

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VIVIAN DE PAULA RIBEIRO

**O IMPACTO DA AFETIVIDADE NO PERCURSO
FORMATIVO MATEMÁTICO DE ALUNOS INGRESSANTES
EM CURSOS DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA.**

CURITIBA

2019

VIVIAN DE PAULA RIBEIRO

**O IMPACTO DA AFETIVIDADE NO PERCURSO
FORMATIVO MATEMÁTICO DE ALUNOS INGRESSANTES
NOS CURSOS DE CIÊNCIAS E ENGENHARIAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Matemática, do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Paraná.
Orientador: Prof. Dr. Elenilton Vieira Godoy.

CURITIBA

2019

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo aproximar as discussões envolvendo a Matemática Emocional e a Análise de Erros na Educação Matemática no Ensino Superior e foi desenvolvido a partir da aplicação, pelo departamento de Matemática, de uma avaliação diagnóstica constituída de questões testes envolvendo assuntos da Matemática Escolar e outras que procuram caracterizar o perfil do ingressante nos cursos de graduação (que possuem alguma disciplina da área de Matemática no seu projeto pedagógico do curso) da Universidade Federal do Paraná. Nesse sentido, a avaliação diagnóstica foi aplicada nos cursos de Administração, Agronomia, Ciências da Computação, Ciências Biológicas, Ciências Econômicas, Engenharias, Física, Geologia, Informática Biomédica, Matemática, Matemática Industrial, Química e Zootecnia, contudo, o foco desse estudo voltou-se para os cursos Ciências Biológicas, Administração, Engenharia Cartográfica, Agronomia, Economia, Geologia e Zootecnia, pois foram aqueles que apresentaram uma porcentagem maior de pavor e desgostos com a relação à Matemática. A partir dos resultados encontrados na avaliação diagnóstica foi aplicado um segundo questionário apenas aos estudantes dos cursos, objeto desse estudo sobre afetividade matemática. Os dados coletados dos dois questionários foram analisados inspirados nos estudos envolvendo à Matemática Emocional e a Análise de Erros. Aproximando as discussões entre a análise dos erros matemáticos e o questionário sobre afetividade matemática, percebemos que muitos erros podem ter sua origem em concepções e emoções. Concepções de professor como detentor do conhecimento e o aluno como sujeito passivo, aquele que busca ao máximo se apropriar das regras matemáticas, sem dar sentido aos procedimentos que realizou. Nessa perspectiva, o aluno bom em Matemática é aquele que “treinou” bastante para conseguir fazer os exercícios.

Palavras-chave: Afetividade em Matemática. Análise de Erros. Matemática Emocional. Educação Matemática no Ensino Superior. O presente trabalho tem como objetivo

ABSTRACT

This work aims to approximate discussions regarding Emotional Mathematics and the Analysis of Errors in Mathematics Education in University, and it was designed based on a diagnostic evaluation, applied by the department of Mathematics, containing test questions on the matters of school math and others, that aimed to characterize a profile of those starting undergraduate courses (only the ones containing any subjects of Mathematics on their pedagogical programs) at the Federal University of Paraná. Therefore, the diagnostic evaluation was applied in the following courses: Administration, Agronomy, Computer Science, Biological Sciences, Economic Sciences, Engineering, Physics, Geology, Biomedical Informatics, Mathematics, Industrial Mathematics, Chemistry and Zootechny; however, the focus of the study was on Biological Sciences, Administration, Cartographic Engineering, Agronomy, Economic Sciences, Geology and Zootechny, cause its students showed a bigger percentage of fear and displeasure regarding Mathematics. Based the results of the diagnostic evaluation, another evaluation was applied to the students only, objects of this study on Mathematics affectivity. The collected data from both questionnaires were analysed based on studies regarding Emotional Mathematics and the Analysis of Errors. Comparing discussions between the analysis of errors and mathematics affectivity, it was noticeable that many errors might be originated from conceptions and emotions. Conceptions like the professor as being the owner of knowledge and the student as a passive subject, the one who seeks appropriation of the rules in mathematics, without giving meaning to the operations done. In this perspective, the good student of Mathematics is the one who “practiced” constantly to be able to solve the problems.

Key words: Affectivity in Mathematics. Analysis of Errors. Emotional Mathematics. Mathematics Education in University.

“Tu me dizes, eu esqueço; tu me ensinas, eu lembro; tu me envolves, eu aprendo.”
(Benjamin Franklin)

Sumário

Introdução e justificativa	7
1. Matemática emocional	9
1.1 O impacto da afetividade nas relações sociais.....	9
1.2 Postura do professor frente à afetividade no processo de ensino e aprendizagem matemática.....	11
1.3 Atitudes e concepções dos alunos com a Matemática.....	13
1.4 Atitudes em relação à Matemática e atitude matemática.....	14
2. A engenharia didática	15
2.1 As diferentes fases da metodologia da engenharia didática.....	18
2.2 Situação problema.....	19
2.2.1 Análise matemática do problema.....	22
2.2.2 Os quadros colocados em jogo pela situação.....	25
2.2.3 As ferramentas.....	25
2.2.4 As escolhas didáticas.....	25
2.2.5 Os procedimentos esperados que permitem avançar na resolução do problema.....	26
2.2.7 Erros levantados numa análise a priori.....	26
3. Resultados alcançados na análise de erros das questões discursivas	29
3.1 Considerações a respeito da análise da avaliação diagnóstica.....	29
3.2 Considerações a respeito da análise do questionário sobre afetividade matemática.....	33
3.2.1 Tópico 1: Crenças do papel do professor e sua metodologia em sala de aula.....	34
3.2.2 Tópico 2: Crença sobre si mesmo como aprendiz de Matemática.....	38
3.2.3 Tópico 3: Crença sobre a aprendizagem matemática.....	40
3.2.4 Tópico 4: Emoções dos estudantes com a Matemática.....	42
4. Considerações finais	46
5. Referências	49
6. Anexos	51

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A proposta deste estudo surgiu de um projeto de Iniciação Científica intitulado ***Desafios do Ensino de Matemática nos cursos de ciências (agrárias, biológicas, exatas e da terra, sociais aplicadas) e engenharia***, em que o principal objetivo da pesquisa era analisar os erros matemáticos cometidos numa avaliação diagnóstica realizada pelo departamento de Matemática no primeiro semestre de 2018.

O departamento de Matemática desde o ano de 2016 tem aplicado uma avaliação diagnóstica aos alunos ingressantes (e que possuem alguma disciplina de Matemática no projeto pedagógico do Curso escolhido). **A avaliação é constituída de questões testes envolvendo assuntos da matemática escolar e outras que procuram caracterizar o perfil do ingressante.** A avaliação não é obrigatória e tampouco compõe o conceito final dos estudantes nas disciplinas da área de Matemática.

A avaliação aplicada no primeiro semestre de 2018, que originou tanto o projeto de Iniciação Científica como o presente Trabalho de Conclusão de Curso, foi constituída de 24 questões, sendo vinte e duas (22) em formato de testes e duas (2) discursivas. As questões de 1 a 6 caracterizaram o perfil educacional e atitudinal matemático dos participantes; a questão 7 objetivava apresentar o principal motivo que fez com que o ingressante escolhesse o curso em questão; as questões de 8 a 22, em formato de testes, avaliaram o conhecimento matemático escolar da Educação Básica; e as questões 23 e 24, em formato discursivo, (propostas pela primeira vez) foram incluídas devido ao projeto de Iniciação Científica mencionado anteriormente. No decorrer deste estudo, as questões 23 e 24 serão detalhadas.

Diante da avaliação diagnóstica, buscamos analisar por meio de uma abordagem quali-quantitativa de pesquisa¹, em um primeiro momento, as questões discursivas 23 e 24, com a intenção de diagnosticar conhecimento matemático

¹ [...] numa pesquisa científica, os tratamentos quantitativos e qualitativos dos resultados podem ser complementares, enriquecendo a análise e as discussões finais (MINAYO, 1997). Conforme Flick (2009), nos últimos anos vários pesquisadores de diversas áreas enfatizam em suas pesquisas as relações, combinações possíveis e também as distinções entre a pesquisa quantitativa e a qualitativa. Para Bryman (1992), citado por Flick (2009), a lógica da triangulação, ou seja, da combinação entre diversos métodos qualitativos e quantitativos, visa a **fornecer um quadro mais geral da questão em estudo**. Nesta perspectiva, a pesquisa qualitativa pode ser apoiada pela pesquisa quantitativa e vice-versa, possibilitando uma análise estrutural do fenômeno com métodos quantitativos e uma análise processual mediante métodos qualitativos. (SCHNEIDER, FUJII, CORAZZA, 2017, p. 569)

escolarizado do estudante ingressante nos cursos de graduação da UFPR. Cabe destacar, novamente, que a avaliação diagnóstica é aplicada somente nos cursos de graduação que possuem disciplinas da área de Matemática no seu projeto pedagógico, ou seja, Administração, Agronomia, Ciências da Computação, Ciências Biológicas, Ciências Econômicas, Engenharias, Física, Geologia, Informática Biomédica, Matemática, Matemática Industrial, Química e Zootecnia. Nas análises realizadas também observamos as estratégias de resolução apresentadas pelos estudantes, a interpretação do problema enunciado e os erros cometidos pelos participantes.

Consideramos que apenas constatar o que os estudantes erram numa avaliação diagnóstica (conforme a proposta pelo departamento de Matemática) pouco ou quase nada agrega ao trabalho docente tanto nas aulas de Matemática da Educação Básica como nas aulas das disciplinas da área de Matemática do Ensino Superior, todavia, a análise dos erros pode auxiliar na identificação dos motivos que contribuem para que o erro aconteça. Por consequência, aos identificarmos tais motivos, é possível propor ações para combatê-los tanto na Educação Básica como no Ensino Superior e, neste sentido, a análise dos erros pode ser entendida como uma importante ferramenta didática. Posteriormente, abordaremos sobre a análise de erros nessa perspectiva.

Posto isso, tanto o projeto de Iniciação Científica como este Trabalho de Conclusão de Curso pretendem contribuir para o debate envolvendo os processos de ensino e aprendizagem das disciplinas da área de Matemática nos cursos de graduação da UFPR.

Para tanto, pretendemos neste trabalho, aproximar as discussões envolvendo a Matemática Emocional de Inés Chacón (2003) e a Análise de Erros na Educação Matemática Superior. Consideramos que tal aproximação tem sido pouco explorada na Educação Matemática Superior.

Em nossas análises consideraremos não somente o processo cognitivo que está envolvido, mas também uma reflexão sobre o afetivo, ou seja, concepções e atitudes dos alunos com a Matemática. Consideramos importante o papel dessa disciplina no desenvolvimento do raciocínio lógico e na capacidade de interpretação, aliado aos seus conteúdos e teoremas. Entretanto, pesquisas da autora Chacón (2003) apontam que a Matemática tem causado medos, traumas e um certo distanciamento por parte dos estudantes. Atrelado a essas emoções há um conjunto

de impasses, dificuldades no entendimento de problemas, na resolução desses problemas e nos conceitos matemáticos.

Apesar de no final da década de 1980, grande parte das pesquisas em Didática da Matemática sobre os processos de aprendizagem começarem a se centrar nos aspectos afetivos dos estudantes (CHACÓN, 2003), uma prática que possivelmente pode ocorrer é a medição da aprendizagem pelas conquistas acadêmicas nos aspectos cognitivos (desenvolvimento intelectual), desconsiderando a influência que as variáveis afetivas exercem na construção do conhecimento dos estudantes.

Considerando o que apresentamos nos parágrafos anteriores, o nosso trabalho será constituído de 3 capítulos e as considerações finais. Sendo assim, discutiremos no primeiro capítulo, os conceitos da Matemática Emocional. Compondo esse primeiro tópico, a diferença entre crenças, atitudes matemáticas, atitudes com a Matemática e o impacto das emoções nas relações sociais. Atrelado a isso, posturas do professor frente à afetividade nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, objetivando destacar o papel fundamental que as emoções exercem na sala de aula e o impacto que causa no aprendizado dos discentes tanto da Educação Básica como do Ensino Superior. No segundo capítulo, exploraremos as situações de aprendizagem a partir de aspectos da Engenharia Didática e da análise detalhada dos possíveis erros que podem ocorrer nas duas questões discursivas propostas.

No terceiro, pretendemos analisar os resultados da avaliação diagnóstica e de um questionário sobre afetividade matemática para os cursos: Ciências Biológicas, Administração, Engenharia Cartográfica, Agronomia, Economia, Geologia e Zootecnia. Dispondo de possíveis relações entre erros e afetividade. Escolhemos somente esses cursos pois foram aqueles que apresentaram uma porcentagem maior de pavor e desgostos com a Matemática. Por fim, apresentaremos as nossas considerações finais.

1. MATEMÁTICA EMOCIONAL

1.1 O impacto da afetividade nas relações sociais

A definição mais usada por educadores, apresentada por Chacón (2003), para domínio afetivo inclui atitudes, crenças, considerações, gostos e preferências, emoções, sentimentos e valores. O termo dimensão afetiva, como definem McLeod, Krathwohl e outros (1973): “uma extensa categoria de sentimentos e de humor

(estados de ânimo) que geralmente são considerados como algo diferente da pura cognição”. (apud CHACÓN, 2003, p.20). Na definição de Chacón (2003), considera-se não somente os sentimentos e as emoções como descritores básicos, mas, também, as crenças, as atitudes, os valores e as considerações.

Para Chacón (2003, p.63), podemos entender as crenças pessoais como certezas em que nos encontramos, sem saber como nem por onde entramos nelas. “Não são frutos de um trabalho de entendimento, mas já atuam intrinsecamente em nós quando nos pomos a pensar em algo”. De acordo com a autora, as crenças e concepções são construídas ao longo da vida e podem ser solidificadas ou não com o tempo. Cabe ressaltar também que as crenças são subjetivas e podem ser mantidas pelas pessoas em “diferentes níveis de intensidade, pois, um indivíduo pode estar absolutamente certo sobre um determinado atributo de um objeto, enquanto outro indivíduo pode estar parcialmente certo sobre o mesmo atributo”. (BORIM, 2000, p.30).

