



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA**

VICTOR BARBOSA NAZÁRIO

**DESAFIOS NA COMPREENSÃO DA FUNÇÃO QUADRÁTICA:
DIFICULDADES DOS ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO NOS
CONCEITOS BÁSICOS**

**JOÃO PESSOA
2024**

VICTOR BARBOSA NAZÁRIO

**DESAFIOS NA COMPREENSÃO DA FUNÇÃO QUADRÁTICA:
DIFICULDADES DOS ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO NOS
CONCEITOS BÁSICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Matemática da Universidade Federal da Paraíba
como requisito parcial para obtenção do título de
Licenciatura em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Vieira Costa Júnior

JOÃO PESSOA
2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N335d Nazario, Victor Barbosa.

Desafios na compreensão da função quadrática :
dificuldades dos alunos do 1º ano do ensino médio nos
conceitos básicos / Victor Barbosa Nazario. - João
Pessoa, 2024.
39 p. : il.

Orientação: Fernando Vieira Costa Júnior.
TCC (Curso de Licenciatura em Matemática) -
UFPB/CCEN.

1. Função quadrática. 2. Ensino médio - Dificuldades
de aprendizagem. 3. Educação matemática. I. Costa
Júnior, Fernando Vieira. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 51(043.2)

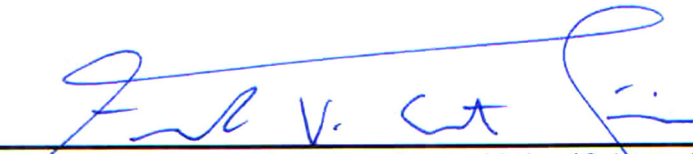
VICTOR BARBOSA NAZÁRIO

**EQUAÇÃO QUADRÁTICA: DIFICULDADE ENCONTRADAS POR ALUNOS DO 1º
ANO DO ENSINO MÉDIO A PARTIR DOS CONCEITOS BÁSICOS**

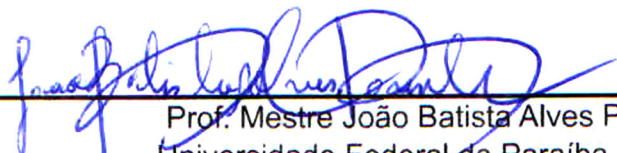
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Licenciatura em
Matemática da Universidade Federal da Paraíba,
como requisito parcial para obtenção do título de
Licenciado em matemática.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fernando Vieira Costa Júnior (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Mestre João Batista Alves Parente
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Dr. Geivison dos Santos Ribeiro
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pelo conhecimento e toda sabedoria e força de conseguir enfrentar a labuta a qual a mim foi dada, pelo dom da fé que me fez acreditar naquilo que ainda não via mas almejava conquistar.

Agradeço aos meus pais Isabel Barbosa e Francisco Nazário e a minha esposa Flavia e minhas filhas por todo apoio, carinho, paciência e incentivo que me fizeram continuar nesta jornada e dispensadas nos momentos mais difíceis e por me compreender nas ausências necessárias.

Meu especial agradecimento ao meu orientador Profº Drº. Fernando Vieira Costa Júnior, pelo acompanhamento e incentivo na condução deste trabalho, além de ter sido meu professor na disciplina de Introdução à análise Real durante a graduação, onde o mesmo foi fundamental na orientação excepcional na elaboração deste trabalho, pois sem a orientação do mesmo não conseguiria colocar meus pensamentos no papel.

À cooperação de todos os professores da UFPB, em especial aos Professores do Departamento de Matemática do Centro de Educação e demais professores dos departamentos onde passei.

Aos meus amigos pelo incentivo para a realização deste trabalho.

A todos, os meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

As funções são fundamentais em todas as áreas da matemática, e a função quadrática, também conhecida como função do 2º grau, destaca-se por suas características, como o gráfico, o domínio e as raízes. Além disso, suas aplicações no cotidiano podem ser vistas no cálculo de lançamentos e movimentos de projéteis, bem como na previsão de ângulos, otimização de área, dentre outras. O presente estudo tem como objetivo analisar as dificuldades apresentadas pelos alunos do 1º ano do ensino médio na compreensão do conceito abordado. A metodologia adotada foi a pesquisa quantitativa descritiva, na qual se utilizou um questionário sobre o tema exposto, aplicado em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, com o intuito de coletar dados relevantes para este estudo. Os resultados indicam que os estudantes analisados estão mais voltados para o uso de recursos tecnológicos do que para a busca de uma compreensão mais profunda sobre ensino e aprendizagem. As aulas de matemática, muitas vezes descritas de forma tradicional, podem ser um dos obstáculos ao desenvolvimento desses jovens. Observa-se também uma falta de interesse em explorar novos conhecimentos, o que agrava ainda mais o processo de ensino e aprendizagem. Esse cenário reflete-se em estatísticas alarmantes no Brasil, que podem comprometer o progresso educacional do país. Assim, conclui-se que os estudantes enfrentam dificuldades em relação a determinados conteúdos e, em muitos casos, não conseguem associar os conceitos teóricos à sua aplicação prática. Dentre esses conteúdos, destaca-se a função quadrática.

Palavras-chaves: Função quadrática; Ensino médio; Dificuldades de aprendizagem; Educação matemática.

ABSTRACT

Functions are fundamental in all areas of mathematics, and the quadratic function, also known as the function of the 2nd degree, stands out for its characteristics, such as the graph, the domain, and the roots. In addition, its applications in everyday life can be seen in the calculation of projectile launches and movements, as well as in the prediction of angles, area optimization, among others. The present study aims to analyze the difficulties presented by students in the 1st year of high school in understanding the concept addressed. The methodology adopted was the descriptive quantitative research, in which a questionnaire on the exposed theme was used, applied to a 1st year high school class, in order to collect relevant data for this study. The results indicate that the students analyzed are more focused on the use of technological resources than on the search for a deeper understanding of teaching and learning. Mathematics classes, often described in a traditional way, can be one of the obstacles to the development of these students. There is also a lack of interest in exploring new knowledge, which further aggravates the teaching and learning process. This scenario is reflected in alarming statistics in Brazil, which can compromise the country's educational progress. Thus, it is concluded that students face difficulties in relation to certain contents and, in many cases, are unable to associate theoretical concepts with their practical application. Among these contents, the quadratic function stands out.

Keywords: Quadratic function; High school education; Learning difficulties; Mathematics education.

LISTA DE FÍGURAS E GRÁFICOS

Figura 1. Função Sobrejetora	13
Figura 2. Função injetora	13
Figura 3. Função bijetora	14
Figura 4. Função f de A em B	15
Figura 5. Função f^{-1} inversa da função f	15
Figura 6. Conjuntos X e Y, uma função $f: X \rightarrow Y$	17
Figura 7. Parábola com Concavidade para cima.....	20
Figura 8. Parábola com Concavidade para abaixo.....	20
Figura 9. Gráficos do Parâmetro α , nas funções	21
Figura 10. Gráficos do Parâmetro α , nas funções	21
Figura 11. Gráfico da Função $y = x^2 - 4x + 3$, com os Pontos de Abscissas 1 e 3	23
Figura 12. Gráfico da função quando $\Delta > 0$	24
Figura 13. Gráfico da função quando $\Delta = 0$	24
Figura 14. Gráfico da função quando $\Delta < 0$	25
Figura 15. Conjuntos domínio, contradomínio e imagem de uma função	26
Figura 16. Conjuntos representando uma função.....	27
Figura 17. Conjuntos representando uma relação que não é função.....	27
Figura 18. Conjuntos representando uma relação que não é função.....	27
 Gráfico 1. Definição da função quadrática.....	 30
Gráfico 2. Possibilidade de constituir função sobre a relação de R de A em B	30
Gráfico 3. Diagrama, explicação e expressão que define a relação.....	31
Gráfico 4. Determine a imagem dos conjuntos.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 NOÇÕES PRELIMINARES DE FUNÇÃO	11
3.2 FUNÇÃO QUADRÁTICA	16
3.3 A EVOLUÇÃO DA FUNÇÃO QUADRÁTICA	18
3.4 COMPREENSÃO BÁSICA DA FUNÇÃO QUADRÁTICA	19
3.5 GRÁFICO DA FUNÇÃO QUADRÁTICA	19
3.6 CONCAVIDADE VOLTADA PARA CIMA	19
3.7 CONCAVIDADE VOLTADA PARA BAIXO	20
3.8 PARÂMETRO OU COEFICIENTE A:	20
3.9 FORMA CANÔNICA	21
3.10 ZEROS DA FUNÇÃO QUADRÁTICA	22
3.11 DOMÍNIO, IMAGEM E CONTRADOMÍNIO	25
4. MÉTODO DA PESQUISA	28
4.1 TIPO DE PESQUISA	28
4.2 SUJEITO DA PESQUISA	28
4.3 INSTRUMENTO DA COLETA DE DADOS	28
4.4 PROCEDIMENTO DA PESQUISA	28
5 ANÁLISE DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS	29
5.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICES	36

1 INTRODUÇÃO

No âmbito da educação, observamos uma dificuldade contínua na compreensão do conceito básico da equação quadrática por parte dos estudantes do 1º ano do ensino médio.

