UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS

CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Renilda Neves dos Santos

O estudo da função exponencial e suas aplicações nos livros didáticos do Ensino Médio

Rio Tinto – PB
2023

Renilda Neves dos Santos

O estudo da função exponencial e suas aplicações nos livros didáticos do Ensino Médio

Trabalho Monográfico apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Gomes de Almeida

Rio Tinto – PB
2023

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S237e Santos, Renilda Neves Dos.
O estudo de função exponencial e suas aplicações nos livros didáticos do Ensino Médio / Renilda Neves Dos Santos. - Rio Tinto, 2023.
34 f. : il.

Orientação: Prof. Carlos Alberto Gomes de Almeida.
Monografia (Licenciatura em Matemática) - UFPB/CCAE.

1. Matemática - ensino. 2. Livro didático. 3. Função exponencial - aplicações. I. Almeida, Carlos Alberto Gomes de. II. Título.

UFPB/CCAE CDU 51:37

Elaborado por JOSIVAN COELHO DOS SANTOS VASCONCELOS - CRB-15-764

Renilda Neves dos Santos

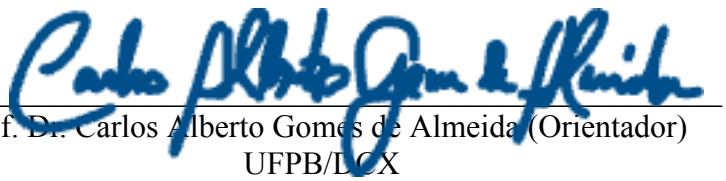
O estudo da função exponencial e suas aplicações nos livros didáticos do Ensino Médio

Trabalho Monográfico apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Gomes de Almeida

Aprovado em: 06/06/2023

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Alberto Gomes de Almeida (Orientador)
UFPB/DCX

Profa. Dra. Claudilene Gomes da Costa – (Banca)
UFPB/DCX

Prof. Dr. Jose Laudelino Menezes Neto – (Banca)
UFPB/DCX

Dedico este trabalho aos meus Pais Maria do Carmo Santos e José Neves dos Santos (in memoria), a quem agradeço pelas bases que me deram para se tornar a pessoa que sou hoje sem esquecer das minhas raízes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por todas as vezes que me levantei quando caí.

Aos **meus familiares**, que sempre estão ao meu lado, por favorecerem em especial, este momento.

Ao **meu orientador Carlos Alberto Gomes de Almeida**, pelo estímulo, paciência, colaboração e sugestões que muito enriqueceram o trabalho.

Aos **colegas**, pelas trocas de experiências, pelo convívio, pelas alegrias e incertezas, por todos esses momentos vividos juntos e partilhados.

À Banca **Examinadora** Claudilene Gomes da Costa e Jose Laudelino Menezes Neto e a todos **professores** que contribuíram para a conclusão deste valioso trabalho, meu muito obrigada.

A todos que colaboraram para a realização deste trabalho de forma direta e indiretamente.

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.

Paulo Freire

RESUMO

A função exponencial é amplamente utilizada em diversas áreas, como ciências naturais, economia, engenharia e estatística. No processo de ensino e aprendizagem, esse conteúdo é explorado nas escolas por meio de exemplos práticos, exercícios e gráficos, buscando desenvolver a compreensão dos alunos sobre o crescimento exponencial, taxas de variação e aplicações em problemas do mundo real. O objetivo principal deste estudo foi investigar a função exponencial e suas aplicações nos livros didáticos do Ensino Médio, levando em consideração o papel crucial que esses livros desempenham, tanto para os professores quanto para os alunos. Muitas vezes, eles são a única fonte de suporte disponível para o ensino e aprendizagem, tornando sua análise essencial. A metodologia utilizada em relação à abordagem do problema foi de natureza qualitativa, quanto aos objetivos classifica-se como exploratória baseado em uma pesquisa bibliográfica por ser uma pesquisa desenvolvida em torno de livros. O embasamento teórico está pautado nos livros de Matemática do 1º ano do Ensino Médio e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Para atingir o objetivo proposto, foi feita uma análise em livros didáticos nos quais abordavam o conteúdo de função exponencial e suas aplicações, em seguida foi descrito o tratamento dos livros didáticos para o estudo de função exponencial e suas aplicações com outras áreas de conhecimentos. No final da pesquisa foi possível perceber que podemos utilizar alguns conceitos matemáticos para resolver, compreender e interpretar situações conectadas a outras ciências além da própria matemática. Espera-se ainda que este trabalho venha contribuir para o aprimoramento do ensino e aprendizagem da função exponencial, incentivando a conexão desse conteúdo com outras disciplinas e proporcionando aos alunos uma educação mais abrangente e significativa.