De acordo com Borim (2000, p.29), “vários autores concordam que o termo atitude originou-se na Psicologia Social e os primeiros a utilizarem o conceito psicológico foram Thomas e Znaniecki em 1918”. Posteriormente ele foi usado em outras áreas da Psicologia, particularmente a Psicologia Educacional.

De acordo com Jesus (2018, p. 69)

Atitude é uma disposição pessoal dirigida a objetos, eventos ou pessoas, que assume diferente direção e intensidade de acordo com as experiências do indivíduo”. Ademais, uma característica comportamental ou estrutural peculiar a cada pessoa ou grupo, apresentando componentes do domínio afetivo, cognitivo e motor. Ou seja, atitude está ligada aos sentimentos e podem ser a favor ou contra, favorável ou desfavorável, positiva ou negativa, amigável ou hostil, aprovadora ou desaprovadora. A intensidade das atitudes está de acordo com o grau de convicção sobre determinado assunto.

Para Fishbein e Ajzen citados por Koballa (1988, apud BORIM, 2000, p. 31)

Um conjunto de crenças formam a base das atitudes de um indivíduo. O fato de o sujeito apresentar uma atitude positiva ou negativa em relação a alguma coisa vai depender de suas crenças relevantes serem avaliadas positiva ou negativamente e da intensidade com que as crenças são mantidas.

Um conceito relacionado às atitudes são os valores. Para Rokeach (1972, apud BORIM, 2000, p.31), “valor é um tipo de crença localizada no sistema de crenças de um indivíduo, sobre como esse indivíduo pode ou não pode se comportar”.

Apesar do conceito de crença, atitude e valor serem distintos, eles estão relacionados de maneiras importantes. Para Fishbein e Ajzen (1975, apud BORIM, 2000, p. 33)

As crenças de uma pessoa sobre um determinado objeto determinam como a pessoa se sente em relação ao objeto (isto é, a atitude da pessoa). Sucessivamente, a atitude mediada pelos valores, determina as intenções de comportamento com respeito ao objeto. Finalmente, estas intenções de comportamento influenciam, mas não determinam completamente como a pessoa realmente se comporta em relação ao objeto.

Para os autores aqui mencionados, as crenças, atitudes, comportamentos e valores estão presentes nas relações pessoais e influenciam o comportamento de todos. E no ambiente escolar não poderia ser diferente. Professores e alunos estão sujeitos a manifestar um determinado comportamento de acordo com suas atitudes estabelecidas a respeito de uma ciência ou apenas um conteúdo qualquer.

Entendendo o papel fundamental das emoções no comportamento humano, podemos considerar em nossa prática docente as atitudes como um fator importante, que de acordo com Jesus (2018), são capazes inclusive de influenciar o desempenho dos alunos na disciplina de Matemática. Quanto à isso, os pesquisadores neste trabalho mostraram que os afetos (emoções, atitudes e crenças) dos estudantes são fatores-chave na compreensão de seu comportamento em Matemática. De acordo com Jesus (2018), o aluno fica mais motivado a aprender quando suas atitudes são positivas. Além disso, pode investir esforços mais intensos e mais concentrados durante o processo de aprendizagem. Entretanto, quando as atitudes são desfavoráveis, é provável que esses elementos venham a ocorrer em direção oposta, com tendências ao distanciamento da Matemática, a utilização de maneira simplista ou a busca de alternativas para que seja desnecessária a sua utilização. Para Chacón (2003), os alunos que possuem crenças rígidas e negativas sobre a Matemática e sua aprendizagem normalmente são aprendizes passivos e, no momento da aprendizagem, trabalham mais a memória (reprodução do que o professor faz) do que a compreensão. Concluindo, é o sentimento influenciando a cognição.

Veremos no decorrer do trabalho, quais posturas o professor pode assumir para que as crenças e as atitudes ruins em relação a Matemática não sejam nutridas e mantidas.

1.2 Postura do professor frente à afetividade no processo de ensino e aprendizagem em Matemática

Para Chacón (2003), ao aprender Matemática, o estudante não recebe apenas estímulos associados no exterior de uma sala de aula ou por seus colegas, mas também pelas atuações dos seus professores, que geram neles certa tensão. Diante desses estímulos reage emocionalmente de forma positiva ou negativa. Essa reação está condicionada por suas crenças, não só sobre a Matemática, mas também sobre si mesmo. A autora continua afirmando que se o indivíduo encontra-se em um ambiente com situações similares repetidamente, que produzem o mesmo tipo de reações afetivas, então a ativação da reação emocional (satisfação, frustração, etc.) pode ser automatizada e se “solidificar” em atitudes. Essas atitudes e emoções, por sua vez, motivam as crenças e colaboram para sua formação.

Diante desse cenário, de acordo com Chacón (2003), o professor está sujeito à reforçar concepções e atitudes, ou atenuá-las. Os diálogos referidos aos alunos e até mesmo as concepções do próprio professor sobre a Matemática geram impactos nas práticas de ensino e conseqüentemente na aprendizagem dos alunos.

Começando por um exemplo simples apresentado por Chacón (2003), mas que acontece com frequência, seria a compreensão do professor de que todos os problemas de Matemática podem ser resolvidos mediante a aplicação direta de regras, fórmulas e procedimentos mostrados em aula ou apresentados nos materiais curriculares. Entretanto, essa concepção é transmitida aos alunos, que estarão motivados a memorizar regras e fórmulas, e entender a Matemática dessa forma. E muitas vezes, sem interesse para aspectos conceituais, nas conexões entre diferentes conceitos matemáticos. Além de que investirão mais esforços em fazer do que refletir sobre o problema, quais conceitos estão envolvidos, do que se trata e o que estão fazendo. De acordo com a autora, o impasse decorrente dessa forma de ensino é que dispõe de reações negativas quando o aluno se depara com algo diferente daquilo que estava acostumado a exercitar, sendo o pensar uma forma de incômodo.

Chacón (2003) relata alguns mitos que professores transmitem em sala de aula:

Crença 1: Quase todos os problemas de Matemática podem ser resolvidos com a aplicação direta de uma fórmula, uma regra ou um procedimento que o professor explicou ou que está no livro didático.

Corolário: O pensamento matemático consiste em ser capaz de aprender, lembrar e aplicar conceitos, regras, fórmulas e procedimentos.

Crença 2: Os exercícios dos livros didáticos são resolvidos somente com os métodos apresentados no livro; além disso, cada exercício tem de ser resolvido pelo método demonstrado no item em que o exercício aparece.

Corolário: Aprender Matemática é gastar o tempo em lembrar os métodos apresentados pelo livro didático, mais do que tentar raciocinar sobre os problemas.

Crença 3: Somente a Matemática que entra na prova é importante e merece ser conhecida.

Corolário: As fórmulas são importantes, mas suas consequências ou outros problemas derivados delas, não.

Crença 4: A Matemática é criada por pessoas de prestígio, muito inteligentes e criativas. Outras pessoas procuram aprender o que eles colocaram em suas mãos.

Corolário: A autoridade está no professor e no livro didático, que são aqueles que possuem o conhecimento matemático. (CHACÓN, 2003, p.189).

Conforme dito no exemplo acima, essas crenças transmitidas trazem consequências para o aprendizado do aluno. Quando os estudantes “falham” ao aprender Matemática, professores procuram razões e justificativas para os resultados. E, de acordo com a autora, uma possível resposta para essa busca pode ser a forma com que os estudantes enxergam a Matemática e a si mesmos frente à ela. Uma vez que a postura do educador é o fator de muita influência, suas práticas podem ser repensadas e aprimoradas. De acordo com Marcos (2018), quando os docentes criam um ambiente de ensino e aprendizagem em que os estudantes se sentem confortáveis e confiantes, as atitudes positivas em relação à disciplina são realçadas. Se os alunos procuram evitar uma aula, por não gostam ou não terem interesse, então as atitudes deles são negativas, mas se em outras aulas esses mesmos alunos fazem questão de estar presentes e ficam atentos às explicações, têm uma atitude positiva.

Portanto, parece pertinente não só aprofundar-se cada vez mais nas exigências cognitivas para a aprendizagem, mas também atentar-se às exigências afetivas. Por isso a importância em ajudar os professores a se confrontarem com as próprias concepções epistemológicas da Matemática que, sem dúvida, influem nas práticas de ensino. Conforme apontado por Chacón (2003), ensinar exige quebrar estereótipos presentes numa sala de aula, por meio de técnicas adequadas, com objetivo de tornar positivas as atitudes em relação à disciplina ministrada.

1.3 Atitudes e concepções dos alunos com a Matemática

Chacón (2003) destaca em seu livro os diversos estudos realizados sobre as atitudes em relação à Matemática e sobre os sentimentos gerados por essa disciplina. As atitudes negativas têm diversas origens, destacando-se como as mais importantes:

As percepções gerais e as atitudes em relação à Matemática transmitidas às crianças; a maneira como essa matéria é apresentada em sala de aula; as atitudes dos professores de Matemática em relação aos alunos; a natureza do pensamento matemático; a linguagem da Matemática. (CHACÓN, 2003, p.173)

Por outro lado, também foi assinalado que existem dois tipos de crenças que têm mais influência nos estudantes e nos professores, que são as crenças na Matemática e crenças em si mesmos.

Segundo Ragazzi (1976, apud BORIM, 2000, p.33)

Uma atitude em relação à Matemática pode ter seus antecedentes na família e outros contatos sociais e seus conseqüentes, nas manifestações provocadas pela presença de atividades matemáticas ou qualquer referência à ela. Essa disposição permanece latente no repertório individual até que seja provocada por um estímulo relevante.

Jesus (2018) ressalta outras possíveis origens das atitudes dos estudantes do Ensino Superior, que podem estar nas experiências que tiveram no Ensino Fundamental e Médio, e nas noções sobre a Matemática adquiridas a partir de situações cotidianas. Embora os autores salientaram que esta origem é mais vulnerável, pois alguns apresentam noções errôneas sobre a Matemática.

Borim (2000) relata que as atitudes são construídas e aprendidas e que por esse motivo, são susceptíveis à mudança, embora umas sejam mais resistentes que outras. Conforme exemplificado pela autora quanto à disciplina de Estatística, mas que também se aplica a Matemática, um estudante que apresenta atitudes tendendo para negativas com relação à disciplina, pode mudar sua atitude para positiva, após um semestre cursando a disciplina, por influências do professor e a forma com que os conteúdos são apresentados.

1.4 Atitudes em relação à Matemática e atitude matemática

Em concordância com o que a autora Chacón (2003) relata, atitudes em relação à Matemática referem-se à valorização, interesse, satisfação e curiosidade desta disciplina, e por sua aprendizagem, destacando mais o componente afetivo do

que o cognitivo. Atitudes dessa natureza referem-se a qualquer um dos seguintes aspectos:

Atitude em relação à Matemática e aos matemáticos; interesse pelo trabalho matemático, científico; atitude em relação à Matemática como disciplina; atitude em relação a determinadas partes da Matemática; atitude em relação aos métodos de ensino. (CHACÓN, 2003, p. 21)

De acordo com a autora, as atitudes matemáticas, ao contrário, possuem caráter estritamente cognitivo e se referem ao “modo de utilizar capacidades gerais como a flexibilidade de pensamento, a abertura mental, o espírito crítico, a objetividade, etc., importantes para o trabalho em Matemática”. No item 10 *National Council Teachers Mathematics* (NCTM) (1989/1991) a afirmação sobre essa categoria é:

A atitude matemática é muito mais do que uma paixão pela Matemática. Os alunos poderiam gostar da Matemática, mas não demonstrar o tipo de atitudes indicadas neste item (refere-se à flexibilidade, ao espírito crítico, etc.). Por exemplo, os alunos poderiam gostar da Matemática e, ao mesmo tempo, acreditar que a resolução dos problemas sempre é a busca de uma resposta correta da maneira correta. Essas crenças, por sua vez, influem em suas ações quando têm de enfrentar a resolução de um problema. Embora esses alunos tenham uma disposição positiva para com a Matemática não demonstraram, no entanto, os aspectos essenciais do que estamos chamando de atitude matemática. (NCTM, 1991, p.241, apud CHACÓN, 2003)

Mesmo existindo essa distinção entre atitude matemática e atitude em relação à Matemática, estudos apresentados pelos autores indicam que o nível de desempenho do aluno pode estar relacionado à atitude positiva do estudante com a disciplina e de acordo com Jesus (2018) mesmo que o aluno com atitude positiva não apresente um alto nível de desempenho, este ainda será melhor do que aquele obtido pelo aluno que apresentou atitude negativa.

2. A ENGENHARIA DIDÁTICA

A análise da produção escrita dos discentes, em qualquer nível de ensino, é uma prática significativa sob o ponto de vista da investigação ou ensino. Como investigação, podemos avaliar o conteúdo das soluções apresentadas pelos estudantes através de uma pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Adquirindo assim, informações pertinentes para o avanço no conhecimento dos erros mais frequentes e possíveis causas.

Sobre o domínio afetivo, mais especificamente as concepções dos alunos, para Cury (2012), as “preconcepções” dos estudantes são ideias equivocadas sobre um determinado assunto. A autora continua afirmando que o professor precisa considerar, entender e saber como lidar com elas, para reorganizar o pensamento do aluno sobre tal tópico. Assim, conforme Shulman (apud CURY, 2012) afirma, ensinar requer o conhecimento do conteúdo, o conhecimento curricular e o conhecimento pedagógico do conteúdo. Destacando especificamente o conhecimento pedagógico dos erros.

Cury (2012) afirma que conhecimento matemático qualquer aluno de um curso de ciências exatas pode dominar, entretanto, “buscar padrões nos erros dos alunos é um trabalho matemático que outros profissionais usualmente não fazem”. Uma vez que tal conhecimento não é adquirido na prática e sim aprendido na graduação de Matemática ou numa formação continuada.

Segundo os autores, conhecer o conteúdo para ensinar é mais do que conhecer o conteúdo.