O entendimento dos conceitos básicos da equação referida é essencial para a solução de questões matemáticas e tem diversas aplicações em várias situações do dia a dia. É importante reconhecer as dificuldades que os estudantes no 1º ano do ensino médio enfrentam neste processo e é fundamental elaborar estratégias pedagógicas que sejam mais eficazes. O ensino para os colegiais da rede pública deve ser um trabalho crucial ao promover a igualdade nas oportunidades educacionais, oferecendo aos jovens e adultos a possibilidade na evolução para concluir sua formação acadêmica.

Assim, reconhecer os desafios que esses estudantes encontram é fundamental para desenvolver um ambiente de aprendizagem que atenda às suas demandas. Sabe-se que os educandos no decorrer desse ano de 2024 passam por um período bastante turbulento por ter muitos dias sem aulas e vários dias de aulas com o tempo corrido e por ter avaliados os três períodos na escola. O conceito da equação do 2º grau é essencial em várias disciplinas acadêmicas e possui aplicações práticas em diferentes campos profissionais, além de ser relevante em áreas mais específicas, como a engenharia, agronomia, finanças etc.

Isso, iremos demonstrar através da pesquisa levantada, esclarecer os problemas encontradas nos alunos do 1º ano do ensino médio sobre o tema referido a partir do conhecimento correspondente aos conhecimentos expostos. A escolha deste tema se justifica pela sua importância em investigar as lacunas educacionais anteriores, que são frequentes entre os jovens ao iniciar o ensino médio. Tais lacunas impactam a assimilação do conceito e permitem uma compreensão mais profunda dos obstáculos específicos que podem surgir devido a lacunas educacionais anteriores.

A assimilação da equação é fundamental no desenvolvimento e evolução na matemática de cada estudante, pois não só abrange conceitos essenciais, como também fornece uma base sólida para o crescimento e experiências matemáticas em outras disciplinas científicas. Como veremos, o tema exposto mostra uma defasagem do ensino aprendido de estudantes do 1º ano do ensino médio, o que representa um problema não só apenas desse tema como também dos demais assuntos na

matemática, o que torna o ensino de matemática um desafio significativo para os alunos da rede pública. A compreensão das razões dessas dificuldades é crucial para a criação de estratégias pedagógicas eficazes, visando a promoção de uma aprendizagem mais significativa e inclusiva.

A investigação realizada nesta turma tem como objetivo identificar os principais obstáculos enfrentados pelos estudantes ao lidar com conceitos deste tema. Também buscamos examinar as possíveis razões por trás dessas dificuldades. Desse modo, o objetivo é fornecer orientações práticas para auxiliar educadores e gestores na criação de ambientes de aprendizagem mais acessíveis e estimulantes, por exemplo o GeoGebra, que é um aplicativo interativo sobre geometria, álgebra, estatística e cálculo. Traz uma gama de atividades e pode ser usado pelos colegiados dos primeiros anos e, também, por estudantes universitários.

Visando as dificuldades de compreender os assuntos específicos enfrentados pelos alunos do 1º ano do ensino médio sobre a função quadrática, podemos trabalhar em conjunto para superar esses obstáculos e promover uma Educação Matemática mais inclusiva e eficaz para todos os estudantes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos do 1º ano do ensino médio da rede pública na compreensão do conceito de equação quadrática, com o intuito de propor estratégias pedagógicas eficazes que melhorem o aprendizado e contribuam para uma educação matemática mais inclusiva e significativa.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os fatores que influenciam as dificuldades de aprendizagem dos educandos do 1º ano do ensino médio no entendimento de equações quadráticas, considerando principalmente os aspectos pedagógicos.
- Investigar as lacunas de conhecimento prévio que afetam a assimilação do conceito de equação quadrática e sua relação com o desempenho em outros tópicos matemáticos.
- Desenvolver e testar estratégias pedagógicas que abordem as dificuldades identificadas, visando aprimorar a compreensão das equações quadráticas e promover um ambiente de aprendizado mais acessível e estimulante para todos os estudantes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico teve como objetivo tratar dos aspectos teóricos matemáticos que dizem respeito ao estudo das funções quadráticas, tais como: conceitos, propriedades e teoremas fundamentais ligados ao tema. Dessa forma, foi tomado cuidado com a escolha da linguagem matemática apropriada, com o objetivo de preservar e restaurar o rigor matemático característico da equação quadrática.

O professor de matemática deve ter o domínio e uso adequado desses aspectos, visto que o ajudará a transitar pelo objeto matemático em questão com segurança, além de permitir novos olhares sobre o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos relacionados à função quadrática, a fim de minimizar as dificuldades de ensino/aprendizagem identificadas pelos alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Alberto Lundgren.

3.1 NOÇÕES PRELIMINARES DE FUNÇÃO

Antes de abordar os aspectos teóricos específicos da função quadrática, acredito que seria mais adequado abordar algumas noções iniciais relacionadas aos conteúdos de matemática, as quais considero fundamentais para compreender a base matemática do tema.

As ideias iniciais que vou abordar a seguir tratam do conceito de função, tipologia, função inversa, crescimento e declínio e paridade de funções.

Um dos principais conceitos da matemática, segundo alguns estudiosos da área, diz respeito ao conceito de função. De acordo com Chaquiam (2015, p.49), seria interessante apresentar de forma intuitiva a ideia de função em situações do dia a dia dos colegas ou que estejam relacionadas a fenômenos de outras áreas do conhecimento, a fim de que isso possa contribuir para a consolidação desse conceito.

Para entender funções como uma correspondência, dependência, transformação ou variação, não precisamos defini-las usando fórmulas cartesianas e relações, como alguns professores, influenciados pela Matemática Moderna da década de 80, ainda fazem como a teoria da aprendizagem significativa, desenvolvida por David Ausubel, defende que a relevância e o contexto são fundamentais para a aquisição de novos conhecimentos.

Neste sentido, optei pela seguinte definição de função: dados dois conjuntos A e B , uma função de A em B , denotada por $f:A \rightarrow B$, é uma correspondência que

associa, sem exceções nem ambiguidade, cada elemento $x \in A$ a um elemento imagem $y = f(x) \in B$.

O conjunto A denomina-se domínio (notação: D) da função f e o conjunto B , contradomínio (notação: CD). Assim, $f(x) \in B$ é a imagem (notação: Im) de $x \in A$ por meio da função f . O símbolo que representa um número qualquer no domínio de uma função f é chamado de variável independente, e o que representa um número qualquer na imagem de f é denominado de variável dependente.

Assim, tem-se apenas duas situações as quais não representam uma função, quais sejam: se houver algum elemento do domínio sem imagem e/ou se tiver algum elemento do domínio com mais de uma imagem.

Pode-se perceber, pela definição, que uma função é formada por três partes essenciais: domínio, contradomínio e uma regra que possibilita associar os elementos do domínio aos elementos do contradomínio.

A utilização correta da linguagem matemática é fundamental para a compreensão dos conceitos e das propriedades presentes nos objetos matemáticos. No caso específico de função, alguns livros didáticos atuais ainda trazem a expressão “considere a função $f(x)$ ”, quando a linguagem correta seria “considere a função f ”, pois $f(x)$ é a imagem do elemento x do domínio, por meio da função f .

Outro ponto importante diz respeito ao gráfico de uma função f . Tem-se que, o gráfico de uma função f de A em B é o conjunto de pares ordenados $\{(x, y) : x \in A \text{ e } y \in B\}$.

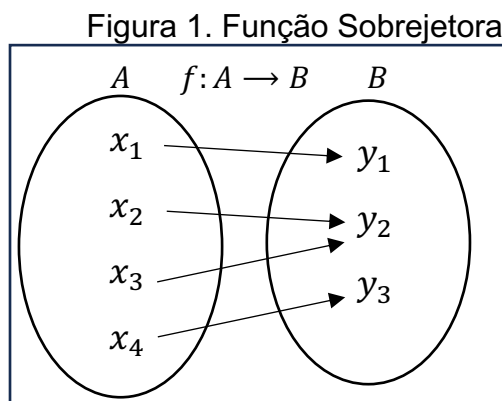
A visualização no plano cartesiano desses pares ordenados denomina-se representação geométrica da função f . Neste sentido, gráfico e representação geométrica de uma função f são objetos distintos, entretanto são tratados pelos autores de grande parte dos livros didáticos, adotados na educação básica brasileira, com o mesmo significado.

De acordo com Gonçalves, Santos e Chaquiam (2017) a maneira como ocorre a correspondência existente entre os elementos do domínio de uma função com os elementos do contradomínio dela, pode-se classificá-las em três tipos quanto à tipologia, quais sejam: função sobrejetora, função injetora ou função bijetora.

Uma função f de A em B é dita *sobrejetora* se $Im(f) = B$. Observe que, se f é sobrejetora, então para todo elemento $y \in B$ existe ao menos um elemento $x \in A$ tal que $f(x) = y$, ou seja, todo $y \in B$ é imagem de pelo menos um $x \in A$.

Além disso, se a função f , de A em B , é sobrejetora, então a equação $f(x) = y$ admite para todo $y \in B$ pelo menos uma solução.