Palavras-chave: Livro didático. Função exponencial. Aplicações.

ABSTRACT

The exponential function is widely used in many areas such as natural sciences, economics, engineering and statistics. In the teaching and learning process, this content is explored in schools through practical examples, exercises and graphics, seeking to develop students' understanding of exponential growth, rates of change and applications in real world problems. The main objective of this study was to investigate the exponential function and its applications in high school textbooks, taking into account the crucial role that these textbooks play, both for teachers and for students. They are often the only source of support available for teaching and learning, making their analysis essential. The methodology used in relation to the approach to the problem was of a qualitative nature, as for the objectives, it is classified as exploratory based on a bibliographical research because it is a research developed around books. The theoretical basis is based on Mathematics books for the 1st year of high school, on the National Common Curricular Base (BNCC). To achieve the proposed objective, an analysis was made of textbooks in which they addressed the content of exponential function and its applications, then the treatment of textbooks for the study of exponential function and its applications with other areas of knowledge was described. At the end of the research it was possible to realize that we can use some mathematical concepts to solve, understand and interpret situations connected to other sciences besides mathematics itself. It is also expected that this work will contribute to the improvement of teaching and learning of the exponential function, encouraging the connection of this content with other disciplines and providing students with a more comprehensive and meaningful education.

Keywords: Textbook. Exponential function. Applications.

LISTAS DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular
PNLD - Programa Nacional do Livro Didático
OMS - Organização Mundial de Saúde

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - o jogo do xadrez 19
Figura 2 - tabela da função f (x) = 2^x , com valores para x entre -2 e 2. 21
Figura 3 - gráfico da uma função f(x) = 2^x 21
Figura 4 - tabela da função f (x) = $(1/2)^x$, com valores para x entre -2 e 2. 22
Figura 5 - gráfico da função f (x) = $(1/2)^x$ 22
Figura 6 - comportamento do gráfico da função exponencial crescente e decrescente 23
Figura 7- atividades resolvidas de funções exponenciais. 26
Figura 8 - atividades resolvidas gráfica 27
Figura 9 - Imagem microscópica do vírus sars-CoV-2 29
Figura 10 - gráfico da função $f(x) = 10 * 3^x$ 30
Figura 11- casos confirmados da covid-19 na China a partir do dia 22 de janeiro a 23 de março de 2020 31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **13**
2 FUNÇÕES EXPONENCIAL **17**
2 1 Abordagens históricas 17
2 2 Funções exponencial 19
2 2 1 Definições 19
2 2 2 Propriedades das funções exponenciais 20
2 2 3 Gráficos da função exponencial 20
2 3 A importância do livro didático 23
3 APLICAÇÕES DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS E SUAS CONEXÕES **25**
3 1 Aplicação numérica 26
3 2 Aplicação gráficos 26
3 3 Aplicações em Matemática Financeira 27
3 5 Aplicação em Biologia 28
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS **33**
REFERÊNCIAS **34**

1 INTRODUÇÃO

A matemática sempre foi vista como uma disciplina complexa e de difícil aceitação pelas pessoas. Uma das razões para essa postura talvez seja a não compreensão da sua importância e como ela pode ser explorada no nosso dia a dia. Esse talvez seja o maior desafio para professores dessa área.