Ball, Thames e Phelps (2008), a partir de um exemplo sobre uma conta de subtrair, defendem a importância do conhecimento para ensinar. No caso em questão, em que é solicitada a diferença entre 307 e 168, os professores sabem fazer a “conta armada” para obter 139. No entanto, muitos alunos de séries iniciais cometem erros, como por exemplo, diminuir o menor do maior, obtendo 261. Ou então, conseguem “pedir 1 emprestado” no primeiro passo, mas depois esquecem desse fato e simplesmente “baixam” o número 6, obtendo 169 como resposta.

Os professores sabem que está errado e sabem ensinar o algoritmo correto, mas isso não é suficiente: quais passos produzem esses erros? Conforme Ball, Thames e Phelps (2008), ensinar esse conteúdo envolve saber escolher a sequência de apresentação dos exemplos, o momento em que o zero pode ser incluído como algarismo de um dos termos da subtração, os erros que podem ocorrer pela escolha equivocada de exemplos etc. (CURY, 2012, p.26).

Para adquirir uma boa estratégia de ensino, esses três conhecimentos descritos por Shulman (apud CURY, 2012) são indispensáveis. Pois, conhecer o conteúdo matemático e pedagógico, envolve dar respostas aos alunos sobre quaisquer questões que possam surgir sobre o objeto de estudo, e se para alguma pergunta, não houver resposta imediata, o professor deve saber onde procurar e como relacionar as informações encontradas. Ademais, conhecimento imediato das motivações pela qual determinada pergunta foi feita, aptidão à levá-las em consideração, buscando técnicas das diversas abordagens de ensino que inquiram o

aluno na direção de suas hipóteses, para comprová-las e poder fornecer a resposta mais adequada.

Cury (2012) especifica o conhecimento pedagógico do conteúdo dos erros, que exige muito mais do que o simples conhecimento do conteúdo ou da pedagogia, como ele será abordado. Segundo a autora,

esse conhecimento deve incluir uma compreensão do que faz aquele determinado conteúdo fácil ou difícil; das concepções errôneas que os alunos têm sobre o conceito ou sobre suas operações e propriedades; das formas de auxiliar os alunos a desconstruir tais concepções (CURY, 2012, p. 37).

Nessa perspectiva, encontramos uma aproximação entre a autora Cury (2012), envolvendo a análise de erros, e a autora Chacón (2003) sobre as concepções dos alunos, nas quais o professor pode trabalhar para desconstruí-las.

Conhecimento pedagógico do conteúdo dos erros envolve conhecer o conteúdo no qual o erro foi cometido, as razões pelas quais tal conteúdo gera erros, as formas de trabalhar com os erros para desestabilizar as concepções errôneas dos alunos e as estratégias de ensino que podem auxiliar os alunos a superar suas dificuldades de aprendizagem (CURY, 2012, p. 38).

A autora propõe então, que sejam abordados, em cada disciplina específica ou pedagógica de um curso de Licenciatura em Matemática, os erros mais frequentes, cometidos por estudantes da Educação Básica, relacionados aos conceitos ensinados naquela disciplina.

Dessa forma, o futuro professor poderá ter, como sugere Shulman (1986), um arsenal de conhecimentos sobre as dificuldades, sendo que estas poderão ser discutidas em disciplinas de metodologia de ensino, de estágio, de psicologia educacional, ou quaisquer outras que envolvam o processo de ensino e aprendizagem. Portanto, ao trabalhar com erros, tanto em termos de conteúdos como de metodologias, o professor terá oportunidade de se preparar para planejar suas aulas, em qualquer abordagem escolhida, com os melhores exemplos, as melhores analogias, os melhores problemas sobre determinado conteúdo. Dessa forma, o professor estará desafiando concepções errôneas dos estudantes, previamente adquiridas, ou obstáculos gerados por novos conceitos, auxiliando-os na superação das dificuldades (CURY, 2016, p.45).

Para o autor Almouloud (1997), a engenharia didática é a construção e a exploração de situações de aprendizagem. Essas situações sobre um tema específico de ensino, relacionam o professor, os alunos e um elemento do saber matemático, objeto da aprendizagem.

Segundo Michele Artigue (1980, apud ALMOULOU, 1997, p.113),

A engenharia didática é uma forma de trabalho didático comparável ao trabalho de um engenheiro que, para realizar um projeto, se apóia nos conhecimentos científicos de seu domínio, aceita se submeter a um controle de tipo científico, mas, ao mesmo tempo, é obrigado a trabalhar objetos mais complexos que os objetos depurados da ciência, portanto de confrontar-se, com todos os meios que ele possui, aos problemas que a ciência não quer ou não pode ainda levar em conta.

Para criar os problemas 23 e 24 da avaliação diagnóstica, investigar os resultados destes problemas e buscar possíveis intervenções, tivemos como inspiração a engenharia didática. Gostaríamos de explorar as situações de melhor aprendizagem, como principal fonte a Matemática Emocional, por considerarmos as emoções um fator importantíssimo e valioso para a evolução do ser humano.

2.1 As diferentes fases da metodologia da engenharia didática

De acordo com Almouloud (1997) as fases da metodologia da engenharia didática são as seguintes:

As análises prévias

Numa pesquisa que se utiliza da engenharia didática, necessita de um estudo preliminar sobre certas análises:

- A análise epistemológica dos conteúdos visados pelo ensino.
- A análise do ensino usual e seus efeitos.
- A análise das concepções dos alunos, das dificuldades e obstáculos que marcam sua evolução.
- A análise dos entraves nos quais vai se situar a construção didática efetiva.
- A consideração dos objetivos específicos da pesquisa.
- O estudo da transposição didática do saber para a situação de ensino, em conformidade com o programa escolar. (ALMOULOU, 1997, p.114)

Análise a priori

O objetivo da análise a priori segundo o autor, é determinar como as escolhas efetuadas permitem controlar os comportamentos dos alunos e seus sentidos:

- Descrever as escolhas feitas ao nível local e as características da situação a-didática desenvolvida.
- Analisar no funcionamento quase isolado do professor a importância dessa situação para o aluno, em função, em particular, das possibilidades de ações, das escolhas, das decisões, do controle e da validação que o aluno terá, depois da devolução.
- Prever campos de comportamentos possíveis e tentar mostrar como a análise feita permite controlar seu sentido e assegurar, em particular, que os comportamentos esperados, se eles intervêm, resultam do desenvolvimento do conhecimento visado pela aprendizagem. (ALMOULOU, 1997, p.114 e 115)

Experimentação, análise a posteriori e validação

A fase da experimentação é clássica. Ela é seguida de uma fase de análise a posteriori apoiando-se no conjunto de dados recolhidos durante da experimentação: observações realizadas sobre as sessões de ensino e as produções dos alunos em sala de aula ou fora dela. Esses dados são, às vezes, completados por dados obtidos pela utilização de metodologias externas: questionários, entrevistas individuais ou em pequenos grupos,

realizadas em diversos momentos do ensino ou durante o ensino (ALMOULOU, 1997, p.115).

Em nosso trabalho, temos como objetivo realizar todas essas etapas de análise sobre a avaliação diagnóstica interna à UFPR. Para então, explorar as situações de aprendizagem, proporcionando uma possível solução para melhora de cenário dos estudantes que se dispuseram a resolver os problemas propostos na prova.

2.2 Situação Problema

Aplicou-se uma prova diagnóstica aos alunos matriculados nas disciplinas iniciais de Matemática da UFPR. Os problemas propostos referiram-se a conteúdos do Ensino Fundamental e Médio, dentre eles, 15 objetivos e 2 discursivos.

Os problemas discursivos que compuseram a prova, tinha como objetivo levar o aluno a relacionar diferentes representações de uma função quadrática, adquirindo habilidade de passar da representação gráfica para a representação algébrica. Assim como compreender os elementos que a compõe, tais como conjunto imagem, domínio e até mesmo a composição com uma outra função.

O objetivo das duas questões discursivas elaboradas era que os alunos representassem em escrita simbólica a função quadrática a partir do seu registro gráfico, determinando também os elementos que estão inseridos nesse contexto, como imagem, domínio e composição. Com a ressalva na questão 24 de que o domínio e imagem eram um conjunto discreto de pontos e que portanto, o gráfico não será mais contínuo e sim um conjunto de pontos dispersos no plano cartesiano. Da mesma forma, para a composição de função, havia uma restrição no domínio, da qual os alunos poderiam não perceber ou não entenderem o problema.

De acordo com Almouloud (2003), é interessante para a compreensão do conceito de função, mobilizarmos vários registros de representação, tais como: o gráfico, escrita simbólica e linguística, pois cada um deles tem características próprias e podem ser importantes para os processos de ensino e aprendizagem das funções, mais especificamente, da função quadrática, objeto da nossa investigação. Caso o aluno não esteja habituado a fazer a mudança da representação gráfica para o algébrico ou não entenda essas relações, ficará sujeito a permanecer com a concepção operacional muitas vezes elementar de função.

Em nosso trabalho, demos ênfase à passagem da representação gráfica para algébrica, não por considerá-la mais importante, mas por verificarmos no estudo que

Almouloud (2003) traz, que este aspecto costuma ser pouco trabalhado nos materiais curriculares e em sala de aula. Dessa forma, pode-se criar um obstáculo didático para resolução de problemas que perfazem o caminho inverso, ou seja, do quadro geométrico para o algébrico.

Segundo Almouloud (2003, p.21), um possível obstáculo didático seria o tratamento das funções no registro de fórmulas durante toda a escolaridade, com a mudança do registro das fórmulas para o registro gráfico, mas sem a passagem inversa. Outro obstáculo, de acordo com Almouloud (2003, p.45), seria o estudo gráfico de funções lineares ou afins unicamente no oitavo ou nono ano, constituindo um obstáculo didático suplementar à aquisição do conceito de função no primeiro ano do Ensino Médio.

Alessandro Ribeiro e Helena Cury (2015) apresentam na obra “Álgebra para a formação do professor”, pesquisadores que se preocupam em detectar as dificuldades dos estudantes, mais especificamente nos conteúdos de equações e funções, para criarem estratégias de ensino que venham auxiliá-los na aprendizagem dos conceitos em questão. Ou seja, metodologias didáticas a partir dos próprios erros dos alunos.

Ball, Thames e Phelps (2008) consideram essencial que o professor reconheça quando os alunos dão uma resposta errada ou quando os livros-texto utilizados apresentam alguma definição equivocada. Os autores apontam para a importância de buscar padrões nos erros dos alunos, para saber qual o melhor método para ensinar determinado tópico. Esses autores ainda sugerem, no seu esquema sobre os domínios do conhecimento para o ensino, o que chamam de conhecimento horizontal, que envolve saber o que já foi ensinado em um determinado nível de ensino e o que será ensinado depois, para poder ter a visão, por exemplo, da importância de discutir com os alunos aqueles erros recorrentes que tiveram origem em anos anteriores e que vão se consubstanciar em obstáculos para a aprendizagem de futuros conteúdos (CURY, RIBEIRO, 2015, p.83).

Dentre as dificuldades relatadas no livro sobre funções e equações, encontram-se:

- Dificuldade em resoluções de equações, ligada ao uso incorreto da propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição. Os erros sobre o conceito de distributividade pode ter origem numa imagem mental de um procedimento operatório que o aluno gravou sem ter compreendido perfeitamente. Que de acordo com Mariotti (apud RIBEIRO, 2015) seria um “esquema visual”.

- Dificuldade representada pela “passagem” do x do segundo membro para o primeiro, em que não foi usado o princípio aditivo da igualdade.
- Ponte, Branco e Matos (apud RIBEIRO, 2015) apontam que os estudantes podem entender quando se diz, por exemplo, que “a imagem de 5 é 3”, mas não conseguem entender a expressão $f(5) = 3$.

Segundo os autores, os alunos possuem muitas limitações na concepção de função e essa visão estreita teria como principal causa a forma com que os livros-texto e professores apresentam esse assunto, ou a falta de uma discussão mais profunda sobre o conceito de função em sala de aula. Bem como a exploração das múltiplas representações das funções.

Os livros-texto de Álgebra e professores reforçam, em geral procedimentos meramente operacionais (técnicas de resolução) e elementares, bem como:

os aspectos transformacionais, com ênfase em regras a serem seguidas para a manipulação de expressões simbólicas, ao invés de atentar para as noções conceituais, que sustentam essas regras ou para o alicerce estrutural das expressões e equações (RIBEIRO, 2015, p.13).

Foram encontradas na obra dos autores, pesquisa em que são discutidos os conhecimentos dos professores relacionados ao conceito de função. Entre elas, a de Zuffi (apud RIBEIRO, 2015), que:

investigou a utilização da linguagem matemática por sete professores de Matemática do ensino médio. A autora conclui que, para esses professores, as regras e procedimentos estabelecidos pela comunidade escolar e pelos livros didáticos para o conceito de função têm mais destaque do que as definições formais que foram estudadas nos seus cursos de formação e que eles apresentam os formalismos da linguagem matemática apenas para cumprir com as exigências da escola ou dos vestibulares (RIBEIRO, 2015, p.20).

Dessa forma, o ensino da Álgebra é muitas vezes ancorado em manipulações algébricas, sem o desenvolvimento das capacidades das abstrações, generalizações e raciocínio lógico, essenciais para o pensamento algébrico. Segundo os autores, o pensamento algébrico inclui:

a capacidade de lidar com expressões algébricas, equações, inequações, sistemas de equações e de inequações e funções. Inclui, igualmente, a capacidade de lidar com outras relações e estruturas matemáticas e usá-las na interpretação e resolução de problemas matemáticos ou de outros domínios (PONTE; BRANCO; MATOS, apud RIBEIRO, 2015, p.13 e 14).

Outra ressalva é que o ensino dessa forma, proporciona ao estudante a impressão (concepção) de que as funções e equações são um “amontoado de

símbolos, regras e procedimentos, muitas vezes desprovidos de significado”. Consequentemente, encontram dificuldades e, até mesmo atitudes negativas, para tratar as situações matemáticas em que se envolveram quando não recordam alguma fórmula ou algoritmo de resolução.