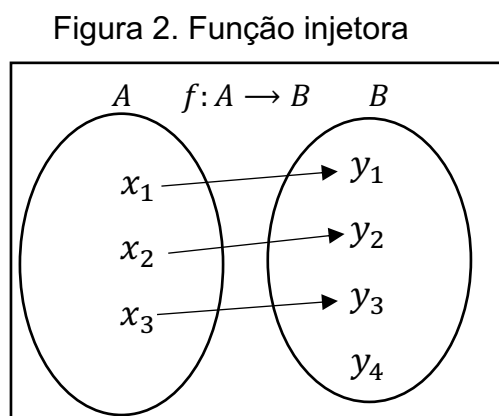
Portanto, quando a imagem de uma função f for igual ao contradomínio dela, a função é classificada, quanto a tipologia, como sobrejetora. Pode-se visualizar melhor essa situação por meio de um diagrama de flechas como segue.



Fonte: Autor (2024)

Observa-se, na figura anterior, que cada elemento do domínio possui uma única imagem, o conjunto imagem da função f é igual ao contradomínio da mesma e, além disso, tem-se que $f(x) = y_2$ tem como solução x_2 e x_3 . Como definiremos agora, isto significa que f não é injetora neste caso.

Uma função f de A em B é dita *injetora* se quaisquer que sejam os elementos x_1 e $x_2 \in A$, se $x_1 \neq x_2$ tem-se $f(x_1) \neq f(x_2)$. Observe que, se f é injetora, um elemento $y \in B$ não é obrigatoriamente imagem de algum elemento $x \in A$, porém, se o for, será imagem de um único $x \in A$. Além disso, quando a função f , de A em B , é injetora, então, para cada $y \in B$ fixado, a equação $f(x) = y$ admite no máximo uma solução x . Observa-se melhor essa definição através de um diagrama de flechas:

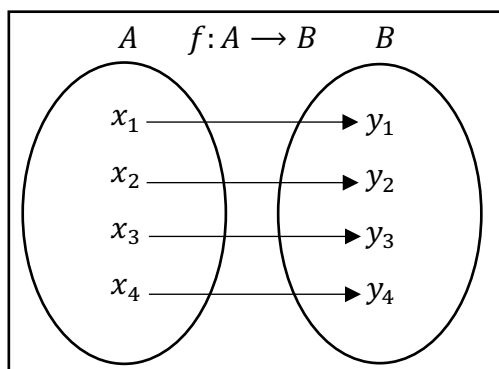


Fonte: Autor (2024)

Observa-se que todos os elementos do domínio possuem uma única imagem e que o conjunto imagem é diferente do contradomínio. Neste exemplo, então, f é injetora, mas não é sobrejetora.

Por fim, uma função f de A em B é dita *bijetora* se é sobrejetora e injetora ao mesmo tempo. Observe que, se f é bijetora, para todo elemento $y \in B$ existe e é único o elemento $x \in A$ tal que $f(x) = y$, ou seja, todo $y \in B$ é imagem de um único $x \in A$. Dizendo de outra forma, quando a função f , de A em B , é bijetora, a equação $f(x) = y$ admite para todo $y \in B$ uma única solução.

Figura 3. Função bijetora



Fonte: Autor (2024)

Neste caso, dizemos que há uma correspondência *biunívoca*, ou seja, de um para um, entre os elementos do domínio e da imagem neste tipo de função. A seguir, descrevo a respeito da função inversa de uma dada função (Lopes, 2013). Será que todos os tipos de função apresentadas anteriormente admitem inversas?

O teorema a seguir e a sua demonstração, mostrará que somente as funções bijetoras admitirão inversas. Seja f uma função de A em B , a relação inversa f^{-1} é uma função de B em A se e somente se é uma função bijetora.

Primeiramente demonstrarei que se f^{-1} é uma função de B em A , então f é bijetora. Seja y um elemento qualquer de B , então existe um elemento $x \in A$ tal que o par ordenado $(y, x) \in f^{-1}$, pois pela hipótese inicial f^{-1} é função, e, portanto, o par ordenado $(x, y) \in f$, ou seja, f é sobrejetora.

Além disso, sejam x_1 e x_2 dois elementos quaisquer de A , tais que $x_1 \neq x_2$, observe que se $f(x_1) = f(x_2) = y$, implicaria $f^{-1}(y) = x_1$ e $f^{-1}(y) = x_2$, o que

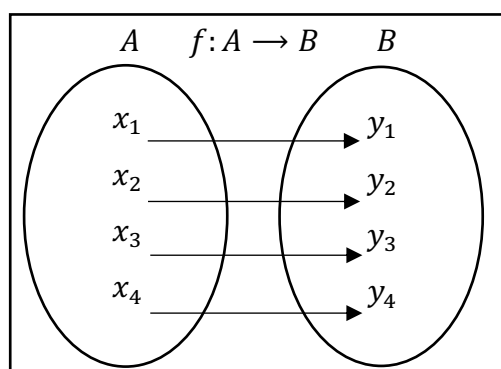
contraria a hipótese de que f^{-1} é função. Logo, $x_1 \neq x_2 \Rightarrow f(x_1) \neq f(x_2)$, ou seja, f é injetora. Portanto, f é bijetora.

Agora demonstrarei que, se f é bijetora, então f^{-1} é uma função de B em A . Tem-se que, para todo $y \in B$, existe um elemento $x \in A$ tal que o par ordenado $(x, y) \in f$, pois pela hipótese inicial f é sobrejetora. Logo, para todo elemento $y \in B$, tem-se $(y, x) \in f^{-1}$, ou seja, todo elemento $y \in B$ tem imagem $x \in A$ através de f^{-1} .

Suponha que um elemento $y \in B$ tenha as imagens x_1 e $x_2 \in A$ através de f^{-1} , então, $(y, x_1) \in f^{-1}$ e $(y, x_2) \in f^{-1}$ e, portanto, $(x_1, y) \in f$ e $(x_2, y) \in f$, logo, $x_1 = x_2$, pois pela hipótese inicial f é injetora. Portanto, pode-se concluir que todo $y \in B$ possui uma e uma só imagem em A , dada por f^{-1} , ou seja, f^{-1} é função de B em A .

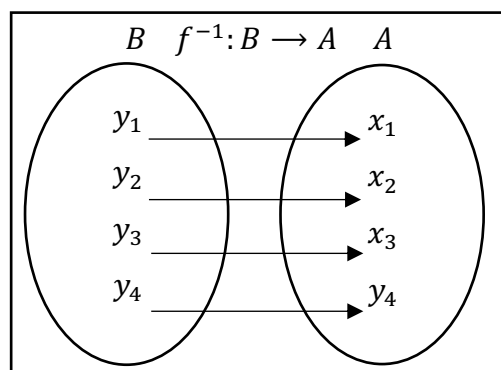
Assim, seja f uma função bijetora de A em B , e seja f^{-1} sua relação inversa. O teorema anterior mostrou que f^{-1} é uma função de B em A , a qual se denomina *função inversa* de f .

Figura 4. Função f de A em B



Fonte: Autor (2024).

Figura 5. Função f^{-1} inversa da função f



Fonte: Autor (2024)

A seguir, descrevo a respeito do comportamento de uma função quanto ao seu crescimento ou decrescimento. O entendimento do comportamento de uma função

quanto ao seu crescimento ou decrescimento num dado intervalo do seu domínio é fundamental para analisar e tomar decisões com relação às variáveis envolvidas num problema.

Uma função f é denominada *crescente* em um intervalo I quando satisfaz $f(x_1) < f(x_2)$ sempre que $x_1 < x_2$ em I . Ela é chamada *decrescente* em I quando satisfaz $f(x_1) > f(x_2)$ sempre que $x_1 < x_2$ em I .

Em outras palavras, quando se aumenta o valor do domínio no intervalo dado e, o valor da respectiva imagem também aumenta, a função é dita crescente nesse intervalo. Se, ao se aumentar o valor do domínio dentro do intervalo dado, o valor da respectiva imagem diminuir, diz-se que a função é decrescente nesse intervalo. Em geral, funções podem crescer para certos valores do domínio e decrescer para outros. Quando a função se mantém a mesma sempre, dizemos que ela é *constante*. Note que, neste caso, a imagem é única.

Quanto a paridade, uma função f pode ser classificada como: função par, função ímpar ou como uma função qualquer (nem par nem ímpar). Se uma função f de A em B satisfizer $f(-x) = f(x)$ para todo $x \in A$, então f é dita *função par*. Por outro lado, se f satisfizer $f(-x) = -f(x)$ para todo $x \in A$, f é dita *função ímpar*.

Neste sentido, uma função é par, quando para quaisquer dois valores simétricos do domínio dela, corresponder a mesma imagem. Uma função é chamada de ímpar, quando para quaisquer dois valores do domínio da mesma, corresponder imagens também simétricas. Caso não ocorra nenhuma das duas situações descritas, a função é denominada de função qualquer, isto é, nem par nem ímpar.

No tópico seguinte descrevo, especificamente, a respeito dos conteúdos matemáticos relativos à função quadrática.

3.2 FUNÇÃO QUADRÁTICA

Neste capítulo, vamos falar sobre a história da função quadrática e como alguns matemáticos ajudaram a entender melhor essa função. Desde 2000 a.C., os babilônios criaram tabelas em argila com números diferentes para cada valor na primeira coluna e, quando multiplicavam esses números, tinham uma ideia de função.