O uso da Matemática sempre esteve presente na vida do ser humano desde a antiguidade mesmo que estes não tivessem conhecimento de seus conceitos e aplicações atuais. Quando acontece um surto de uma doença, como no caso do aparecimento do vírus da Covid- 19, em 2020, enquanto os cientistas lutavam para criar um tratamento e vacina, os matemáticos simulavam cenários da pandemia para que a população compreendesse a gravidade da doença e assim aderissem às medidas de prevenção,

Durante a pandemia da Covid 19, ouviam-se muitas informações sobre o rápido crescimento do vírus e foram utilizados alguns conceitos e objetos matemáticos como o de função exponencial para tentar demonstrar a evolução da infecção e os dados gerais da pandemia. Essa referência é um exemplo de que a Matemática está conectada com a humanidade. De acordo com Sousa (2022) “a matemática está ligada à ação humana, ou seja, estamos sempre utilizando em nossas ações comuns diversas noções matemáticas, muitas vezes de forma tão espontânea que nem sequer percebemos”.

A função exponencial tem sua aplicação na matemática e em outras áreas da ciência como na biologia, química, geografia, física, engenharia, economia entre outras. Na matemática financeira, por exemplo, está associada ao crescimento de um capital aplicado em determinada taxa de juros; na geografia pode ser usada para determinar o crescimento populacional; na biologia, para descrever o crescimento de bactérias em uma colônia, ou até mesmo o espalhamento de um vírus como no caso do coronavírus.

Visto que as aplicações da função exponencial estão relacionadas às outras ciências, pretendemos com este projeto estruturar uma pesquisa que busque discutir essas relações na Educação Básica. Assim, buscaremos investigar *como é explorado o estudo de função exponencial e suas aplicações nos livros didáticos de matemática do Ensino Médio?*

Segundo a BNCC (BRASIL, 2018), identificamos competências específicas que estão associadas às funções exponenciais no Ensino Médio. São elas:

> Competência específica 1 - Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral. (BRASIL, 2018, p.532).

> Competência específica 3 - Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente. (BRASIL, 2018, p. 535).

Sobre as habilidades direcionadas para esta função, de acordo com BNCC (BRASIL, 2018), e para as duas competências acima, temos:

> (EM13MAT101). Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação, com ou sem apoio de tecnologias digitais. (BRASIL, 2018, p.533)

> (EM13MAT303) - Interpretar e comparar situações que envolvam juros simples com as que envolvem juros compostos, por meio de representações gráficas ou análise de planilhas, destacando o crescimento linear ou exponencial de cada caso. (BRASIL, 2018, p.536);

> (EM13MAT304) - Resolver e elaborar problemas com funções exponenciais nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como o da Matemática Financeira, entre outros. (BRASIL, 2018, p.536).

Os livros devem abordar o conteúdo de função exponencial de acordo com as habilidades referentes ao mesmo, trazendo conceitos e atividades que possam atingir o objetivo proposto nas habilidades para que no final o educando consiga identificar, interpretar e solucionar problemas com uso de função exponencial, nesse caso nosso objeto de pesquisa.

Desde o Ensino Fundamental nas aulas de Matemática o que sempre me fascinou foi a resolução de exercícios e resolução de problemas. A vontade de resolvê-los me estimulava a pesquisar nos livros os conceitos essenciais e o raciocínio necessário para resolver as questões. Em Álgebra, um dos campos da Matemática que mais gosto, é o conteúdo de função exponencial que sempre foi motivo de pesquisa para entender seus conceitos, suas resoluções e suas aplicações.

Segundo Dante (2011).

> As aplicações são empregos das noções e teorias da matemática para obter resultados, conclusões e previsões em situações que vão desde problemas triviais do dia a dia a questões mais sutis que surgem noutras áreas, quer científicas, quer tecnológicas, quer mesmo sociais. As aplicações constituem a principal razão pela qual o ensino da matemática é tão difundido e

> necessário, desde os primórdios da civilização até os dias de hoje e certamente cada vez mais no futuro. [...] (DANTE, 2011 p.13)

Outra razão que motivou a escolha do conteúdo de função exponencial, deve-se a sua importância de ser ferramenta utilizada não só na matemática como nas demais ciências. Segundo Oliveira (2014).