Pelos exemplos que apresentamos neste capítulo, vemos, por exemplo, que:

o conhecimento da propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição, se não entendida no ensino fundamental, pode trazer dificuldades no Cálculo Diferencial, quando o estudante precisa saber simplificar frações algébricas, entre outros itens. Também entendemos que uma concepção errônea do conceito de função pode levar o estudante a uma aprendizagem deficiente dos diversos tipos de função com que vai trabalhar no ensino médio ou superior. (RIBEIRO, 2015, p.83)

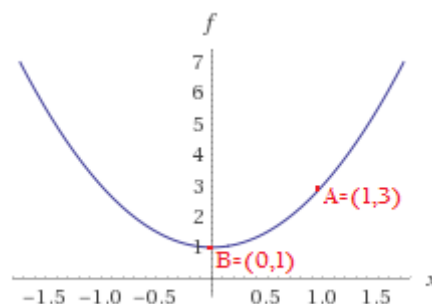
Nesse sentido, uma vez que gostaríamos de entender as dificuldades dos alunos no ensino superior, torna-se interessante um estudo sobre as concepções de ensino e aprendizagem durante a fase escolar. Bem como considera-las e conhecê-las para reorganizar o pensamento do aluno.

2.2.1 Análise matemática do problema

Como uma primeira tarefa, fizemos uma análise nos problemas discursivos da prova.

Os problemas discursivos dedicam-se à resolução de questões envolvendo o conteúdo de funções. Dos quais, o primeiro trata-se de encontrar a lei de formação de um função quadrática:

Considere a função quadrática, definida conforme o gráfico a seguir



Encontre a lei de formação da função f.

Algumas possíveis soluções são:

i) Interpretar que f é uma função par por ser quadrática e então admite o ponto $C = (-1,3)$ no seu gráfico. Diante disso, com três pontos encontramos a lei de formação $f(x) = 2x^2 + 1$, através de um sistema com as três equações:

$a(1)^2 + b(1) + c = 3$, $a(-1)^2 + b(-1) + c = 3$ e $a(0)^2 + b(0) + c = 1$. Em que a, b e c são as incógnitas pertencentes ao conjunto dos números naturais.

ii) Interpretar que o ponto B é o vértice da função, com isso através do sistema composto pelas equações: $\frac{-b}{2a} = 0$ e $\frac{-b^2 + 4ac}{4a} = 1$ encontrar a lei de formação $f(x) = ax^2 + 1$ e depois para encontrar o valor de a basta fazer $x = 1$ $f(x) = 3$ correspondente ao ponto $A = (1,3)$.

A questão seguinte e última é composta pelos elementos de uma função, ou seja, domínio, imagem, representação geométrica e por composição de funções:

Considere os conjuntos $M = \{-3, 2, 0, \sqrt{5}\}$ e $P = \{-2, 0, 2, 7, 11\}$ e as funções $g: P \rightarrow \mathfrak{R}$ e $h: M \rightarrow \mathfrak{R}$ em que $h(x) = x^2 + 2$ e $g(x) = x^2 + x^4$.

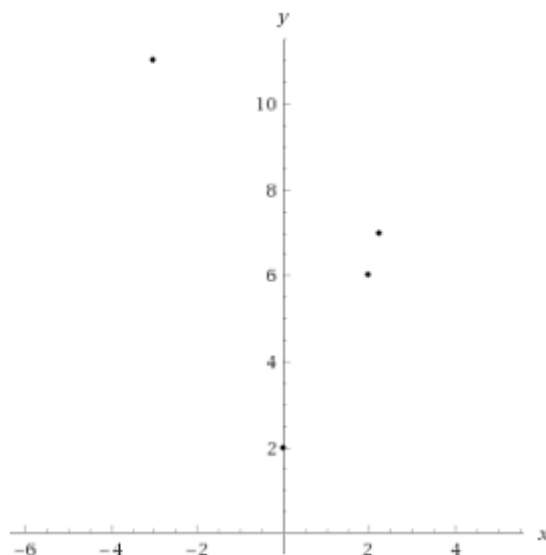
a) Calcule $h(x)$ para cada $x \in M$ e identifique o domínio e a imagem da função h .

Solução:

O domínio da função h é o conjunto $M = \{-3, 2, 0, \sqrt{5}\}$ e portanto o conjunto imagem é $\{2, 6, 7, 11\}$ tal que

- $h(-3) = 11$
- $h(2) = 6$
- $h(0) = 2$
- $h(\sqrt{5}) = 7$

b) Esboce o gráfico de h para o seu domínio.



c) Calcule os possíveis valores para $g \circ h(x) = g(h(x))$.

Solução 1:

O conjunto solução é $\{2^2 + 2^4, 7^2 + 7^4, 11^2 + 11^4\}$ em que

- $g(h(-3)) = 11^2 + 11^4$
- $g(h(0)) = 2^2 + 2^4$
- $g(h(\sqrt{5})) = 7^2 + 7^4$

Solução 2:

Resolver $g \circ h(x) = g(x^2 + 2) = (x^2 + 2)^2 + (x^2 + 2)^4$ e substituir os valores de $x \in M$ para os quais é possível calcular $g(x^2 + 2)$, ou seja, o resultado de $x^2 + 2$ deve pertencer ao domínio de g .

Observe que na questão 23 além de dispormos do caminho inverso (geométrica para algébrica), também disponibilizamos somente dois pontos na parábola. E para isso, o aluno teria que explorar conceitos da função quadrática, como por exemplo, paridade. Na questão 24, restringimos o domínio das funções, ou seja, não consideramos todos os números reais. O que pode ser diferente do que estão acostumados a lidar na escola. Portanto, era essencial novamente, o conhecimento de conceitos matemáticos, como de domínio e imagem. Da mesma forma, restringindo o domínio, o gráfico fica diferente do que estão acostumados, ou seja, não será o desenho de uma parábola. E por último, o aluno também teria que ter o

conhecimento do conceito de função composta, para entender que $g(h(2))$ não entraria como resposta para o problema.

Concluindo, nosso objetivo principal é explorar os conceitos com os alunos e não regras ou fórmulas.

2.2.2 Os quadros colocados em jogo pela situação

O quadro geométrico: gráficos e orientações no plano cartesiano serão fundamentais para resolução dos problemas acima.

O quadro algébrico: equações, incógnitas, sistema de equações serão ferramentas para formular de uma outra maneira o problema.

O quadro numérico: números inteiros, racionais e irracionais, munidos da ordem e das operações, são ferramentas básicas para todas as etapas do estudo e para qualquer quadro onde se situe.

2.2.3 As ferramentas

Quanto aos conteúdos necessários para resolução dos problemas, podemos destacar:

- Plano cartesiano e noções de pontos.
- Características de uma função quadrática, parábola e lei de formação.
- Domínio e imagem de funções.
- Valor numérico de uma função.
- Esboçar gráficos, bem como o conhecimento de suas características.
- Determinar composta de uma função.
- Números e conjunto numérico.
- Operações Matemáticas.

2.2.4 As escolhas didáticas

Levantamos as seguintes variáveis na situação problema:

- Quanto à representação, as funções do 2º grau podem apresentar-se na forma algébrica ou gráfica;
- O conjunto numérico escolhido para trabalhar as situações foi o dos números reais e alguns subconjuntos reais;
- A escolha dos pontos no gráfico que estavam presentes na função quadrática;

2.2.5 Os procedimentos esperados que permitem avançar na resolução do problema

Nesse problema, é dado a representação gráfica da função quadrática, solicitando ao aluno que encontre primeiramente a lei de formação da função f .

Conforme mencionado acima, a passagem em que ocorre a mudança de quadros, do algébrico para o geométrico, costuma ser bastante trabalhado nos materiais curriculares, razão pela qual escolhemos seguir o caminho contrário. Uma vez que o professor pode propor aos seus alunos situações que não sejam habituais, para que eles não pensem que só ocorrem situações dessa natureza.

Ainda nessa perspectiva, escolhemos adentrar no conjunto dos números reais e algumas restrições de domínio, que muitas vezes não é considerado pelo professor, sendo apenas mencionado o conjunto dos números naturais. Bem como encontrar uma função quadrática ao invés de afim, que também não é o usual.

Depois desse processo, na letra b esperamos que o aluno se atente para restrição que ocorreu no domínio e portanto o gráfico não será mais contínuo e sim um conjunto de pontos. Essa questão gera novamente um obstáculo para o aluno, uma vez que ele geralmente não aprende dessa forma, apenas lhe é ensinado a construir um gráfico contínuo.

Na letra c esperamos que o aluno lembre o conceito de função composta e verifique que só é possível a composição para valores de $f(x)$ que estão no domínio de $g(x)$.

É possível que o aluno encontre dificuldades, na interpretação do domínio das funções e as simbologias da Matemática.

2.2.6 Erros levantados numa análise a priori

Da primeira questão discursiva, levantamos os seguintes erros:

- Leitura incorreta do gráfico:
 - i) Visualizar que a parábola intercepta algum dos eixos no ponto B e daí concluir que f possui raiz dupla. Nessa situação o aluno encontrará outra lei de formação ou cessará o processo antes de encontrar.

Solução: Se f possui raiz dupla então $b^2 - 4ac = 0$. Dos pontos A e B temos

$a(1)^2 + b(1) + c = 3$ e $a(0)^2 + b(0) + c = 1$. Resultando em uma lei de formação diferente de $f(x) = 2x^2 + 1$ ou processo interrompido em alguma etapa.

ii) Ao interpretar que f possui raiz dupla, o aluno pode cometer o erro de pensar que $f(1) = 0$. Com isso, recorreremos a possível solução:

Solução: $f(x) = (x - 1)(ax + b)$ e substituindo essa função nos pontos A e C encontraremos uma lei de formação.

- Conhecimento equivocado sobre lei de formação, interpretando que é necessário encontrar uma tabela com pontos os do gráfico.
- Não lembrar que função quadrática é par e então não conseguir encontrar o terceiro ponto, simétrico à A . Com isso, o processo de resolução sucederá com apenas dois pontos ou então algum outro ponto da leitura do gráfico.
- Encontrar a lei de formação de uma função linear por só ter dois pontos.
- Trocar abscissa com ordenada dos pontos $A = (1,3)$, $B = (0,1)$ e $C = (-1,3)$. E então o sistema formado por equações $f(x) = ax^2 + bx + c$ estará incorreto.
- Trocar abscissa com ordenada em qualquer dos exemplos anteriores.

Da questão seguinte, também discursiva, alguns erros se assemelham, mas ainda permanecem alguns diferentes:

a)

- Confundir o conceito de domínio e imagem. Encontrando assim conjuntos diferentes do esperado.
- Confundir imagem e contradomínio, obtendo como resposta que a imagem é o conjunto dos números reais. Essa confusão possibilitará erros como, por exemplo, $x^2 + 2 = -3$.
- Calcular a imagem e no final responder que são os reais, por ver que os valores encontrados são reais.
- Não conhecer o símbolo de pertence e, portanto, não entender que os valores de x são aqueles que pertencem ao conjunto M .
- Escrever os números sem colocar em forma de conjunto.

b)

- Não visualizar que o gráfico é um conjunto de pontos e acabar ligando todos eles.
- Ao interpretar na letra a) que o domínio de h é o conjunto dos números reais ou algum outro diferente de M resultará em um gráfico diferente do esperado.
- O gráfico de h ficará invertido se o aluno confundir abscissa e ordenada.

c)

- Calcular $g(h(2))$ ao não observar que $h(2)$ não está no domínio de g .
- Pensar que o domínio de g e h é o conjunto dos números reais e encontrar somente alguns valores para a função composta.
- Não se atentar primeiramente ao domínio de $h(x)$ e depois para o domínio de $g(x)$. Encontrando resultados diferentes.
- Considerar $g \circ h(x) = g(h(x))$ como uma equação e buscar a verificação dos pontos em $g \circ h(x) = g(x^2 + 2) = (x + 2)^2 + (x^2 + 2)^4$. Para os valores de x o aluno pode cometer o erro de utilizar qualquer número real, todos os números do conjunto M ou P . Ou então utilizar o conjunto M união/interseção com P .
- Considerar $g \circ h(x)$ como o produto entre g e $h(x)$. Possibilitando as seguintes soluções:

Solução 1)

$g \cdot h(x) = (x^2 + x^4) \cdot (x^2 + 2)$ e escolher valores de x pertencentes ao conjunto P ou qualquer outro.

Solução 2)

De $g \circ h(x) = g(h(x))$ implica que $(x^2 + x^4) \cdot (x^2 + 2) = (x + 2)^2 + (x^2 + 2)^4$. Diante disso escolher valores de x da mesma maneira da solução 1. O aluno pode tentar resolver essa equação ou apenas fazer a verificação da igualdade.

Solução 3)

De $g \circ h(x)$ fazer $g \circ h(x) = (x^2 + x^4) \cdot h(x)$ substituindo valores para x somente na lei de formação da função h :

- $g \circ h(x) = (x^2 + x^4) \cdot h(-3) = 11(x^2 + x^4)$
- $g \circ h(x) = (x^2 + x^4) \cdot h(2) = 6(x^2 + x^4)$
- $g \circ h(x) = (x^2 + x^4) \cdot h(0) = 2(x^2 + x^4)$
- $g \circ h(x) = (x^2 + x^4) \cdot h(\sqrt{5}) = 7(x^2 + x^4)$

Diante disso, o aluno pode apenas colocar todas as opções de $g \circ h(x)$ ou então substituir outros valores em x .

3. RESULTADOS ALCANÇADOS NA ANÁLISE DE ERROS DAS QUESTÕES DISCURSIVAS

3.1 Considerações a respeito da análise da avaliação diagnóstica

Anteriormente à análise das questões discursivas, realizamos um teste estatístico multivariado nas questões objetivas da avaliação diagnóstica, envolvendo todos os cursos de Ciências e Engenharias, objetivando estabelecer comparações entre a variável dependente como sendo o número de acertos (**acertos das questões objetivas**) e as demais variáveis independentes envolvidas, como **gênero, aulas semanais de Matemática, tipo de escola, conhecimento sobre disciplina de Matemática no Curso, relação com a Matemática e motivo da escolha do curso.**

Utilizou-se neste teste um HLMM - Modelo Misto Linear Hierárquico², do qual constatou que a escola particular produz um acerto médio 2,09 maior do que a pública e 1,2 maior do que a mista (alunos que cursaram parte do ensino médio em escola pública e parte em escola particular). Não há diferença significativa entre a média dos acertos de estudantes provenientes de escolas mistas (parte em pública, parte em privada) e escolas públicas.