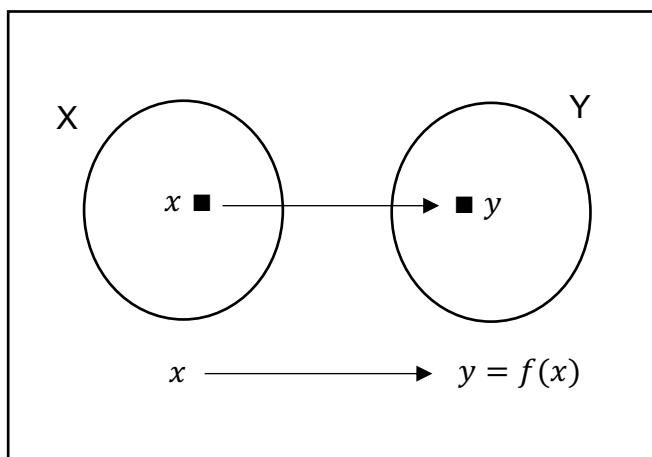
Durante a história, muitos matemáticos ajudaram a criar a noção de função que usamos hoje, um dos mais importantes sendo Gottfried Wilhelm Von Leibniz (1646 – 1716).

O matemático alemão Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet (1805 – 1859) escreveu uma primeira definição de função muito semelhante àquela que se usa atualmente: “Uma variável y se diz função de uma variável x se, para todo valor atribuído a x , corresponde, por alguma lei ou regra, um único valor de y ”. Nesse caso, x denomina-se variável independente e y , variável dependente (Maia, 2007). Em sua única obra a respeito da Teoria Algébrica dos Números, ele deu uma definição moderna de função.

Chama-se função de uma ou de várias quantidades a toda expressão de cálculo na qual essas quantidades entre alguma maneira, combinadas ou não com outras quantidades cujos valores são dados e invariáveis, enquanto as quantidades da função podem receber todos os valores possíveis. Assim, nas funções são consideradas apenas as quantidades assumidas como variáveis e não as constantes que aparecem combinadas a elas (Mendes, 1994, p. 37).

Já no fim do século XIX, com a disseminação da teoria dos conjuntos, tornou-se possível a definição formal do conceito de função por meio de conjuntos. “Dados os conjuntos X e Y , uma função $f: X \rightarrow Y$ (lê-se: uma função de X em Y) é uma regra que determina como associar a cada elemento $x \in X$ um único $y = f(x) \in Y$ ”. Veja a seguir na figura 6.

Figura 6. Conjuntos X e Y , uma função $f: X \rightarrow Y$



Fonte: Autor (2024)

O conceito de função é muito importante na matemática e está presente em vários campos das ciências, além de outras áreas do conhecimento. O conceito básico é que quando dois conjuntos têm uma relação entre si, cada elemento do primeiro conjunto se relaciona com um único elemento do segundo (Lopes, 2013).

3.3 A EVOLUÇÃO DA FUNÇÃO QUADRÁTICA

O interesse na função quadrática se justifica pela possibilidade e facilidade da resolução das equações de 2º grau. No século IV, Diofanto de Alexandria, que era considerado o "pai da álgebra", apresentou soluções algébricas para várias equações de 2º grau. Euclides registrou processos geométricos de soluções de equações de 2º grau, desenvolvidos por volta de 500 a.C. pelos pitagóricos (Boyer, 2001).

No século IX, os árabes escreveram sobre como resolver certos tipos de equações (algumas difíceis), especialmente as de 2º grau. Os hindus Brahmagupta (~ 598 – 670) e Bhaskara Akaria (1114 – 1185) também desenvolveram processos de resolução de equações de 2º graus, usando várias regras para resolver estas equações (apesar da falta da notação algébrica), bem como métodos geométricos para deduzir as regras.

No século XVII, o francês François Viète (1540 – 1603) também desenvolveu métodos de resolução de equações quadráticas. O formato atual (expressão literal igualada à zero) é devido a Thomas Harriot (1560 – 1621) e a representação gráfica dessa equação é de René Descartes (1596 – 1650).

Galileu Galilei (1564 – 1642) foi o primeiro a falar sobre os axiomas que podem ser medidos por fórmulas. Seu objetivo era entender como as coisas aconteciam para entender como a natureza mudava. Seu estudo do movimento criou a ideia de uma função ou relação entre variáveis. No entanto, Galileu não disse claramente a palavra função (Boyer, 2001).

Foi somente no século XVIII, que o conceito de função surgiu explicitamente na matemática. Leonhard Euler (1707 – 1783) definiu funções no sentido analítico, segundo o qual uma função não necessitava unicamente de uma expressão analítica, introduzindo o símbolo $f(x)$. O mesmo matemático diferenciou as funções contínuas e descontínuas, levando em consideração a lei de formação de cada função. As que fossem definidas por apenas uma expressão analítica seriam definidas como contínua e caso essa lei mudasse em qualquer intervalo do domínio automaticamente se classificaria como descontínua ou mista.

3.4 COMPREENSÃO BÁSICA DA FUNÇÃO QUADRÁTICA

Nesse capítulo, serão abordados assuntos para que o leitor obtenha uma melhor compreensão do tema. Vamos falar sobre a função quadrática de forma simples, explicando suas principais características e elementos, conceitos básicos e mostrando gráficos.

A definição é:

Uma função em $\mathbb{R}$ é chamada de *função quadrática* quando associa cada número $x \in \mathbb{R}$ ao elemento obtido pela operação $ax^2 + bx + c \neq 0$, onde a, b e c são constantes pré-fixadas que determinam a função quadrática em questão. É de praxe exigir $a \neq 0$ de modo a evitar que a noção recaia sobre o tipo mais simples de função denominado *função afim*. Aqui, escreve-se:

$$f(x) = ax^2 + bx + c. \quad (a \neq 0)$$

Exemplos: a) $f(x) = x^2 - 3x + 2$ em que $a = 1, b = -3, c = 2$

b) $f(x) = x^2 - 4$ em que $a = 1, b = 0, c = -4$

c) $f(x) = -3x^2$ em que $a = -3, b = 0, c = 0$

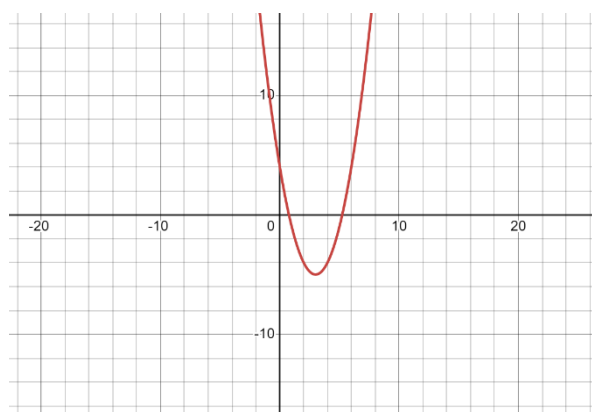
3.5 GRÁFICO DA FUNÇÃO QUADRÁTICA

O gráfico da função quadrática é uma parábola que pode ter dois comportamentos diferentes: concavidade para cima ou para baixo. Um gráfico de uma função quadrática é uma curva com um eixo de simetria paralelo ao eixo Oy . Para fazer um gráfico da função quadrática, precisamos encontrar pontos da parábola e colocá-los no plano cartesiano (Lopes, 2014).

3.6 CONCAVIDADE VOLTADA PARA CIMA

Se a for maior que zero, como na função $f(x) = x^2 - 6x + 4$, a concavidade estará voltada para cima. Como no gráfico na figura 07 a seguir:

Figura 7. Parábola com Concavidade para cima.

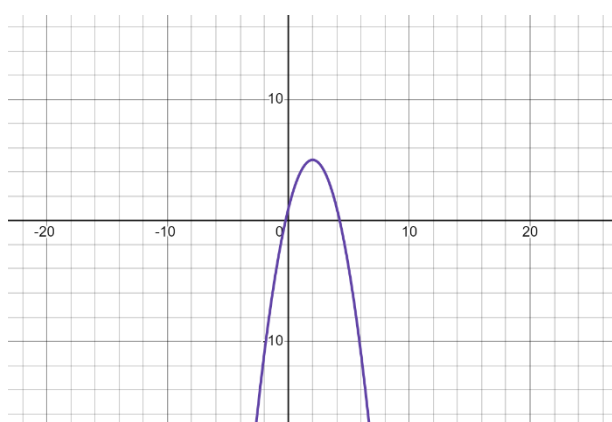


Fonte: Autor (2024)

3.7 CONCAVIDADE VOLTADA PARA BAIXO

Se a for menor que zero, como na função $f(x) = -x^2 + 4x + 1$, a concavidade estará voltada para baixo. Como no gráfico a seguir:

Figura 8. Parábola com Concavidade para abaixo

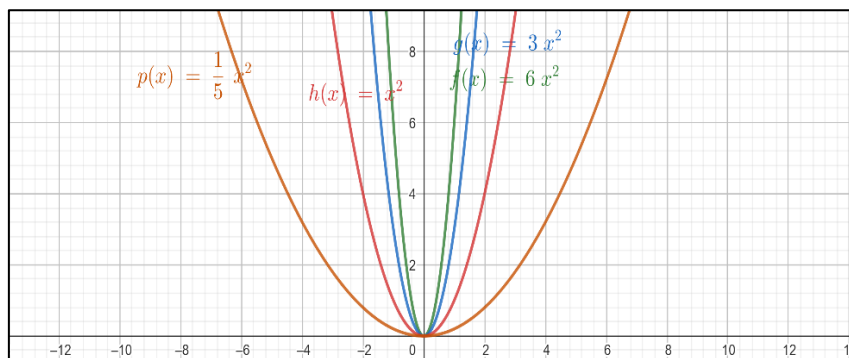


Fonte: Autor (2024)

3.8 PARÂMETRO OU COEFICIENTE a :

Vamos estudar o efeito do parâmetro ou coeficiente a na parábola da função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, através de uma representação gráfica. **Este parâmetro abre a parábola.** Quanto maior o valor de a , mais a parábola será aberta e quanto menor o valor de a , mais a parábola será estreita, mesmo que a concavidade seja para cima ou para baixo (IEZZI, 2010). Se $a > 0$, a concavidade da parábola é para cima.