> Muitos fenômenos naturais e sociais como o crescimento populacional, a meia-vida de uma substância, a medida da pressão atmosférica, o cálculo do montante num sistema de juros compostos, o resfriamento de um corpo, são exemplos que trazem problemas onde é importante a aplicação da função exponencial que devido a sua relação com outras ciências[...] (OLIVEIRA, 2014, p.14)

Ressaltando que o uso do livro didático é uma ferramenta de apoio para professores e alunos, com variações de conteúdo, que muitas das vezes para o aluno o livro ainda se torna uma das principais fontes de pesquisa em buscas de soluções, e assim conseguir compreender o significado da matemática além dos números, ou seja, em outras ciências. Nosso embasamento teórico está pautado nos livros de Matemática do 1º ano do Ensino Médio, na BNCC. Utilizamos como critérios na escolha dos livros, ser livro do Ensino Médio com conteúdo de função exponenciais e suas aplicações, observando o que há de mais moderno no processo de ensino e aprendizagem dentro do conteúdo de função exponencial e suas aplicações relacionados a situações reais ou a outras ciências.

O objetivo geral de nossa pesquisa é investigar o estudo de função exponencial e suas aplicações nos livros didáticos do Ensino Médio, para uma melhor compreensão do objeto geral destacamos alguns objetivos específicos: selecionar livros didáticos do Ensino Médio que abordam conteúdo de função exponencial, descrever o tratamento dos livros didáticos para o estudo de função exponencial e suas aplicações com outras áreas de conhecimentos.

A partir da investigação aqui exposta a pesquisa caracteriza-se como pesquisa qualitativa, exploratória e pesquisa bibliográfica.

No que diz respeito à natureza da pesquisa, classificamos como qualitativa, uma vez que nossa pesquisa se sucedeu de uma análise sobre como os livros didáticos que introduzem o conteúdo de função exponencial, que de acordo com (GIL, 2021, p.15), uma pesquisa qualitativa quando “mediante um processo não matemático de interpretação, [pretende-se] descobrir conceitos e relações entre os dados e organizá-los em um esquema explicativo”

Para Gil (2018), uma pesquisa é dita pesquisa exploratória, quando “têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais

explícito ” (GIL, 2018, p.25). De fato, na nossa pesquisa, de acordo com os objetivos apresentados, faremos um estudo de como a função exponencial é tratado nos livros, como é apresentada a introdução, conceituação de função exponencial e seus tipos caracterizando graficamente, as aplicações que os livros trazem relacionado a função exponencial e o uso relacionando outras ciências.

Em relação ao método podemos caracterizá-la como pesquisa bibliográfica, pois utilizaremos como método para a investigação o uso das informações e dados obtidos nos livros que servirão para o estudo sobre aplicação da função exponencial nos livros do Ensino Médio, já que conforme (GIL, 2018, p.28), uma pesquisa é dita bibliográfica quanto, “ é elaborada com base em material já publicado, constituído principalmente de livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos”.

Organizamos nosso trabalho em quatro capítulos. No primeiro capítulo apresentaremos o tema, objetivos, justificativa e metodologia. No segundo capítulo faremos uma abordagem histórica, definição e características sobre função exponencial, relatar a importância do livro didático para o professor e aluno. No terceiro capítulo aplicações de funções exponenciais conectado a matemática e outras ciências e por últimas considerações finais.

2 FUNÇÕES EXPONENCIAL

Neste capítulo abordaremos o estudo sobre história, definição e características de função exponencial, o uso do livro didático pelo professor e aluno.

2 1 Abordagens históricas

Historicamente, o conceito de função já era percebido nas antigas civilizações, mesmo de forma implícita. Segundo Dante (2020, p.37), " qualquer tabela que relaciona os valores de duas grandezas variáveis é uma funcao". Podemos entender como tabelas de funções, já que estabelecem uma relação biunívoca entre duas grandezas.

O conceito de função originou-se da necessidade de entender as mudanças que ocorriam na natureza, e um dos povos que se destacou na contribuição foram os egípcios. De acordo com Dante (2010, p.70), os papiros egípcios apresentavam problemas práticos ligados às necessidades cotidianas e não tinham o objetivo de analisar o comportamento dos fenômenos. Desafiando a mente humana, as situações sugeridas provocavam o pensamento lógico, direcionando-o aos resultados numéricos. Mas de acordo com Botelho e Rezende (2007).