Amar Matemática produz um acerto médio de 1,15 superior a gostar; 2,3 superior a indiferente; 2,397 superior a não gostar; e 3,44 superior a ter pavor. Gostar de Matemática produz um acerto médio 1,16 superior a indiferente. O Efeito tanto de tipo escola como de gostar de Matemática foram significantes. As demais variáveis não influenciaram sobre o número de acertos.

Portanto, a principal variável do processo diz respeito a quanto o estudante gosta ou tem repulsa pela disciplina. Isto ressalta a importância de se preservar uma atitude positiva do estudante frente à Matemática. O outro ponto importante é a qualidade do processo escolar, associando a escola particular (e logicamente às

² Segundo Diez-Roux (2000) o termo análise multinível (ou modelagem hierárquica) tem sido utilizado em campos como educação, demografia e sociologia, para descrever uma abordagem analítica que permite examinar simultaneamente os efeitos que as variáveis do nível do grupo e do nível do indivíduo exercem sobre a variável resposta. (PINHEIRO, 2005, ano, p.8).

condições socioeconômicas da família) a um melhor desempenho acadêmico em Matemática.

Cientes desses resultados, nos dedicamos a analisar as questões discursivas dos cursos que mais apresentaram sentimentos negativos em relação à Matemática e os erros cometidos na avaliação diagnóstica. Para além disso, elaboramos e aplicamos um questionário sobre afetividade matemática

Na primeira fase de análise das provas da avaliação diagnóstica, as respostas a cada questão do teste foram separadas e organizadas, formando o corpus sobre o qual realizamos todo o trabalho. Na correção das soluções de cada questão discursiva consideramos quatro categorias: resposta correta, resposta inconclusiva, resposta incorreta e ausência de resposta.

Nas questões discursivas (Q23 e Q24) descritas anteriormente, consideramos correta a resposta em que o estudante chegou no resultado através das soluções aqui exemplificadas, sem cometer erros no decorrer do processo. Como respostas inconclusivas, foram consideradas as soluções em que o estudante desenvolveu corretamente parte do processo, mas interrompeu depois disso. Por fim, como respostas erradas, foram consideradas aquelas em que o estudante não obteve a resposta esperada ou incorreu em erros durante o processo de solução.

O processo de exploração do material envolveu os cursos de Ciência Biológicas, Administração, Eng. Cartográfica, Elétrica, Agronomia, Economia, Geologia, Zootecnia e classificação das 410 respostas incorretas entre as questões discursivas propostas. Sendo que os critérios de classificação foram determinados a priori e ajustados a posteriori, a partir do próprio corpus, com agrupamento das respostas semelhantes.

As 410 respostas incorretas foram classificadas em sete categorias com um total de 24 tipos de erros, sendo que os principais compreendem:

- I. Encontrar na questão 23 a lei de formação de uma função linear, uma vez que o problema só destaca dois pontos no gráfico (40% das ocorrências nesse exercício são desse tipo). Essa ocorrência foi a maior dentre os 24 tipos de erros referente à essa questão.

Exemplo)

Encontre a lei de formação da função f.

$$(0, 1) \quad (1, 3)$$

$$\frac{3-1}{1-0} = \frac{m=2}{1}$$

$$(0, 1)$$

$$y-1 = 2(x-0)$$

$$\boxed{y = 2x + 1}$$

- II. Resolver corretamente a primeira parte da questão 24, letra a. Entretanto, no final responder que o domínio são os reais, reais positivos ou qualquer outro conjunto (25% das ocorrências nesse exercício são desse tipo).

Exemplo)

$$M = (-3, 2, 0, \sqrt{5})$$

$$D = (2, 0, 2, 7, 11)$$

$$H(x) = -3^2 + 2 = 4 + 2 = 11$$

$$H(x) = 2^2 + 2 = 4 + 2 = 6$$

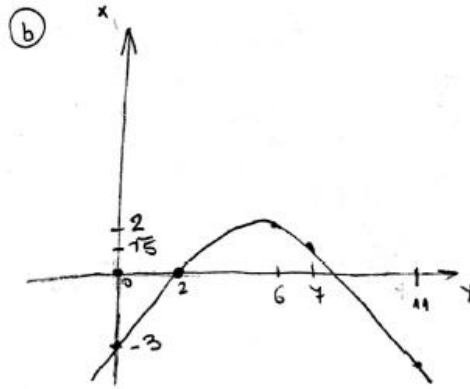
$$H(x) = 0^2 + 2 = 0 + 2 = 2$$

$$H(x) = \sqrt{5}^2 + 2 = 5 + 2 = 7$$

domínio de $H(x)$ $\{x \in \mathbb{R} \mid \text{produto seja } > 0\}$

- III. Não visualizar que o gráfico na questão 24, letra b, é um conjunto de pontos dispersos no plano cartesiano e ligar todos os pontos de alguma forma (70% das ocorrências nesse exercício são desse tipo).

Exemplo)



- IV. Tentar abrir a expressão $g(h(x)) = (x+2)^2 + (x^2+2)^4$ na questão 24, letra c e não encontrar os valores esperados (57% das ocorrências nesse exercício são desse tipo).

c) $h(g(x))$

$$(x^2+x^4)^2 + 2 = (x^2+2)^2 + x^4$$

$$(x^2+x^4)(x^2+x^4) + 2 = (x^2+2)(x^2+2) + x^4$$

$$\cancel{x^4} + x^6 + x^6 + x^8 + 2 = x^4 + 2x^2 + 2x^2 + 4x^4$$

$$2x^6 + x^8 + 2 = x^4 + 4x^2$$

$$-4x^2 - x^4 + 2x^6 + x^8 = 0$$

$$x^2(-4x - x^2 + x^4 + x^6)$$

Conforme previsto na análise a priori, os alunos utilizaram estratégias basicamente procedimentais, mecânicas e técnicas. Apresentando dificuldades na caracterização do conceito de função e os seus elementos (domínio e imagem).

Referente ao último tipo de erro descrito (erro IV), podemos observar a dificuldade no conceito de igualdade, que é visto como o resultado de uma conta. Isso pode ocorrer devido ao foco estar apenas em fazer cálculos. O estudante interpretou a igualdade dada no enunciado, $g \circ h(x) = g(h(x))$, como uma conta a ser feita.

No cenário estudantil, Maria Abreu (2008, p.105) afirma que muitas vezes algumas regras matemáticas são tão obscuras para o aluno e em sua concepção tudo parece tão vago e sem sentido, que ele também pode produzir regras que não tenham sentido. Esse fato acontece porque ele não consegue ler e compreender o que está além da regra, assim, transforma a regra e cria outra em seu lugar.

Além da limitação do conceito de função nas resoluções, verificamos também a dificuldade em explorar as múltiplas representações das funções, em diferentes contextos.

A mudança de contexto gerou um obstáculo para os estudantes e conseqüentemente muitos erros. Entretanto, Marisa Abreu (2008) ressalta a importância de trabalhar diversos contextos em sala de aula para que o conceito seja compreendido. Para autora (2008, p.97), “compreender o conceito matemático é saber interpretar uma regra matemática em qualquer contexto. Pois dessa forma, o processo de aplicação de regras não é mecânico, pois é necessária a interpretação”.

3.2 Considerações a respeito da análise do questionário sobre afetividade matemática

Neste tópico, gostaríamos de aproximar as análises das avaliações com as análises feitas no questionário sobre afetividade matemática. Há semelhanças nos resultados? A afetividade pode ter um forte impacto no desempenho dos estudantes? Essas são algumas das perguntas que tentaremos responder ou discutir.

Inspirados nos estudos de Chacón (2003), elaboramos e aplicamos um questionário com o objetivo principal de analisar os impactos da afetividade durante a fase escolar e universitária dos estudantes. Utilizamos como referência o questionário feito por Chacón (2003, p.231).

O questionário foi realizado de forma *online* (link: <https://forms.gle/emgpCkUmQqxjdgSQA>), no período de 23/10/2018 à 29/11/2018, para os cursos de Ciências Biológicas, Administração, Engenharia Cartográfica, Agronomia, Economia, Geologia e Zootecnia. Ou seja, aqueles que apresentaram na avaliação diagnóstica uma porcentagem maior de pavor e desgostos com a relação à Matemática. Os respondentes ao questionário totalizou uma amostra de 96 alunos.

Referente às questões do questionário, haviam 20 questões discursivas para diagnóstico da inter-relação cognição e afeto e 7 questões objetivas socioeducacionais, as mesmas 7 primeiras presentes na avaliação diagnóstica. Dentre estas, como o estudante classifica a relação dele com a Matemática: ama, gosta, não gosta, indiferente ou tem pavor. Uma vez que também fazem parte do âmbito afetivo. Havia mais questões de outros questionários da autora Chacón (2003), entretanto retiramos da nossa análise para que o trabalho não ficasse muito extenso. As perguntas estão analisadas a seguir e em anexo neste trabalho.

Embora o questionário e a avaliação tenham ocorrido em tempos diferentes e portanto amostras diferentes, o questionário tornou-se um corpus muito interessante de se analisar e agrupar as respostas semelhantes, uma vez que veio de encontro às análises feitas anteriormente sobre as questões discursivas da avaliação realizada.

Dispondo de uma amostra grande e variada, agrupamos as respostas semelhantes de cada questão em duas categorias:

- Categoria 1: alunos que responderam que não gostam de Matemática, tem pavor ou são indiferentes.

- Categoria 2: alunos que responderam que gostam ou amam a Matemática.

Quadro 1 - A estrutura do questionário [Pesquisa sobre afetividade matemática]

Tópico	Título	Questões
1	Crenças do papel do professor e sua metodologia em sala de aula.	1; 7 e 10
2	Crença sobre si mesmo como aprendiz de Matemática.	3 e 9
3	Crença sobre a aprendizagem matemática.	4
4	Emoções dos estudantes com a Matemática.	Demais questões

Fonte: Elaborado por Vivian de Paula Ribeiro e Elenilton Vieira Godoy (2019).

3.2.1 Tópico 1: Crenças do papel do professor e sua metodologia em sala de aula

Os itens seguintes são referentes às crenças do papel do professor e sua metodologia em sala de aula. O primeiro deles está relacionado mais explicitamente com a experiência escolar em seu passado e as outras duas procuram compreender que papel atribuem ao professor em sua aprendizagem da Matemática.

Referente ao item 1: “Meus professores de Matemática do colégio eram...”, as “marcas” que aparecem do professor em sua experiência escolar são características positivas ou negativas referente a ele ou a sua metodologia. Com maior negatividade na categoria 1 (47% da categoria em questão), em detrimento da categoria 2 (22% da categoria em questão). As diferentes respostas que surgiram em relação a categoria 1 e 2 estão descritas, em sua maioria, a seguir:

Questão 1 - Meus professores de Matemática do colégio eram...

Categoria 1 – Respostas dos estudantes:

Características negativas: *Incompetentes e tediosos. Ruins e desinteressados. Bravos. Não tinham boa didática. Superficiais. Mal preparados. Ruins para ensinar, por mais que demonstrassem conhecer o conteúdo. Metodologia ruim. Mal preparados e só ensinaram poucos conteúdos, em geral só aquilo que tinham mais domínio. Bons, até onde iam com o conteúdo, porém depois de entrar na Federal não tenho certeza se tive todo o conteúdo que deveria na escola na matéria de matemática. Razoáveis. Fracos.*

Características positivas: *Bons e comprometidos. Pacientes. Dedicados. Muito bons, me ajudaram bastante em meio a diversas dificuldades. Eficientes. Excelentes. Ótimos. Bons. Outros: Uns eram bons outros não. Normais. Na maioria eram excelentes professores.*

Categoria 2 – Respostas dos estudantes:

Características positivas: *Bons ou muito bons. Entusiasmados. Gostava do que ensinava. Dedicados. Atenciosos. Prestativos. Esforçados. Gostava de dar aula. Didáticos. Muito didáticos. Claros. Objetivos. Bem preparados. Incríveis. Excelente. Preparados, explicavam bem, desenhavam bem, ensinavam os alunos a interpretar os problemas.*

Características negativas: *Desinteressados. Rígidos. Fracos. Ruins. Razoável. Superficiais, algumas poucas exceções de bons professores. Muitos nos faziam apenas aplicar fórmulas. Superficiais na didática. Razoáveis. Incompetentes para passar conteúdos mais difíceis ensinando sempre a mesma coisa e apenas o básico. Meu ensino médio foi péssimo em relação à matemática pois minha escola sempre estava em falta com professor de alguma matéria. Fracos (no básico).*

As questões 7 e 10 do questionário constam expressões ligadas ao suporte cognitivo que o professor deve disponibilizar para favorecer a compreensão do aluno. Aparecem, explicitamente, os processos cognitivos de: capacidade de síntese, expressão escrita, localização de aspectos significativos e ampliação de conhecimentos. Os mesmos aspectos destacados por Chacón (2003). Exigem também, que o professor seja capaz de estabelecer instrumentos e modos para assegurar que o aluno chegue a uma boa compreensão.

Questão 7- Um bom professor de Matemática deveria...

Categoria 1 – Respostas dos estudantes:

Características pessoais: *Ser atencioso. Ter paciência. Ser mais didático. Ser criativo para ensinar. Ser claro. Gostar do que faz.*

Metodologia e intervenção: Dar reforços básicos. Fazer ser divertido e não uma coisa chata. Esclarecer as dúvidas. Ajudar a pensar matematicamente. Fazer com que o ensino da matemática não seja algo tão vazio. Adaptar o ensino à realidade do aluno. Estimular o aprendizado. Explicar a matéria com exercícios e com exemplos reais. Inovar. Explicar com calma, deixar que resolvamos exercícios e nos acompanhar particularmente em nossas dúvidas. Ter a capacidade de verificar até onde o aluno conseguiu acompanhar a sua explicação e refazer a explicação tentando atingir este aluno e resolver as dúvidas que surgirem ao se resolver exercícios em sala de aula. Explicar bem e usar exemplos. Explicar a aplicação dos conceitos.