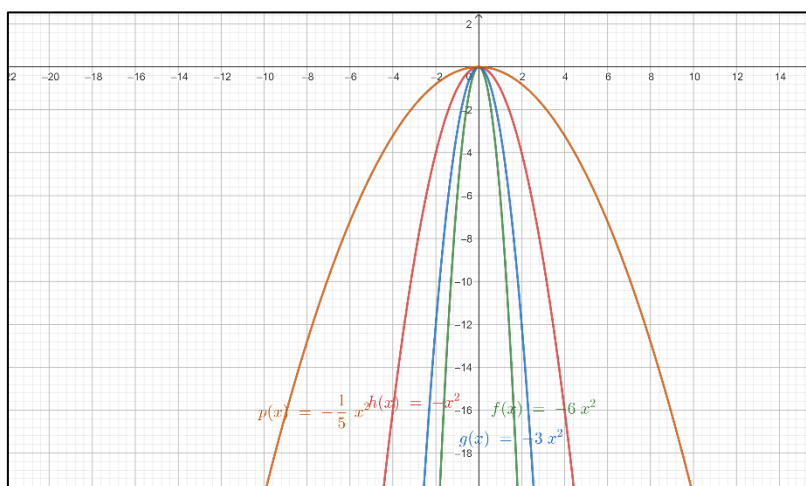
Figura 9. Gráficos de funções quadráticas que diferem no parâmetro $a > 0$



Fonte: Autor (2024)

Temos que, se $a < 0$, a concavidade da parábola para. Como é observado no gráfico a seguir:

Figura 10. Gráficos de funções quadráticas que diferem no parâmetro $a < 0$



Fonte: Autor (2024)

3.9 FORMA CANÔNICA

Para um estudo mais detalhado da função quadrática, vamos transformá-la em sua forma canônica.

$$f(x) = ax^2 + bx + c = a \left[x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} \right]$$

Agora precisamos completar o quadrático da parte entre colchetes. Veja que

$$\left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 = x^2 + 2x \frac{b}{2a} + \frac{b^2}{4a^2} = x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{b^2}{4a^2}.$$

Assim, podemos escrever

$$f(x) = ax^2 + bx + c = a \left[x^2 + 2 \frac{b}{2a} x + \frac{b^2}{4a^2} - \frac{b^2}{4a^2} + \frac{c}{a} \right],$$

$$f(x) = ax^2 + bx + c = a \left[\left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 + \frac{4ac - b^2}{4a^2} \right] \quad (\text{forma canônica})$$

A principal consequência da forma canônica é que ela fornece uma fórmula para as raízes do polinômio $ax^2 + bx + c$. Se $ax^2 + bx + c = 0$, temos as seguintes equivalências:

$$ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow \left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 + \frac{4ac - b^2}{4a^2} = 0 \quad (1)$$

$$\Leftrightarrow \left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 = \frac{b^2 - 4ac}{4a^2} \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow x + \frac{b}{2a} = \frac{\pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (3)$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (4)$$

A passagem da linha (2) para a linha (3) só tem sentido real quando o discriminante $\Delta := b^2 - 4ac$ é ≥ 0 . Caso seja $\Delta < 0$, a equivalência entre as linhas (1) e (2) significa que a equação dada não possui solução real, pois o quadrado $\left(x + \frac{b}{2a} \right)^2$ não pode ser negativo.

Outra maneira de escrever a função quadrática (cuja curva representa a cônica parábola) é $f(x) = a(x - m)^2 + k$ (equação geral desta cônica). Tomando nesta equação $m = -\frac{b}{2a}$ e $k = \frac{4ac - b^2}{4a}$, retornamos à forma canônica descrita anteriormente.

3.10 ZEROS DA FUNÇÃO QUADRÁTICA

Os zeros ou raízes da função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$ são os valores de x reais tais que $f(x) = 0$ e, portanto, as soluções da equação do segundo grau.

$$ax^2 + bx + c = 0.$$

Representando $4ac - b^2$ por Δ e utilizando a forma canônica, chega-se à fórmula das raízes da função quadrática.

$$ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow a \left[\left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 - \frac{\Delta}{4a^2} \right] = 0 \Leftrightarrow \left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 - \frac{\Delta}{4a^2} = 0$$

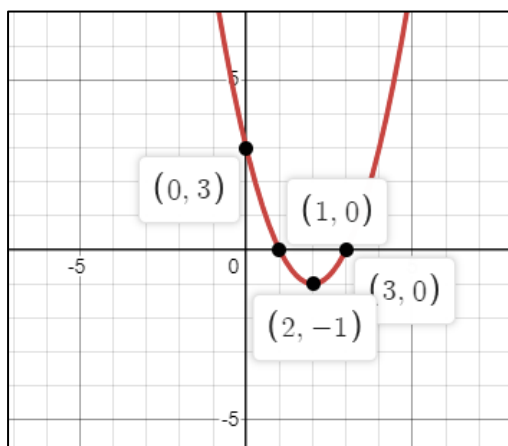
$$\Leftrightarrow x + \frac{b}{2a} = \pm \frac{\sqrt{\Delta}}{2a} \Leftrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{ou} \quad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Nota: A fórmula geral de resolução da equação do 2º grau acima não foi desenvolvida pelo indiano Bhaskara, que, segundo Boyer (2001), foi o mais importante matemático do século XII. A fórmula acima "leva o nome de *fórmula de Bhaskara* devido ao fato de ter sido publicada em um livro por esse famoso matemático hindu do Século 12".

No gráfico da função quadrática, as raízes fornecem os pontos A e B onde a parábola corta o eixo Ox .

Exemplo: Construindo o gráfico da função $y = f(x) = x^2 - 4x + 3$ podemos ver que a parábola corta o eixo dos x nos pontos de abscissas 1 e 3, que são as raízes da equação $x^2 - 4x + 3$. Estes pontos são $A = (1, f(1)) = (1, 0)$ e $B = (3, f(3)) = (3, 0)$.

Figura 11. Gráfico da função $y = x^2 - 4x + 3$ com os pontos A e B indicados



Fonte: Autor (2024)

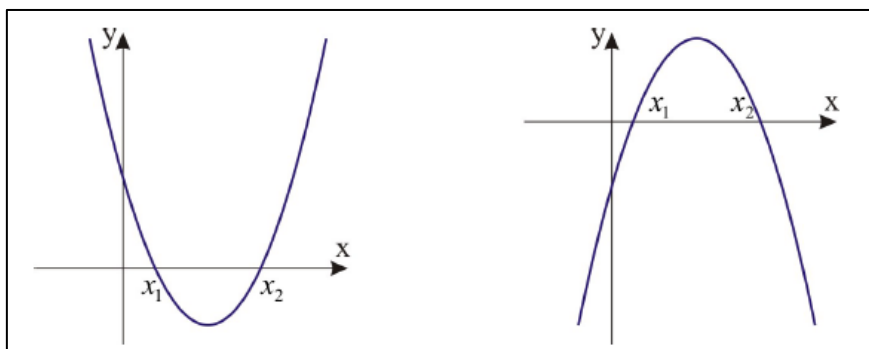
Observe que a existência de raízes reais para a equação do segundo grau $ax^2 + bx + c = 0$ está condicionada pelo fato de $\sqrt{\Delta}$ ser real. Essa existência depende do valor obtido para o radicando $\Delta = b^2 - 4ac$ chamado discriminante. Assim sendo, há três situações a serem consideradas:

1º Caso: o discriminante é maior do que zero.

Se $\Delta > 0$, a equação apresentará duas raízes distintas, que são:

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{e} \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}.$$

Figura 12. Gráfico da função quando $\Delta > 0$



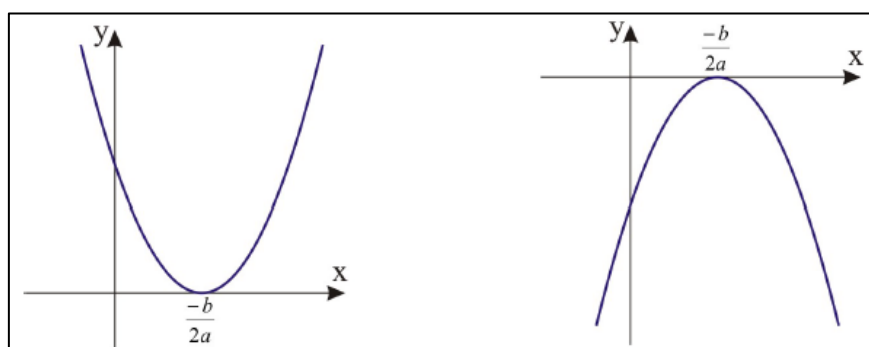
Fonte: Autor (2024)

2º Caso: o discriminante é igual à 0.