> Na Grécia Clássica, as explicações para os fenômenos naturais eram baseadas sobretudo em mitos. A partir da fundação da primeira escola filosófica grega por Tales Mileto, por volta de 600 a.C os filósofos/cientistas procuravam dar explicações mais racionais para os eventos que ocorriam no mundo que os cercava. Desse modo, uma pedra ao ser largada cai, não por ser esta a vontade dos deuses, mas porque possuem uma qualidade chamada peso, que atrai os corpos para o centro da terra. Fenômenos como este, segundo Platão (427-347 a.C.) deveriam ser estudados pela matemática. (BOTELHO; REZENDE, 2007, p.66 apud SILVA, 2016, p.12).

Diversos estudiosos contribuíram para que chegasse a definição de função que é utilizada atualmente nos livros didáticos. De acordo com Dante (2020, p.37), a palavra "função", no sentido que usamos hoje, aparece pela primeira vez em correspondências entre dois grandes matemáticos: o suíço Jean Bernoulli (1667 -1748) e o alemão Gottfried Leibniz (1646 – 1716), onde em um trecho de uma carta de Bernoulli para Leibniz no ano de 1698, apareceu a frase "...função é uma quantidade que de alguma maneira é formada por quantidade indeterminada e quantidade constantes." E em resposta à carta Leibniz responde: "... eu estou contente em ver que você usou o termo função de acordo com o meu sentido. ". Outro matemático que contribuiu para que o conceito de função fosse utilizado de forma precisa, foi o suíço Leonard Euler (1707– 1783), que é atribuída a representação de uma função pela notação f (x) (lê-se: f de x).

Uma primeira definição de função muito semelhante àquela que usamos atualmente foi apresentada por Johan Peter Gustav Lejeune Dirichlet, matemático alemão (1805-1859), definindo “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” (DANTE, 2016, p.42).

O estudo da exponencial como da função foi desenvolvido pelo matemático suíço Johann Bernoulli.

Muitos matemáticos contribuíram para o estudo do conceito de função, por isso que encontramos várias maneiras de definir. No estado de Santa Catarina existe uma ponte que liga a ilha onde fica a capital Florianópolis construída entre 1922 e 1926, com 819 metros de comprimento e duas torres de 75 metros. De acordo com Dante (2010).

> Até o século XVII, pensava-se que os cabos que sustentam as pontes pênseis tivessem a forma de uma parábola; até Galileu pensava assim. Entretanto, o matemático e físico Christian Huygens provou que a curva formada por um fio suspenso pelas extremidades não se tratava de uma parábola, mas sim de uma catenária. (DANTE, 2010, p.70)

A literatura conta que a função exponencial surgiu porque um rei a fim de diminuir seu tédio pediu que seus súditos inventassem algo. De acordo com Silva (2012)

> Conta à lenda que um rei solicitou aos seus súditos que lhe inventassem um novo jogo, a fim de diminuir o seu tédio. O melhor jogo teria direito a realizar qualquer desejo. Um dos seus súditos inventou, então, o jogo de xadrez. O Rei ficou maravilhado com o jogo e viu-se obrigado a cumprir a sua promessa. Chamou, então, o inventor do jogo e disse que ele poderia pedir o que desejasse. O astuto inventor pediu então que as 64 casas do tabuleiro do jogo de xadrez fossem preenchidas com moedas de ouro, seguindo a seguinte condição: na primeira casa seria colocada uma moeda e em cada casa seguinte seria colocado o dobro de moedas que havia na casa anterior. O Rei considerou o pedido fácil de ser atendido e ordenou que providenciasse o pagamento. Tal foi sua surpresa quando os tesoureiros do reino lhe apresentaram a suposta conta, pois apenas na última casa o total de moedas era de 2^{63}, o que corresponde a aproximadamente 9 223 300 000 000 000 000. Não se pode esquecer ainda que o valor entregue ao inventor seria a soma de todas as moedas contidas em todas as casas. O rei estava falido! Percebemos que o texto acima nos apresenta uma aplicação de funções exponenciais, especialmente da função $y = 2^x$ (SILVA, 2012, p. 23 e 24)

No livro de Souza (2020), dentro do conteúdo de função exponencial o autor se refere a esse jogo em uma questão dentro de potencialização, um conteúdo que é dado dentro do capítulo de função exponencial.