Interação em sala de aula: Entender as dificuldades dos alunos. Acompanhar particularmente as dificuldades. Prestar mais atenção nos alunos. Estimular o aprendizado.

Categoria 2 – Respostas dos estudantes:

Características pessoais: Ser paciente. Atencioso. Compreensivo. Dedicado.

Complacente. Querer ensinar. Saber explicar muito bem. Ser mais didático. Não ser um robô que só decorou as fórmulas. Ser mais simples. Empolgar os alunos. Entender que nem todos gostam e se dão bem com matemática.

Metodologia e intervenção: Passar muitos exercícios mas também resolver com seus alunos. Explicar passo a passo o raciocínio ao invés de apresentar teoremas que não serão utilizados na prática. Usar problemas da vida real para a aplicação direta da matemática. Buscar maneiras de chegar num aluno com dificuldades. Sanar as dúvidas dos alunos. Inspirar. Ensinar para os que têm dificuldade sem entediar aqueles que têm facilidade. Fazer muitos exercícios em sala de aula. Incentivar. Levar seus alunos a compreender a lógica, a aplicar no dia-a-dia e não incentivar a decorar. Estimular o pensamento crítico. Buscar métodos que auxiliem na aprendizagem e sempre rever seus conceitos. Explicar de forma detalhada. Explicar a origem das regras e fórmulas. Focar menos nos teoremas. Explicar a função das ferramentas matemáticas.

Interações em sala de aula: Entender as dificuldades dos alunos. Perceber o que cada turma precisa realmente em função do tempo que dispõe. Dar o máximo de atenção aos alunos. Acompanhar o ritmo da turma.

Questão 10- O melhor que um professor de Matemática pode fazer por mim é...

Categoria 1 – Respostas dos estudantes:

Características pessoais: Ter paciência. Ser atencioso. Ser compreensivo. Ser dinâmico.

Metodologia e intervenção: Ajudar a compreender e desenvolver os problemas. Aproximar a Matemática do aluno por algum método. Ajudar a entender o raciocínio matemático e o modo de pensar. Ajudar nos exercícios. Dar atenção às minhas dificuldades. Compreender

as disparidades nos ensinamentos de cada aluno e não cortar as notas pelos poucos que acompanham. Estimular. Dar atenção. Retomar conceitos básicos. Explicar passo a passo. Motivar a estudar e fazer compreender que é fácil. Tentar aproximá-la de mim.

Categoria 2 – Respostas dos estudantes:

Características pessoais: *Ter paciência. Estimular. Ser objetivo.*

Metodologia e intervenção: *Analisar o erro dos alunos e suas dúvidas. Incentivar e motivar. Explicar de forma clara e simples. Utilizar exemplos práticos. Transmitir o conhecimento. Saber me explicar um exercício de várias formas diferentes, até que eu entenda. Tirar minhas dúvidas com clareza e mostrar meus erros me orientando ao que devo fazer para melhorar. Facilitar o raciocínio. Repetir explicações. Explicar de forma inteligível para mim. Dar bons exercícios e exemplos. Fazer com que eu compreenda os porquês e como. Resolver problemas. Ensinar a interpretar e simplificar. Incentivar a pesquisa. Mostrar a lógica por detrás de todo problema matemático. Traduzir conteúdos abstratos. Ajudar a resolver os exercícios. Fazer passo a passo dos exercícios. Analisar a minha resolução. Entender como eu entendo as coisas e entender minhas dúvidas. Ajudar com as listas. Trazer aplicações.*

As crenças mais destacadas dos alunos sobre os professores, independente da categoria, são: o professor como transmissor de conhecimentos e o professor como fonte de respostas. De acordo com a autora Chacón,

Na tendência didática tradicional, o professor é o transmissor de conhecimento matemático, é o especialista em conteúdos. O aluno esforça-se para aprender tudo aquilo que o professor lhe transmite e a disciplina adquire uma finalidade exclusivamente informativa. Essa tendência começou a se modificar com a incorporação da perspectiva construtivista da aprendizagem, na qual o professor é incentivador da aprendizagem. Para que ela ocorra, é necessário que o aluno dê um significado ao que aprende, sendo consciente de seu próprio processo de aprendizagem. Para isso, a atividade organiza-se no sentido de buscar respostas para determinadas questões. Tais mudanças nas tendências didáticas produzem, em sala de aula, um choque com as expectativas do aluno, cuja crença mais fortemente arraigada é a do professor como transmissor de conhecimentos. (CHACÓN, 2003, p. 71).

Na concepção tradicional de ensino (maioria no questionário), o professor não é visto como um mediador e o estudante como construtor do conhecimento (sujeito ativo no processo de aprendizagem). De acordo com Jean Piaget, a aprendizagem não ocorre sem que haja o papel ativo no sujeito na construção do conhecimento e sem uma reflexão sobre os resultados de suas ações. Como consequência dessa concepção tradicional, o estudante não atribui significado ao que aprende e portanto,

a matemática pode ser vista como um “amontoado de regras, fórmulas e procedimentos desprovidos de significados”.

As demais respostas encontradas no questionário, por mais relevantes que sejam, não apareceram com muita frequência, sendo assim, consideramos em nossa análise somente as crenças e concepções mais destacadas.

3.2.2 Tópico 2: Crença sobre si mesmo como aprendiz de Matemática

Na literatura de Chacón (2003), “a estrutura de autoconceito como aprendiz de matemática está relacionada com suas atitudes, sua perspectiva do mundo matemático e com sua identidade social”.

O autoconceito em relação à matemática é formado por conhecimentos subjetivos (crenças, cognições), as emoções e as intenções de ação sobre si mesmo referente à matemática. Os elementos mais importantes nesse constructo são os conhecimentos subjetivos e as emoções referentes:

- ao interesse em matemática e aos interesses (motivos, finalidades) em relação à matemática;
- às razões associadas à motivação e ao prazer com a matemática.
- à eficiência em matemática, à força ou à dificuldade com os temas.
- à atribuição causal do sucesso ou do fracasso escolar;
- ao autoconceito como membro de um determinado grupo social. (CHACÓN, 2003, p. 75).

Questão 3- Minhas capacidades em Matemática são...

Categoria 1 – Respostas dos estudantes:

Limitadas. Básicas. Péssimas. Ruins. Mínimas. Fracas. Boas quando passo horas estudando para resolver um problema. São limitadas, mas tento aprender mais e ser o mais clara possível ao passar para os meus alunos conteúdos sobre os cálculos usados na química. Razoáveis, na maioria das vezes (exceto na faculdade) consigo ter facilidade com problemas matemáticos. Piores do que poderiam ser.

As respostas acima representaram 59% da amostra referente à essa categoria. Nas emoções do mapa de humor da autora, encontramos a confiança, que surge quando estão seguros de que sabem e experimentam controle da situação. Entretanto, podemos perceber que a maioria desta amostra não apresenta segurança em seus conhecimentos e capacidades matemáticas. Segundo Chacón (2003, p.142), “a insegurança faz parte de uma estrutura estável que impede a resolução satisfatória de um problema”.

As demais respostas foram: boas, medianas, normais ou suficientes.

Categoria 2 – Respostas dos estudantes:

Boas. Acima da média. Excelente. Desenvolvidas a todo momento. Razoavelmente boas. Acima da média. Acredito que sejam boas, mas tento sempre aprender mais. Boas para responder problemas da minha área e do meu dia a dia. Numa escala de 1 a 10, um 8. Muito boas. Altas. Normais.

Diferente da outra categoria, somente 0,05% dessa amostra apresentou algum aspecto negativo, como: insatisfatória, poucas ou insuficientes. A maioria, conforme podemos observar no quadro acima, apresenta segurança, ânimo e curiosidade para desenvolver ou aprimorar suas capacidades.

Questão 9- Minha motivação para fazer Matemática é...

Categoria 1 – Respostas dos estudantes:

Somente porque preciso me formar. Passar na matéria. Muito baixa. Quase nula. Nula. Nenhuma. Zero. Inexistente. É importante para o meu curso. Mercado de trabalho. Necessidade de aprovação em disciplinas.

Como aprendizes de Matemática, 98% da amostra na categoria 1 não se sentem motivados com a Matemática ou apenas destacam o valor dos estudos como meio para obter um trabalho. Outras metas de formação cultural ou de aprendizagem da Matemática não aparecem.

Categoria 2 – Respostas dos estudantes:

Relativamente alta. Boa. Por me dar respostas claras. Conseguir resolver os problemas. Por gostar dela. Satisfação pessoal. Resolver problemas simples da vida. Aprender assuntos mais avançados. O desafio e a aplicação prática. Sempre receptiva. Aprender e me sentir feliz em algo realmente difícil. Compreender a natureza. Agregar conhecimento. Amor pela filosofia e pela escola de pensamento que ela representa. É que ela está em tudo. Grande. Desenvolvimento mental. Que sem ela nenhum problema é resolvido. Grande. Ótima. Conseguir compreender o universo. Diversão.

As respostas foram, em sua maioria, deste tipo. Somente 10% destacou algum aspecto diferente, como por exemplo, passar na matéria. Entretanto, podemos observar claramente as diferenças entre as respostas da categoria 1 e 2. Os estudantes ressaltaram a satisfação que possuem para com a Matemática.

De acordo com a autora Chacón (2003), o desafio dos educadores é “irromper e interromper sentimentos negativos para que ocorra o progresso do estudante”.

A ansiedade, o medo, o temor, o desespero - e não a perplexidade, a confusão, o quebrar a cabeça ou o bloqueio e a frustração - são estados afetivos essencialmente indesejáveis. É necessário proporcionar e favorecer experiências produtivas e construtivas nos alunos. Estes, ocasionalmente, experimentarão a perplexidade, a confusão e o bloqueio, mas deverão aprender respostas para essas emoções negativas, utilizando-as para transformar a direção e a qualidade do afeto e voltar para a rota positiva da diversão, do prazer, do regozijo e da satisfação. Deveríamos revalorizar a experiência do estudante com estados afetivos intensamente positivos (CHACÓN, 2003, p.142).

Conforme observado na análise de erros na avaliação diagnóstica, percebemos que o estado afetivo positivo em relação à Matemática proporcionou maiores acertos nas questões objetivas e melhores atitudes matemáticas nas questões discursivas.

3.2.3 Tópico 3: Crença sobre a aprendizagem matemática

Questão 4- Para ser bom em Matemática...

Categoria 1 – Respostas dos estudantes:

Precisa praticar bastante. Ter capacidade. É preciso gostar. Precisa de exercícios que junte o abstrato (matemática) com a realidade. É preciso treinar muito. Precisa de muita prática. É preciso talento. Precisamos de uma boa base teórica, exercitar os conteúdos e de uma abordagem em sala de aula que seja mais didática, indo desde o ensino básico a universidade. Preciso praticar muito o mesmo tipo de exercício. Precisa ter uma boa base e gostar. Resolva muitos exercícios. Muito treino e rever conceitos.

As respostas acima, foram as que mais apareceram no questionário referente à essa amostra (47% das ocorrências são desse tipo). Com um destaque maior na concepção da resolução de exercícios como “treino” para um bom desempenho em Matemática. Deve-se tomar cuidado com esse tipo de concepção, uma vez que o aluno pode mecanizar o procedimento sem dar sentido.

Marisa Abreu (2008) traz o exemplo de um aluno da disciplina de cálculo diferencial e integral, que disse: “eu estudei as questões mais difíceis e na prova as mais fáceis eu não sabia fazer”, referindo-se ao cálculo de derivadas de funções algébricas por definição. Entretanto, se ele estudou as mais difíceis, deveria saber as mais fáceis. Porém, para a autora, o estudante “treinou” as mais difíceis, mas sem

entender o conceito e o sentido correto das regras. Caso contrário, saberia resolver as “fáceis” e as “difíceis”.

Podemos aqui, encontrar algumas semelhanças com os resultados da avaliação diagnóstica, em que os estudantes utilizaram procedimentos mecanizados e apresentaram dificuldade ao se deparar com aquilo que não haviam “treinado” antes, ou seja, ao trocar o contexto em que estavam habituados.

De acordo com Ribeiro (2015), os livros-texto de Álgebra e professores reforçam, em geral procedimentos meramente operacionais (técnicas de resolução) e elementares, proporcionando ao estudante a impressão de que de que as funções e equações são um “amontoado de símbolos, regras e procedimentos, muitas vezes desprovidos de significado”. E que conseqüentemente, para ser “bom” em Matemática é preciso dominar todas essas regras, fazendo o máximo de exercícios que conseguir.

Dessa forma, o autor conclui que, o ensino da Álgebra é muitas vezes ancorado em manipulações algébricas, sem o desenvolvimento das capacidades das abstrações, generalizações e raciocínio lógico, essenciais para o pensamento algébrico. Conseqüentemente, o estudante que possui a concepção do aluno como sujeito passivo e “mecaniza” o ensino, encontra dificuldades para tratar as situações matemáticas em que se envolveram quando não recordam alguma fórmula ou algoritmo de resolução que lhe foi “transmitido”.

Categoria 2 – Respostas dos estudantes:

Tem que gostar. Precisa praticar. Ter facilidade em entender e resolver exercícios. Tem que gostar muito. É preciso lógica, facilidade e treino. É preciso treinar. É necessário dedicação ou ter nascido um gênio com predisposição. Prática. Nasce com jeito ou tem que estudar MUITO. É preciso resolver muitos problemas. Precisa-se estudar e resolver muitos problemas. É necessário estudar e praticar. Precisa se exercitar bastante. É preciso treinar a mente de todas as maneiras. É preciso tempo para estudo e prática com exercícios. Deve-se estudar a teoria e praticá-la, porém, é essencial uma primeira demonstração clara e dedutiva por parte do professor. Tem que treinar. É preciso muita repetição, atenção e compreensão de lógica.