Se $\Delta = 0$, a equação apresentará duas raízes iguais, que são:

$$x_1 = x_2 = \frac{-b}{2a}.$$

Figura 13. Gráfico da função quando $\Delta = 0$

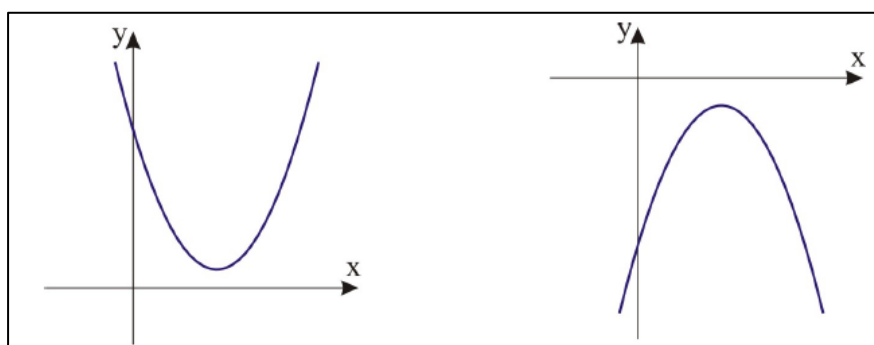


Fonte: Autor (2024)

3º Caso: Para delta menor que zero, temos.

Se $\Delta < 0$, já nesse caso $\sqrt{\Delta} \notin \mathbb{R}$, diremos que a equação não apresenta raízes reais. Neste caso, o gráfico da parábola não toca o eixo Ox (ele “flutua” acima ou abaixo do eixo, dependendo da concavidade).

Figura 14. Gráfico da função quando $\Delta < 0$



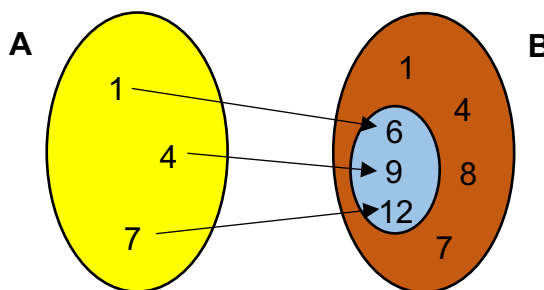
Fonte: Autor (2024)

3.11 DOMÍNIO, IMAGEM E CONTRADOMÍNIO.

Definimos função como uma relação entre dois conjuntos, estabelecida por uma lei de formação, isto é, uma regra geral, e que a cada informação (elemento) do conjunto de saída nos fornece uma única informação (elemento) no conjunto de chegada. A lei de formação que constitui uma função, possui três características básicas: domínio, contradomínio e imagem. Essas características podem ser representadas por um diagrama de flechas, o que facilita o entendimento (Dante, 2010).

Para mostrar o que é a imagem e domínio de uma função, e também o contradomínio, vamos desenvolver um exemplo com base no conceito de função já estudado acima. Com os conjuntos $A = \{1, 4, 7\}$ e $B = \{1, 4, 6, 7, 8, 9, 12\}$ criamos a função $f: A \rightarrow B$ definida por $f(x) = x + 5$ que também pode ser representada por $y = x + 5$. A representação em diagrama, utilizando conjuntos, desta função, é:

Figura 15. Conjuntos domínio, contradomínio e imagem de uma função



Fonte: Autor (2024).

O domínio é um sinônimo para conjunto de saída, ou seja, para esta função o domínio é o conjunto $A = \{1, 4, 7\}$. Como, em uma função, o conjunto de saída (domínio) deve ter todos os seus elementos relacionados (regra 2 das funções), não precisamos ter subdivisões para o domínio. O domínio de uma função também é chamado de campo de definição ou campo de existência da função, e é representado pela letra “ D ”.

O conjunto de chegada “ B ”, também possui um sinônimo, é chamado de contradomínio. Note que podemos fazer uma subdivisão dentro do contradomínio (conjunto azul da figura acima). Podemos ter elementos do contradomínio que não são relacionados com algum elemento do domínio e outros que são. Por isso, devemos levar em consideração esta subdivisão (esta é até mais importante do que o próprio contradomínio).

Essa subdivisão ou subconjunto é chamado de conjunto imagem, e é composto por todos os elementos em que as flechas de relacionamento chegam. O conjunto imagem é representado por “ Im ”, e cada ponto que a flecha chega é chamado de *imagem* do ponto de saída. Note que existe uma diferença entre imagem e conjunto imagem, o primeiro é um ponto em que a flecha de relacionamento toca, e o segundo é o conjunto de todos os elementos que as flechas tocam (Dante, 2013).

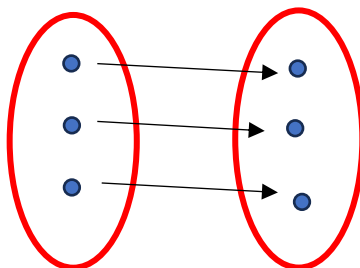
No nosso exemplo, o domínio é $D = \{1, 4, 7\}$, o contradomínio é $B = \{1, 4, 6, 7, 8, 9, 12\}$, o conjunto imagem é $Im = \{6, 9, 12\}$ e:

- a imagem do ponto $x = 1$ é $y = 6$, indicamos isto por $f(1) = 6$;
- a imagem do ponto $x = 4$ é $y = 9$, indicamos isto por $f(4) = 9$;
- a imagem do ponto $x = 7$ é $y = 12$, indicamos isto por $f(7) = 12$.

O domínio tem características que definem uma função.

Observação: Todos os elementos do domínio devem ser representados no contradomínio. A lei de formação não pode ser uma função se isso não ocorrer. A Figura 16 representa uma Função, pois todos os elementos do domínio têm um correspondente no contradomínio.

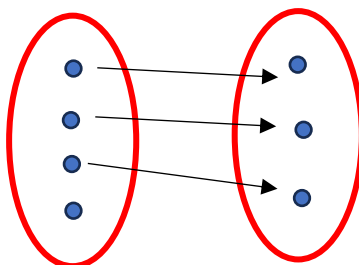
Figura 16. Conjuntos representando uma função



Fonte: Autor (2024).

A Figura 17 não representa uma função, pois há elementos no conjunto domínio que não foram associados ao conjunto imagem.

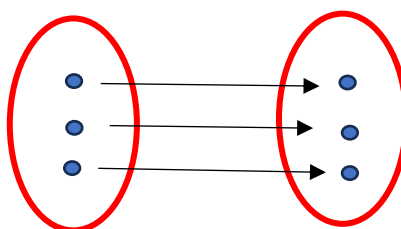
Figura 17. Conjuntos representando uma relação que não é função



Fonte: Autor (2024).

A Figura 18 não representa uma função, pois um elemento do domínio não pode ter duas imagens diferentes.

Figura 18. Conjuntos representando uma relação que não é uma função



Fonte: Autor (2024).

4. MÉTODO DA PESQUISA

4.1 TIPO DE PESQUISA

O presente estudo é formalizado por uma pesquisa de campo, que tem por finalidade promover a investigação sobre o objeto de estudo através da observação, coleta de dados, análise e interpretação dos resultados. A presente pesquisa é de forma quantitativa descritiva pois permite ao pesquisador ter contato direto com objeto de estudo e pode gerar resultados fidedignos e confiáveis. Segundo Vergara (2000, p.47), a pesquisa descritiva expõe as características de determinada população ou fenômeno, estabelece correlações entre variáveis e define sua natureza.

4.2 SUJEITO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada com alunos do 1º do Ensino Médio dos turnos da manhã, tarde e noite da Escola Estadual Alberto Lundgren, localizada no município de Caaporã – PB. A pesquisa contemplou na amostra apenas 22 alunos, visto que os demais não conseguiram se adequar às necessidades específicas do estudo.

4.3 INSTRUMENTO DA COLETA DE DADOS

Foi aplicado um questionário com 09 (nove) perguntas subjetivas (Apêndice A), sobre equação quadrática, visando averiguar/mensurar o conhecimento dos alunos analisados sobre a referida temática.

4.4 PROCEDIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi aplicada na primeira semana de outubro de 2024, no turno da manhã, tarde e noite, onde cada aluno (dentre os que se dispuseram a responder o questionário) foram orientados a resolverem as questões postas. A instrução foi a de que as questões fossem respondidas com bases nos seus conhecimentos, e foi solicitado que as perguntas fossem justificadas na medida do possível.

Os alunos pesquisados tiveram um período de 50 minutos para responder o questionário, não sendo permitido consulta ao aparelho eletrônico, mas apenas o questionário em si.

