervenções: três. Ainda sobre essas intervenções institucionais, a disciplina preparatória e a monitoria são não obrigatórias, e a aula diferenciada de Cálculo depende da decisão do professor. Nas instituições privadas, constatou-se que a monitoria, os minicursos e os testes de conhecimento pontuados também não são obrigatórios.

Por fim, constatou-se que a instituição que apresenta o maior número de intervenções é também a que obteve os melhores índices de aprovação em Cálculo nos três cursos.

5. Considerações Finais

Até o momento a pesquisa constatou que as três universidades oferecem propostas para tentar sanar as dificuldades apresentadas pelos alunos na disciplina. Algumas caminham junto com o movimento *Calculus Reform* e oferecem a ferramenta computacional para trazer o Cálculo para os alunos. Além disso, a disciplina preparatória e a monitoria são intervenções comuns às três instituições, sendo a disciplina preparatória não obrigatória na UNIV. C. A proposta da disciplina preparatória reforça a afirmação de alguns autores quanto à defasagem do aluno que chega ao ensino superior.

Como é uma pesquisa ainda em andamento, nossa análise, ainda em andamento, aponta para diretrizes diferentes para cada tipo de instituição ao tomar decisões e ao atacar seus problemas internos. Uma das possíveis causas, e que por nós será analisada, é a questão econômica envolvida, principalmente no caso das instituições privadas.

Uma primeira ideia seria de que as estratégias utilizadas são utilizadas para diminuir problemas causados pela possível aumento da desistência dentro da disciplina. Sabemos que tudo é transformado em mercadoria dentro do sistema capitalista e, portanto, em objetos de consumo, até mesmo o próprio sistema educacional.

Segundo Marx e Engels, no Manifesto Comunista, todas as coisas viram mercadoria. O mercado, através da “burguesia despojou de sua auréola todas as atividades até então reputadas veneráveis e encaradas com piedoso respeito. Do médico, do jurista, do sacerdote, do poeta, do sábio fez seus servidores assalariados.” (MARX e ENGELS, 1995). Não se trata mais em afirmar se o uso de um determinado objeto ou método é, do ponto de vista acadêmico, bom ou não. A discussão sobre benefícios da implementação de um

determinado meio para ser usado em aula ou mesmo na vida cotidiana, passa a saber se o mercado o acolheu.

6. Referências

BARUFI, M. C. B.. *A Construção/ Negociação de Significados no Curso Universitário Inicial de Cálculo Diferencial e Integral*. São Paulo: Tese de doutorado, 1999.

JUNIOR, A. O. Compreensões de Conhecimentos de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática . *Uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática*. Rio Claro : Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, 2005. Vol. Tese de doutorado em Educação Matemática.

LUZ, Valéria Moura da. **Introdução ao Cálculo:** uma proposta associando pesquisa e intervenção. Tese de mestrado, CCMN-UFRJ, 2011.

MATTOS, F. R. P. **Roteiros e colaboração para o Software Tabulae:** Estratégias Didáticas para um Modelo de Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador à Distância em Geometria. Tese de doutorado, COS-COPPE/UFRJ, 2007.

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

MOREIRA, D. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo : pioneira Thomson Learning, 2004.

REIS, Frederico da Silva. **A Tensão entre Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise:** a Visão de Professores-Pesquisadores e Autores de Livros Didáticos. Tese de doutorado em Educação, Campinas. UNICAMP, 2001.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Trad. Daniel Grassi – 2ª edição, Porto Alegre, Bookman, 2001.