As maiores ocorrências, cerca de 48%, são deste tipo. Com destaque maior na resolução de exercícios e “treinar”, da mesma forma que ocorreu na categoria 1. Cabe ressaltar que embora as resoluções das questões diagnóstica tenham sido diferentes (o gostar proporcionou “melhores” atitudes matemáticas) nas categorias e

tenha sido provado estatisticamente a relação entre gostar e números de acertos na avaliação, os estudantes da categoria 2 também apresentaram dificuldades para resolver os exercícios. Mais especificamente nas múltiplas representações de funções e com os aspetos que, de acordo com o autor, são pouco trabalhados em sala. Mostrando que o estudante fica dependente do que o professor lhe “transmite” (concepção de professor como detentor do conhecimento) e das fórmulas ou algoritmo de resolução que foi “treinado” (concepção de Matemática fundamentada em procedimentos). Ou seja, caso essas concepções fossem minimizadas, melhores resultados poderiam surgir.

Tudo isso nos leva a refletir sobre o impacto que essas concepções têm causado, seja na categoria 1 ou na categoria 2. Não considerando somente as emoções e atitudes como vimos anteriormente, mas também as concepções.

A importância de considerar as crenças sobre a disciplina foi reiteradamente destaca por diferentes autores entre os quais se encontram McLeod (1992), Garofalo (1989), Frank (1988) e Schoenfeld (1985). Garofalo, por exemplo, afirma que muitos estudantes de educação secundária acreditam “que todos os problemas de matemática podem ser resolvidos mediante a aplicação direta de regras, fórmulas e procedimentos mostrados pelo professor ou apresentados nos livros didáticos” (p.502), levando-os à conclusão de que “o pensamento matemático consiste em ser capaz de aplicar regras, fórmulas e procedimentos” (p.503). A partir da perspectiva motivacional, esses estudantes estarão motivados a memorizar regras e fórmulas. Não estarão motivados nos aspectos conceituais, nas conexões entre diferentes conceitos matemáticos. Investirão mais tempo em fazer do que refletir sobre o problema, sobre o que fazem e para que serve o que estão fazendo. (CHACÓN, 2003, p. 66 e 67).

3.2.4 Tópico 4: Emoções dos estudantes com a Matemática

Este tópico é uma síntese das demais respostas, na tentativa de estabelecer uma relação entre as respectivas perguntas.

Questão 11- Quando tenho aula de Matemática eu...

Categoria 1 – Respostas dos estudantes:

Odeio. Fico triste. Fico triste/preocupado. Me perco em meio às explicações. Presto atenção até onde eu entendo, quando paro de entender paro de prestar atenção. Me desespero. Fico nervosa, pois não consigo entender as coisas. Sei que terei muitos exercícios em casa. Presto atenção o máximo possível, mesmo não absorvendo muito conteúdo. Espero que não seja tão assustador. Choro. Não gosto muito. Não consigo acompanhar. Eu não sinto vontade de

ir. Transcrevo o quadro, mas sinto deficiências para entender. Tenho tédio. Me esforço para anotar cada passo e entender o que foi feito em sala. Sinto muita pressão. Não tenho vontade. Tenho sono. Me intimido. Sofro pra compreender ou morro de tédio. Fico apavorado. Fico perdida.

Categoria 2 – Respostas dos estudantes:

Adoro. Me sinto bem. Gosto. Fico tranquila. Presto atenção. Fico feliz. Gosto. Geralmente gosto. Quero aprender e me desenvolver. Fico animada. Gosto de ver e fazer o exercício. Tenho vontade de ir a aula. Assisto. Penso que tenho que encarar este desafio. Adoro. Estudo, faço perguntas, faço exercícios, faço de tudo para compreender a matéria. Gosto, desde que seja um conteúdo que eu entenda bem. Tento aprender o máximo que posso. Sempre procuro tomar nota de como abordar os problemas demonstrados pelo professor. Fico extremamente feliz. Motivante. Procuro aprender e questionar o professor sobre as opções de solução do problema. Fico empolgada.

Questão 18- Quando escuto a palavra “Matemática” eu...

Categoria 1 – Respostas dos estudantes:

Hoje eu não gosto. Faço cara feia. Tenho desânimo. Me dá nervoso. Não gosto. Sou indiferente. Tenho raço. Quero sair correndo. Não me alegro muito. Fico nervosa. Quero chorar. Já espero que seja difícil. Me apavoro. Tremo e dá um arrepio na espinha. Me sinto cansada. Sei que é problema. Não vejo nada demais, mas espero algo complicado. Sinto medo. Vou levar um bom tempo para resolver o problema. Sinto sono.

Categoria 2 – Respostas dos estudantes:

Adoro. Quero saber sobre o que está sendo discutido. Fico indiferente. Quero saber sobre qual conteúdo se está falando. Gosto. Não vejo um problema. Não penso nada demais. Escuto como um desafio. Penso: "como eu queria que tivesse mais no meu curso". Fico interessado. Me interesse pelo assunto. Lembro de coisas legais. Quero conversar sobre. Respiro fundo mas gosto bastante. Presto atenção. Não me altero. Me surpreendo. Me sinto bem. Fico feliz, mas intimidado. Fico muito feliz. Falo que prefiro. Fico atenta. Me sinto motivado.

Podemos observar as diferenças entre as categorias. As respostas da primeira categoria são negativas e as da segunda positivas. A autora Chacón (2003), mostra nas páginas 137 a 141 as diferentes emoções na aprendizagem matemática. Das quais podemos destacar: curiosidade, desorientação, tédio, pressa, bloqueio,

desespero, ânimo, confiança, excelência, diversão, prazer, indiferença e tranquilidade.

No desespero, o estudante apresenta a necessidade de sair de uma situação que se torna insuportável. Dessa forma,

procurará eliminar sua ansiedade e seu desespero mediante a resignação, usando um procedimento de busca na memória, adivinhando a resposta desejada. O aluno “imitará” o procedimento indicado, sem considerar “a compreensão” da Matemática. Em alguns casos, podem aparecer consequências cognitivas mais graves. (CHACÓN, 2003, p.139).

O estado emocional de tédio é quando

os alunos não vêem sentido na atividade, quando é necessário um esforço extra: fazer muitos cálculos, ler um texto muito longo ou quando se faz um exercício de consolidação do que foi aprendido. Surge quando a pessoa está cansada e quando não sabe abordar a tarefa - em ambos os casos, ele provoca desânimo. (CHACÓN, 2003, p.138).

A curiosidade aparece

em contraste com outros motivadores práticos ou baseados na autoridade (a necessidade de seguir as instruções do professor). Sem curiosidade concomitante, poderiam ser desenvolvidos processos algorítmicos mais específicos, dirigidos a metas concretas. (CHACÓN, 2003, p.137).

Com as respostas anteriores, vimos que os estudantes (independente da categoria), veem o professor como detentor do conhecimento e aquele que passa as introduções (procedimentos). Ou seja, não possuem, em geral, curiosidade.

A ansiedade, o medo, o temor, o desespero - e não a perplexidade, a confusão, o quebrar a cabeça ou o bloqueio e a frustração, de acordo com a autora são estados afetivos essencialmente indesejáveis. Ademais, “formam uma estrutura estável que impede a resolução satisfatória do problema”. Eles, ocasionalmente, podem surgir, mas os alunos deverão aprender respostas para essas emoções negativas. Para Chacón,

O desafio dos educadores é irromper e interromper os sentimentos negativos, como passo prévio para a necessária reconstrução afetiva/cognitiva que deve acontecer para o progresso do estudante, encontrando caminhos didáticos que favoreçam tais aspectos. Uma meta afetiva local seria criar problemas a partir da curiosidade dos alunos; desenvolver seu senso de discernimento sobre que instruções ou pressentimentos são apropriados (CHACÓN, 2003, p.142).

Nas questões envolvendo as perguntas “Quando estava na aula de matemática eu...” e “Agora, quando estou na aula de matemática eu...”, pudemos

perceber que das respostas consideradas, na categoria 1, 11 estudantes mantiveram suas emoções e atitudes para com a Matemática, 6 estudantes melhoraram suas emoções e atitudes (ou seja, ficaram mais positivas), e 18 estudantes mudaram para pior (a emoções e atitudes ficaram mais negativas). Na categoria 2, 20 estudantes mantiveram suas emoções e atitudes para com a Matemática, 8 melhoraram suas emoções e atitudes, e 29 mudaram para pior.

Ou seja, 51% das respostas consideradas ficaram mais negativas, 34% mantiveram negativas ou positivas as suas emoções e 15% ficaram mais positivas. Esses resultados revelam o quanto as emoções e atitudes podem variar, para melhor ou para pior. E de acordo com o que vimos anteriormente, deveríamos valorizar a experiência do estudante com estados afetivos intensamente positivos.

Ao analisar a pergunta referente à “Gostava da aula de matemática até que...”, constatamos que em geral, as emoções negativas ocorreram a partir do momento que os estudantes tiveram mais dificuldade para entender, acompanhar, resolver os problemas ou quando o conteúdo não fez mais sentido para eles. Paralelamente, se olharmos para as experiências mais negativas que tiveram, constatamos que em geral elas ocorreram mais na universidade. Sendo 53% da categoria 1 que apresentou ter a experiência mais negativa na universidade e 44% da categoria 2. Ou seja, apresentaram mais dificuldade e possivelmente por isso, foi a experiência mais negativa que tiveram. Agora, se nos atentarmos à pergunta referente ao passado deles (as experiências na escola), 44% disseram que a Matemática na escola era deficiente ou básica e 53% na categoria 2 disseram que a Matemática na escola era básica e simples.

Conforme os autores Almouloud (1997) e Ribeiro (2015) mencionaram, os livros didáticos e professores destacam a Matemática como “amontoada de símbolos, regras e procedimentos, muitas vezes desprovidos de significado”, com isso, os alunos não se apropriam dos conceitos e da construção do pensamento matemático. Como principal resultado, encontram muitas dificuldades na universidade, onde muitas vezes será preciso utilizar esses conceitos para os assuntos de maior complexidade. Na pergunta referente à “A matemática é...” os aspectos negativos estão inteiramente associados à dificuldade e complexidade que enxergam nas suas concepções frente à Matemática. O sentimento de complexidade e “quebrar a cabeça” de acordo com Chacón (2003),

É uma emoção que corresponde a um estado cognitivo muito ativo, que requer um intenso esforço de atenção e de concentração na tarefa para relacioná-la com o que sabe. É um estado de confusão provocado porque, após várias tentativas, não é encontrado o caminho para a solução. Manifestando-se por meio de uma reação intensa de nervosismo, de fortes reclamações, etc. (CHACÓN, 2003, p. 139).

Em nossa amostra, essa emoção aparece quando os alunos não conseguem resolver um problema, principalmente por sua complexidade ou por não conseguirem relacionar com aquilo que sabem. E em geral, isso ocorre quando se deparam com um exercício diferente do que foi mostrado pelo professor, ou pelo material didático, e quando não lembram uma regra específica. Dessa forma, as atitudes e emoções negativas são geradas ou intensificadas, conforme vimos anteriormente com a autora Chacón (2003). Em relação ao aprendizado, essas considerações são significantes, pois em geral, os estudantes disseram que aprenderiam mais Matemática se ela fizesse mais sentido, através de uma linguagem que eles entendam, associações com o cotidiano e um ensino mais didático. Ou seja, os estudantes não veem um sentido no que lhes é ensinado, apenas o enxergam como “um amontoado de símbolos, regras e procedimentos” dos quais precisam se apropriar.

Essas conclusões muito se aproximam da análise de erros que fizemos neste trabalho, em que os estudantes não apresentaram domínio do conceito de funções, apenas reproduziram fórmulas e procedimentos mecânicos, ocasionando assim, em muitos erros.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade docente envolve gerenciar as relações sociais em sala de aula, assim como os dilemas e tensões que a perpassam. Diante disso, é preciso considerar o ser humano como um ser social, constituído não somente pelo cognitivo, mas também de emoções. Ao observar esse fato, faz-se necessário que o professor reconheça e valorize que a afetividade e a cognição andam juntas.

Considerar apenas o cognitivo, é ignorar que o estudante ao chegar à escola, não deixa do lado de fora, suas vivências, experiências e desejo, entrando apenas com o intelecto. É transformar a escola em um ambiente repressivo de emoções. Quando um estudante faz uma atividade de Matemática, ele não deixa de lado o aspecto afetivo e se torna apenas o cognitivo. Dessa forma, a afetividade está

intimamente ligada à aprendizagem do sujeito. Uma depende da outra para o aprendizado evoluir.

Nesse sentido, buscamos mostrar em nossas análises que os aspetos afetivos (concepções, emoções e atitudes) são tão importantes quanto os aspectos cognitivos.

Mediante a análise de erros, conseguimos detectar possíveis concepções de ensino e aprendizagem que trouxeram impactos para o percurso formativo matemático dos estudantes. Como por exemplo, apropriação de procedimentos matemáticos desprovidos de significados e conceitos. Concepções essas, que são originadas no ambiente externo ou interno à sala de aula, podendo ser solidificada com o passar do tempo.

Aproximando as discussões entre a análise dos erros matemáticos e o questionário sobre afetividade matemática, percebemos que muitos erros podem ter sua origem em concepções e emoções. Concepções de professor como detentor do conhecimento e fonte de respostas, e o aluno como sujeito passivo, aquele que busca ao máximo se apropriar das regras matemáticas, sem dar sentido aos procedimentos que realizou. A disciplina adquire dessa forma, uma finalidade exclusivamente informativa.

Nessa perspectiva, o aluno bom em Matemática é aquele que “treinou” bastante o que lhe foi transmitido para conseguir fazer os exercícios. Como consequência dessa concepção, a Matemática pode ser vista como um “amontoado de regras, fórmulas e procedimentos desprovidos de significados”. Uma justificativa para tal concepção, pode ser pelo fato de livros-texto de Álgebra e professores reforçarem, em geral, procedimentos meramente operacionais (técnicas de resolução) e elementares.

Dessa forma, o ensino da Álgebra é muitas vezes ancorado em manipulações algébricas, sem o desenvolvimento das capacidades das abstrações, generalizações e raciocínio lógico, essenciais para o pensamento algébrico. Consequentemente, o estudante que possui a concepção do aluno como sujeito passivo e “mecaniza” o ensino, encontra dificuldades para tratar as situações matemáticas em que se envolveram quando não recordam alguma fórmula ou algoritmo de resolução que lhe foi “transmitido”. Essas dificuldades podem ocorrer em vários níveis e resultar num afastamento do estudante para com a Matemática.