5 ANÁLISE DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS

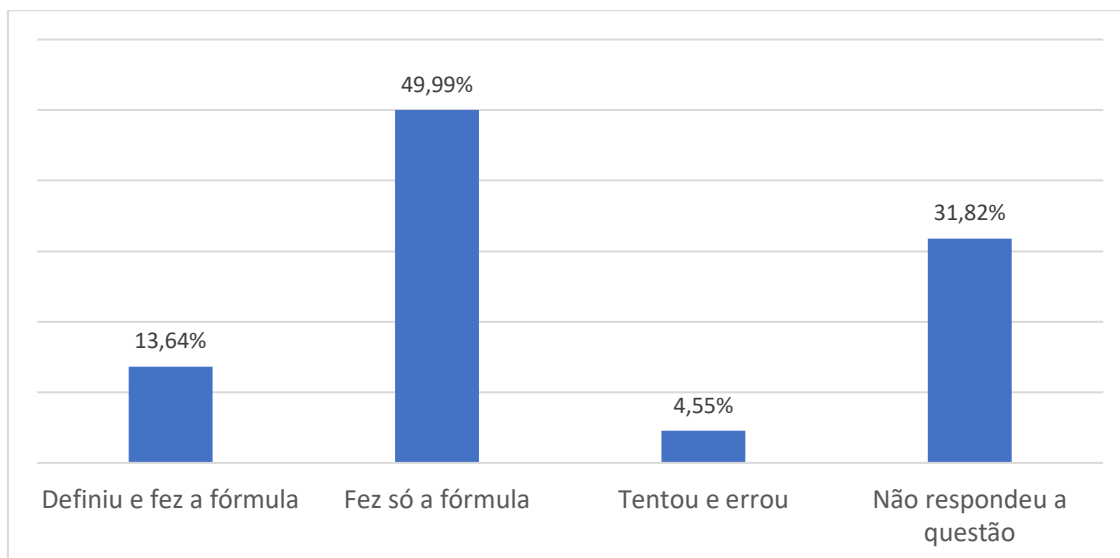
A interpretação dos dados foi realizada por meio da análise dos questionários, que possibilitou a compreensão sobre os pontos analisados, para assim permitir a discussão dos resultados. Os alunos analisados foram do 1º ano do Ensino Médio, dos três turnos, contudo, cerca de 81,82% são alunos vespertinos e 18,18% são do turno noturno, além disso, os entrevistados são de ambos os sexos masculino e feminino e tem em média 17,86 anos.

5.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão dos resultados baseia-se na análise das respostas do questionário, destinados aos alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Alberto Lundgren, dos três turnos estabelecidos por essa instituição de ensino, visando identificar o conhecimento sobre função quadrática.

Na primeira questão, que solicita a definição de função quadrática, fica possível identificar que 49,99% dos alunos definiram e fizeram a fórmula, contudo 13,64% apenas definiu a fórmula da função quadrática, 4,55% tentou fazer a questão, porém, errou, e o impressionante é que cerca de 31,81% não respondeu nada sobre a questão supracitada, como destaca o Gráfico 1.

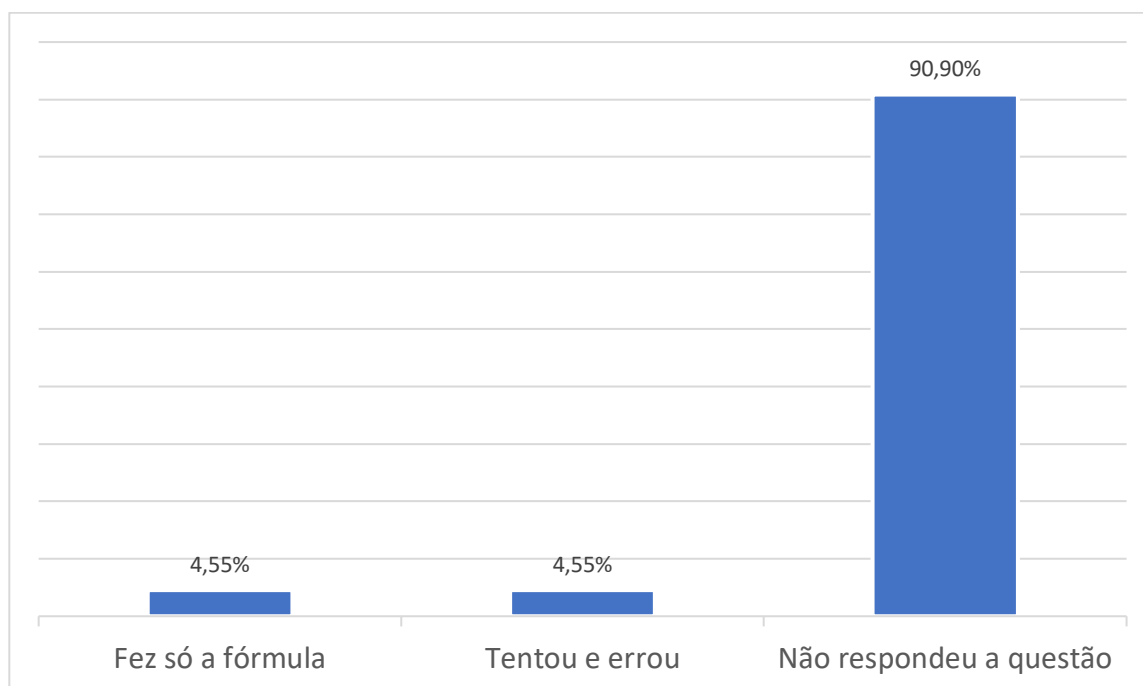
Gráfico 1. Definição da função quadrática



Fonte: Autor (2024)

Na segunda questão, que pede a definição de função a partir da ideia de relação, foi possível notar que 90,90% não respondeu à questão, 4,55% tentou e errou, como também obtivemos o mesmo percentual 4,55% de participantes que tentaram explicar com uma fórmula (Gráfico 2).

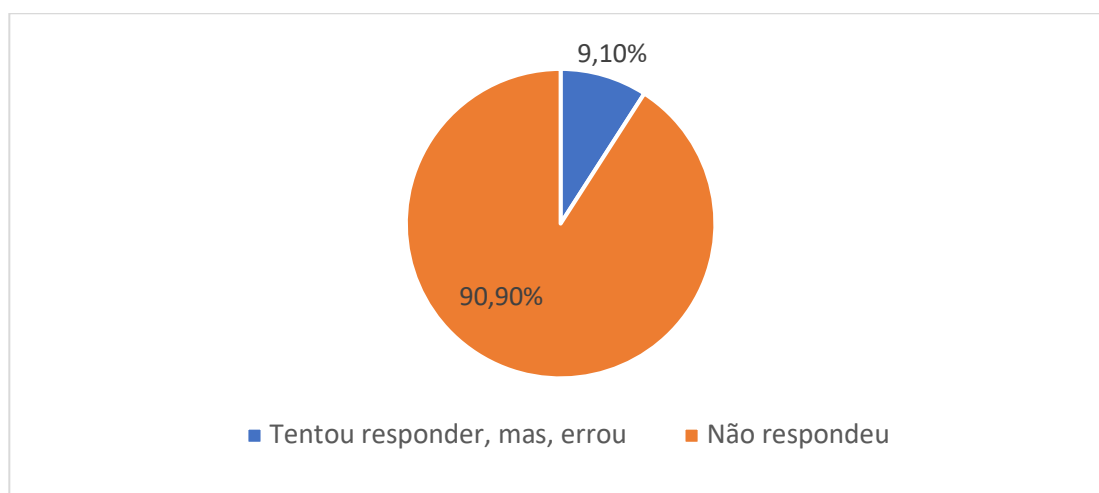
Gráfico 2. Explicação de quando uma relação constitui uma função



Fonte: Autor (2024)

Em ambas as questões 3 e 4 obtivemos a mesma porcentagem nas respostas. A primeira destaca a necessidade de compreensão sobre o diagrama de representação de uma função através de círculos, pontos e setas, bem como a explicação do que de fato determina quando uma relação é uma função. A segunda solicita que os alunos tentem, se possível, encontrar uma lei de formação para o exemplo que deram na questão anterior. Foi perceptível que os alunos não tentaram responder, deixando claro a falta de interesse no referente temático, chegando a um percentual de 90,90% que não tentaram responder e 9,10% que tentaram fazer, contudo não obtiveram êxito na resposta correta (Gráfico 3).

Gráfico 3. Como representar uma função por um diagrama

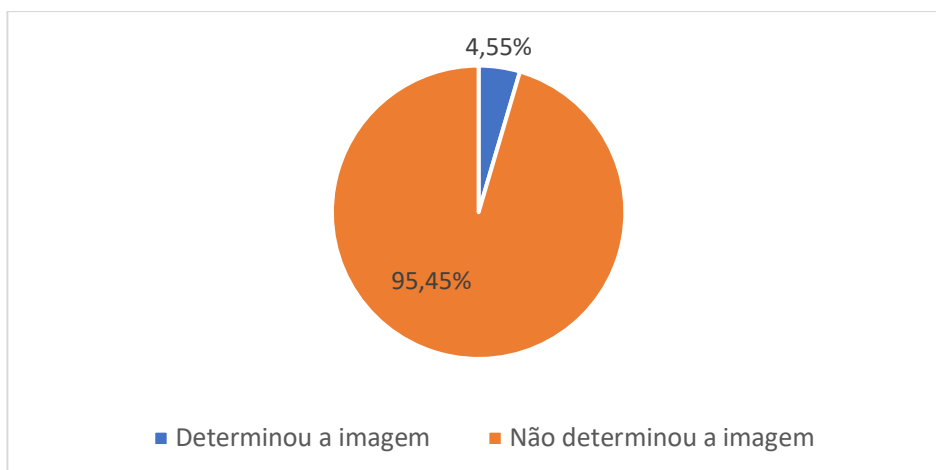


Fonte: Autor (2024)

Ambas as questões 5 e 6 também obtiveram unanimidade sobre a falta de interesse de resposta por parte dos alunos. Nestas, 100% dos alunos não responderam à questão. Na questão 5, em particular, era necessário traçar o gráfico da relação da expressão da questão 3. Tendo em vista as respostas obtidas na questão 3, já era de se esperar que não haveria o que esboçar aqui. A questão 6 também foi deixada sem preposta por 100% dos alunos, nem mesmo uma tentativa, o que demonstra o desinteresse.

Na questão 7, onde solicitamos que fossem indicados o domínio, contradomínio e imagem da função em questão, obtivemos que 4,55% dos alunos conseguiram fazer a imagem, contra 95,45% que não respondeu a questão, como destaca o gráfico a seguir.

Gráfico 4. Determinando os elementos de uma função dada



Fonte: Autor (2024)

Na questão 8, obtivemos o mesmo percentual da questão anterior, contudo, 4,55% acertaram só uma raiz da função quadrática de acordo com o gráfico exposto no questionário, enquanto 95,55% não respondeu, obviamente destacando assim que não encontrou ou nem se quer tentou responder diante da falta de motivação e interesse por parte do alunado.

A questão 9 é a última e finaliza esse questionário. Nela, é solicitado que se esboce o gráfico da função quadrática dada. Mais uma vez, 100% dos alunos não responderam à questão, implicando na falta de motivação ou conhecimento básico por parte dos alunos em relação ao tema abordado.

Dessa forma, a análise realizada revelou que apenas 4,55% dos alunos demonstraram um progresso relativamente positivo em relação à compreensão da função quadrática, enquanto 95,45% não alcançaram um nível de aprendizado adequado que permitisse uma participação mais ativa nesta pesquisa. Além disso, a falta de interesse, motivação e proatividade por parte dos alunos destacou-se como um fator preocupante, evidenciando o distanciamento em relação ao conteúdo matemático e o impacto negativo sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Essa situação aponta para uma crescente dependência de recursos tecnológicos e uma desconexão com o ensino tradicional de matemática, que continua a ser adotado em muitas salas de aula. Esse formato pode não estar atendendo às necessidades atuais dos alunos, contribuindo para a falta de engajamento e prejudicando o desenvolvimento de habilidades matemáticas essenciais. A ausência de interesse dos alunos em buscar ativamente o conhecimento reforça a necessidade

de reformular as práticas pedagógicas, com o objetivo de tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo.

Esses resultados refletem um cenário preocupante para a educação no Brasil, onde a desmotivação e a abordagem tradicional em matemática podem estar contribuindo para os baixos índices de aprendizado. A superação desses desafios exige não apenas uma revisão metodológica, mas também uma conscientização coletiva sobre a importância da matemática no desenvolvimento acadêmico e profissional dos estudantes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios no ensino da matemática são amplamente discutidos por pesquisadores, especialmente em relação à percepção negativa amplamente naturalizada dessa disciplina, apesar de sua importância. A análise conduzida neste estudo permitiu examinar o processo de compreensão dos alunos sobre equações quadráticas, revelando dificuldades que vão além dos desafios matemáticos em si, mas que também estão ligadas às especificidades do conteúdo e ao contexto de aprendizagem.

Os resultados mostraram que muitos estudantes enfrentam dificuldades significativas ao compreender conceitos relacionados às funções e equações quadráticas, frequentemente falhando em associar os fundamentos teóricos a aplicações práticas. Essa limitação foi particularmente evidente nas respostas dos questionários, onde a compreensão demonstrada pelos alunos sobre conceitos básicos das equações quadráticas se mostrou restrita. Observou-se que as interrupções frequentes no calendário escolar e o tempo reduzido para aulas (30 minutos por sessão) dificultaram abordagens mais profundas do conteúdo, comprometendo a consolidação do aprendizado.

Adicionalmente, após o período da pandemia, o aumento do uso de celulares e a dependência desses dispositivos contribuíram para a dispersão dos alunos em sala de aula, segundo relato dos professores. Tal comportamento impacta diretamente a capacidade de concentração e a qualidade da interação no processo de ensino-aprendizagem.

Para enfrentar esses desafios, recomenda-se a adoção de métodos de ensino mais flexíveis e dinâmicos, que possam captar o interesse dos alunos e favorecer uma visão mais acessível e positiva da matemática. Uma estratégia potencialmente eficaz seria a implementação de atividades de aprendizagem híbrida, integrando o uso de tecnologias digitais de forma planejada e controlada, com materiais interativos e plataformas que incentivem o engajamento, como jogos educativos e simulações online de situações práticas.

Por fim, vale destacar que, embora este estudo tenha fornecido uma visão significativa dos desafios enfrentados em um colégio específico, o número de participantes limita a generalização dos resultados para outras instituições de ensino. Sugere-se, portanto, a realização de estudos complementares em diferentes

contextos escolares para ampliar a compreensão do fenômeno e avaliar a eficácia das estratégias propostas.

REFERÊNCIAS

- BOYER, C. B. História da Matemática. Edgard Blucher, São Paulo, 2ª edição, 2001.
- CHAQUIAM, M. Um diagrama, um texto. In: MENDES, I. A.; CHAQUIAM, M. História nas aulas de Matemática: fundamentos e sugestões didáticas para professores. Belém: SBHMat, 2015.
- DANTE, L. R. Matemática: Contexto e Aplicações. 2 ed. São Paulo: ÁTICA, 2013.
- DANTE, L. R. Matemática: Contexto e Aplicações. 1 ed. São Paulo: ÁTICA, 2010.
- D'AMBROSIO, U. Educação matemática: da teoria à prática. 2. ed. Campinas: Papirus, p.111. 1997.
- D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- GONÇALVES, F.B.; SANTOS, M.L.S.; CHAQUIAM, M. Alunos de uma escola de Ensino Médio respondem: o que "ficou" de função quadrática um ano depois?. Anais do Seminário de Cognição e Educação Matemática. UEPA, 2017a.
- IEZZI, G. Matemática: Ciência e Aplicações. 1 Ensino Médio. 6 ed. São Paulo: SARAIVA, 2010.
- LOPES, S.P. Registros de Representações Semióticas no estudo da Funções polinomiais de segundo grau. XI Encontro Nacional de Educação Matemática. Curitiba. Julho, 2013.
- LOPES, S.P. Uma sequência didática para o ensino de parábola enquanto lugar geométrico. 148f. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo). São Paulo, 2014.
- MAIA, D. Função Quadrática: um estudo didático de uma abordagem computacional. 141f. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo). São Paulo, 2007.
- MENDES, M.H.M. O Conceito de Função: Aspectos históricos e dificuldades apresentadas por alunos na transição do segundo para o terceiro grau. Dissertação de mestrado. PUC: RJ, 1994.
- VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICES- A



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

Questionário de Pesquisa de Campo para TCC, responda de acordo com o seu conhecimento em matemática sobre o tema: equação quadrática.

Qual a série: _____ turno: _____ idade: _____

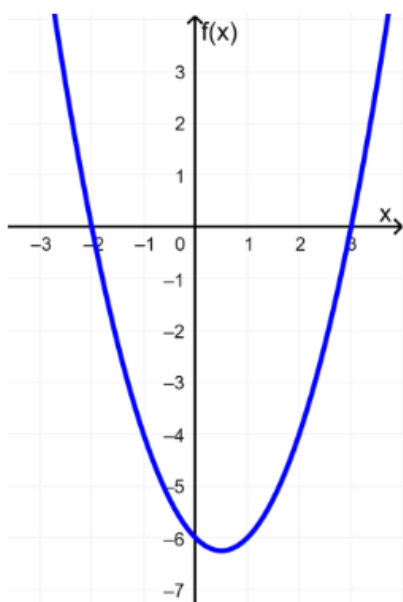
1. Qual a definição de função quadrática? Escreva abaixo.
2. Dados os dois conjuntos A e B , quando é que uma relação R entre A e B constitui uma função?
3. Dê exemplo de uma relação que constitui uma função, represente usando um diagrama de setas, pontos e círculos.
4. Você consegue encontrar uma expressão/fórmula para a função do exemplo acima?

5. Trace o gráfico da relação que você deu como exemplo na questão 3.

6. Defina o que é domínio de uma função. Indique qual o domínio da função $f(x) = x^2 + 5x - 6$.

7. Dados os conjuntos $A = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$ e $B = \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$, considere a função $f: A \rightarrow B$ definida pela fórmula $f(x) = x^2 + x - 3$. Indique o domínio, contra domínio e o conjunto imagem da função f .

8. De acordo com o gráfico abaixo, quais são as raízes da função quadrática?



9. Represente graficamente a função quadrática $f(x) = x^2 + 2$.