Conforme vimos em todas as análises feitas neste trabalho, o afastamento do estudante em relação à disciplina e consequentemente emoções negativas, pode

resultar em uma estrutura estável que impede a resolução satisfatória do problema. Estudantes com emoções positivas resultou em atitudes matemáticas melhores. Ou seja, embora todas as categorias tenham apresentado dificuldades numa mudança de contexto referente ao conceito de função, a categoria 2 (os que gostam ou amam a Matemática), mostraram um melhor desenvolvimento nas capacidades de abstração, generalização e estruturação do problema. De acordo com a autora Chacón (2003), o desafio dos educadores é “irromper e interromper sentimentos negativos para que ocorra o progresso do estudante”.

Em geral, os estudantes da categoria 1 (indiferentes, não gostam ou têm pavor de Matemática) no questionário, mostraram-se desmotivados, inseguros em relação aos seus conhecimentos e capacidades como aprendizes de Matemática, medo, temor, desespero, não perplexidade, confusão, bloqueio e frustração. Estados afetivos essencialmente indesejáveis e que impedem a resolução satisfatória de um problema.

Por outro lado, os estudantes da categoria 2 no questionário, apresentaram satisfação, segurança, curiosidade para desenvolver ou aprimorar suas capacidades e prazer. Estados afetivos desejáveis. Entretanto, em ambas as categorias, foram mencionados aspectos negativos em relação à universidade, mostrando assim, que as emoções podem variar de acordo com o tempo e ambiente. Ressaltando a importância de valorizar a experiência do estudante com estados afetivos intensamente positivos para que o aprendizado seja satisfatório.

Um dos motivos apresentados para o surgimento de aspectos emocionais negativos na universidade, pode ser devido ao fato do estudante não ter se apropriado do conceito matemático durante a fase escolar, encontrando então, dificuldade para assuntos mais complexos, em que o conceito elementar está presente.

Essas análises nos leva a refletir sobre o impacto que concepções e emoções têm causado no percurso formativo matemático dos estudantes, ou seja, em suas atitudes matemáticas. Ocasionalmente, estados afetivos negativos podem surgir, mas os alunos deverão aprender respostas para essas emoções negativas. Bem como a desmistificação das concepções aqui apresentadas.

Nessa perspectiva, metodologias melhores devem ser procuradas para atingir positivamente o aluno. Bem como uma análise constante de erros feita pelo professor para detectar emoções, concepções e atitudes matemáticas recorrentes na turma.

Para tanto, “a prática educativa tem de tomar consciência das contínuas mensagens que os estudantes recebem sobre o que significa conhecer matemática e sobre qual é o significado social de sua aprendizagem” (CHACÓN, 2003, p.143). Valorizando estados afetivos positivos e concepções de ensino que possuam um significado no que é ensinado. A dimensão afetiva deve ser muito mais do que um acompanhamento acidental, centrado somente em que os professores tornem a matéria mais motivadora. Ela deve ser entendida como uma aliada à aprendizagem e intrínseca aos aspectos cognitivos.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, Saddo. Ag. Fundamentos da didática da Matemática e metodologia de pesquisa. PUC-SP: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1997.

BORIM, C.S. Atitudes em relação à Estatística: Um estudo com alunos de graduação, dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 2000.
BRITO, M. R. F. Um estudo sobre as atitudes em relação à Matemática em estudantes de 1º e 2º Graus. Campinas, SP: Faculdade de Educação da UNICAMP, 1996, (Livre Docência).

CHACÓN, I. M. G. Matemática Emocional: Os afetos na Aprendizagem Matemática. Tradução: Daisy Vaz de Moraes. Porto Alegre, RS: Artmed, 2003.

PINHEIRO, S. M. C. **Modelo Linear Hierárquico: um método alternativo para análise de desempenho escolar.** 2005. 98f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Programa de Pós-Graduação em Estatística, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6476>. Acessado em: 06 de junho de 2019.

SANTOS DE JESUS, M.A. Ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Superior: Inovações, propostas e desafios. 1ª edição. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

SCHNEIDER, E. M.; FUJII, R. A. X.; CORAZZA, M. J. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de Ciências. Revista Pesquisa Qualitativa. São Paulo (SP), v.5, n.9, p. 569-584, dez. 2017. Disponível em:

<https://editora.sepq.org.br/index.php/rpq/article/view/157/100>. Acessado em: 06 de junho de 2019.

RIBEIRO, A.J.; CURY, H.N. Álgebra para a formação do professor. Belo Horizonte: Autêntica Editora. (Coleção Tendências em Educação Matemática), 2015.

CURY, H.N.; VIANNA, C.R. Formação do Professor de Matemática: reflexões e propostas. Santa Cruz do Sul: Editora IPR, 2012.

SILVEIRA, M.R.A. Aplicação e interpretação de regras matemáticas. São Paulo, 2008.

ANEXO A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Universidade Federal do Paraná
Avaliação Diagnóstica de Matemática - 1º semestre de 2018



001055

Curso..... É calouro? Sim..... Não.....

- 1 - Qual é o seu gênero?
(a) Masculino. (b) Feminino.
(c) Outro. (d) Prefiro não informar.
- 2 - Em que ano você concluiu o ensino médio?
(a) 2017. (b) 2016. (c) 2015. (d) 2014.
(e) 2013 ou anterior.
- 3 - No ensino médio, quantas horas semanais em média você teve de aulas de matemática?
(a) 1. (b) 2. (c) 3. (d) 4. (e) 5 ou mais.
- 4 - Em que tipo de escola você cursou o ensino médio?
(a) Apenas pública. (b) Apenas particular.
(c) Parte em pública, parte em particular.
- 5 - Antes de entrar na universidade você sabia que teria que fazer disciplinas de matemática em seu curso?
(a) Sim. (b) Não.
- 6 - Como você classifica sua relação com a matemática?
(a) Amo matemática.
(b) Gosto de matemática.
(c) Sou indiferente.
(d) Não gosto de matemática.
(e) Tenho pavor de matemática.
- 7 - Escolha a opção que melhor descreve o motivo pelo qual você escolheu seu curso.
(a) Sempre pensei em fazer este curso.
(b) Não era exatamente o que eu queria fazer, mas me pareceu a melhor opção dentre as que eu tinha.
(c) Escolhi o curso pensando no mercado de trabalho.
(d) Influência familiar.
(e) Influência de um profissional da área.
- 8 - A solução da equação $-2x + 3 = -5$ é:
(a) $x = 4$. (b) $x = -4$. (c) $x = 1$.
(d) $x = -1$. (e) $x = -2$.
- 9 - Em uma turma de 100 alunos, sabe-se que 20% da turma se ausentou em uma determinada aula. Dentre os alunos presentes, 75% eram calouros. Podemos então concluir que o número de calouros presentes foi igual a:
(a) 15. (b) 95. (c) 60. (d) 75. (e) 54.
- 10 - A divisão de 0,5 por 0,02 resulta em:
(a) 2,5. (b) 0,25. (c) 0,025. (d) 25. (e) 250.
- 11 - A expressão $\frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}}{\frac{3}{4}}$ é equivalente a:
(a) $\frac{2}{9}$. (b) $\frac{3}{20}$. (c) $\frac{4}{15}$. (d) $\frac{5}{12}$. (e) $\frac{10}{9}$.
- 12 - Sejam as funções $f(x) = \sqrt{x+9}$ e $g(x) = x^2$. A função composta $f(g(x))$ tem expressão:
(a) $f(g(x)) = x + 9$. (b) $f(g(x)) = \sqrt{x^2 + 9}$.
(c) $f(g(x)) = |x + 9|$. (d) $f(g(x)) = x + 3$.
(e) $f(g(x)) = x^2 + 9$.
- 13 - O sistema linear $\begin{cases} 2x - y = -4 \\ 3x - 2y = -7 \end{cases}$ tem solução dada por:
(a) $x = 2$ e $y = 1$. (b) $x = -3$ e $y = 2$.
(c) $x = -3$ e $y = -2$. (d) $x = -1$ e $y = 2$.
(e) O sistema não tem solução (sistema impossível).
- 14 - O valor da expressão $\log_4 64$ é:
(a) 4. (b) 8. (c) 6. (d) 3. (e) 5.
- 15 - Simplificando a expressão $\frac{x^3 - 6x^2 + 9x}{x^3 - 9x}$, obtemos:
(a) $\frac{2x^2 - 3x}{3x}$. (b) $\frac{x - 3}{x + 3}$. (c) $\frac{2x - 3}{3}$.
(d) 1. (e) $\frac{2x + 3}{3}$.
- 16 - O valor de $\sin\left(-\frac{2\pi}{3}\right)$ é:
(a) $\frac{\sqrt{3}}{2}$. (b) $\frac{1}{2}$. (c) $-\frac{\sqrt{3}}{2}$. (d) $-\frac{1}{2}$. (e) $\frac{\sqrt{2}}{2}$.
- 17 - O determinante da matriz $A = \begin{pmatrix} 3 & -2 & 1 \\ -1 & 0 & 2 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ tem como resultado:
(a) -1. (b) 4. (c) -17. (d) -13. (e) -15.
- 18 - Se $a = 25$ e $b = -\frac{3}{2}$, podemos afirmar que:
(a) $a^b = \frac{1}{125}$. (b) $a^b = \sqrt[3]{625}$. (c) $a^b = \frac{1}{\sqrt[3]{625}}$.
(d) $a^b = -125$. (e) $a^b = -\sqrt[3]{625}$.

19 - A equação $-2t^2 + 4t + 1 = 0$ tem raízes:

(a) $t_1 = \frac{\sqrt{6}}{2} - 1$ e $t_2 = -\frac{\sqrt{6}}{2} - 1$.

(b) $t_1 = \sqrt{6} - 2$ e $t_2 = -2 - \sqrt{6}$.

(c) $t_1 = 1 - \frac{\sqrt{6}}{2}$ e $t_2 = \frac{\sqrt{6}}{2} + 1$.

(d) $t_1 = \frac{\sqrt{6}}{2} - 1$ e $t_2 = \frac{\sqrt{6}}{2} + 1$.

(e) $t_1 = 1 - \sqrt{6}$ e $t_2 = 1 + \sqrt{6}$.

20 - Sabendo que θ é um ângulo entre 0 e 90° com

$\cos(\theta) = \frac{\sqrt{3}}{3}$, o valor de $\sin(\theta)$ é:

(a) $\frac{\sqrt{2}}{3}$. (b) $\frac{1}{3}$. (c) $\frac{2}{3}$. (d) $\frac{\sqrt{6}}{3}$. (e) $\frac{\sqrt{3}}{3}$.

21 - Identifique as afirmações A1 e A2 abaixo como verdadeiras (V) ou falsas (F).

A1: Dado $x \in \mathbb{R}$ não nulo, a simplificação

$$\frac{\sin(3x)}{x} = \sin(3)$$
 sempre vale.

A2: Dados $x, y \in \mathbb{R}$, a simplificação $\frac{2x}{4+y} = \frac{x}{2+y}$ sempre vale.

A sequência que corresponde a A1 e A2, nessa ordem, é

(a) V-V. (b) V-F. (c) F-V. (d) F-F.

22 - Identifique as afirmações A3 e A4 abaixo como verdadeiras (V) ou falsas (F).

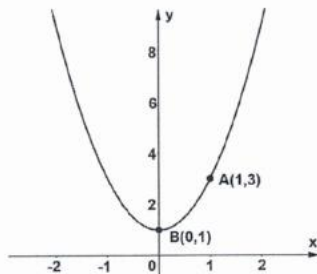
A3: Dados $x, y \in \mathbb{R}$ positivos, a simplificação $\sqrt{x+x^2y} = \sqrt{x}\sqrt{1+xy}$ sempre vale.

A4: Dados $x, y \in \mathbb{R}$, a simplificação $|x+y| = |x| + |y|$ sempre vale.

A sequência que corresponde a A3 e A4, nessa ordem, é

(a) V-V. (b) V-F. (c) F-V. (d) F-F.

23 - Considere a função quadrática $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ definida conforme o gráfico a seguir.



Encontre a lei de formação da função f .

24 - Considere os conjuntos $M = \{-3, 2, 0, \sqrt{5}\}$ e $P = \{-2, 0, 2, 7, 11\}$ e as funções $g: P \rightarrow \mathbb{R}$ e $h: M \rightarrow \mathbb{R}$, em que $h(x) = x^2 + 2$ e $g(x) = x^2 + x^4$.

(a) Calcule $h(x)$ para cada $x \in M$ e identifique o domínio e a imagem da função h .

(b) Esboce o gráfico de h para o seu domínio.

(c) Calcule os possíveis valores para $g \circ h(x) = g(h(x))$.

Fonte: Elaborado pelo departamento de Matemática da UFPR (2019).

ANEXO B – QUESTIONÁRIO SOBRE AFEVIDADE MATEMÁTICA

Diagnóstico da inter-relação cognição e afeto

Considerando suas próprias atitudes em relação à matemática, complete as frases desta lista escrevendo as palavras que faltam (respostas curtas/ palavras-chave):

1. Meus professores de matemática da escola eram...
2. A matemática é...
3. Minhas capacidades em matemática são...

4. Para ser bom em matemática...
5. A matemática que trabalhei na escola era...
6. Eu acho difícil em matemática...
7. Um bom professor de matemática deveria...
8. Poderia aprender mais matemática se...
9. Minha motivação para fazer matemática é...
10. O melhor que um professor de matemática pode fazer por mim é...
11. Quando tenho aula de matemática eu...
12. Quando estava na aula de matemática na escola eu...
13. Agora, quando estou na aula de matemática eu...
14. Gostava de aula de matemática até que...
15. Minha experiência mais positiva com a matemática foi...
16. Minha experiência mais negativa com a matemática foi...
17. Sinto que a matemática faz "quebrar a cabeça" quando...
18. Quando escuto a palavra "matemática" eu...
19. Quando escuto dizer que a matemática é excelente, eu...
20. Quando aprendo matemática, sinto-me...

Fonte: Elaborado por Vivian de Paula Ribeiro e Elenilton Vieira Godoy (2019).