Figura 1- o jogo do xadrez

O Jogo de Xadrez

Segundo uma lenda antiga, o jogo de xadrez foi inventado na Índia [...] Encantado com o invento, o soberano, rei Shirham, quis recompensar seu súdito Sissa Ben Dahir, o inventor do xadrez. Shirham disse a Sissa que lhe fizesse um pedido, que ele, rei Shirham, o atenderia prontamente. Sissa disse, simplesmente:

» Tabuleiro de xadrez.

— Bondoso rei, dê-me então um grão de trigo pela primeira casa do tabuleiro, dois pela segunda casa, quatro ($= 2^2$) pela terceira, oito ($= 2^3$) pela quarta, e assim por diante, até 2^{63} grãos de trigo pela última casa do tabuleiro, isto é, a 64^a casa.

[...]

ÁVILA, G. O Jogo de Xadrez. **Revista do Professor de Matemática**, Campinas, n. 25. Disponível em: www.rpm.org.br/cdrpm/25/1.htm. Acesso em: 6 maio 2020.

Fonte: Souza (2020, p.63)

Podemos perceber a relação desse jogo com o uso da aplicação de função exponencial $f(x) = \alpha^x$, onde o x é a localização das casas, e o α é a base, pois a única exigência era que a cada casa o valor dobrasse, ou seja de início parece que um valor baixo mas à medida que as casas avançavam os valores se tornaram alto, podendo assim representa o uso de uma aplicação de função exponencial crescente.

2 2 Funções exponencial

De acordo com o " o estudo das funções "permite ao aluno adquirir uma linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, [...]" (BRASIL, p.121).

Utilizamos como fundamentação teórica os livros do Ensino Médio para a definição e caracterização de função exponencial.

2 2 1 Definições

Segundo o autor Dante (2020), a definição de função exponencial é: Dada um número real α, com $\alpha > 0$ e $\alpha \neq 1$, chamamos de função exponencial de base α a função $f : \mathbb{R}$ em $\mathbb{R}^*_+$, representada por $f(x) = \alpha^x$ ou $y = \alpha^x$ para todo x real.

Alguns exemplos de função exponencial em $\mathbb{R}$:

a) $f(x) = 2^x$ é uma função exponencial de base 2.

b) $f(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ é uma função exponencial de base $\left(\frac{1}{2}\right)$.

c) $y = 5^x$ é uma função exponencial de base 5.

d) $f(x) = (0{,}4)^x$ é uma função exponencial de base 0,4.

Importante notamos que são necessárias algumas restrições para garantir a existência de α^x no conjunto dos números reais e também pode caracterizar como função exponencial. As restrições são em referência à base dessa função $\alpha > 0$ e $\alpha \neq 1$.

Veja.

Se $\alpha = 1$ e x qualquer número real, $\alpha^x = 1$ logo é uma função constante e não função exponencial.

Exemplo, $\alpha = 1$, para $x = 4$ teríamos $f(x) = \alpha^x$, temos $f(4) = 1^4 = 1$.

Se $\alpha \leq 0$, então $f(x) = \alpha^x$ não é definida para todo $x \in \mathbb{R}$.

Para $\alpha = 0$ e $x = -7$, teríamos $f(x) = \alpha^x$, temos $f(-7) = 0^{-7}$ logo ($0^{-7} \notin \mathbb{R}$).

Para $\alpha = -3$ e $x = \frac{1}{2}$, teríamos $f(x) = \alpha^x$, temos $f\left(\frac{1}{2}\right) = -3^{1/2}$ não está definida em $\mathbb{R}$, pois $(-3)^{1/2} = \sqrt{-3}$.

Portanto, para caracterizar como função exponencial é preciso que a base seja sempre maior que 0 e diferente de 1.

2 2 2 Propriedades das funções exponenciais

$f(1) = \alpha^1 = \alpha$

$f(x_1 + x_2) = \alpha^{x_1 + x_2} = \alpha^{x_1} * \alpha^{x_2} = f(x_1) * f(x_2)$, ou seja $f(x_1 + x_2) = f(x_1) * f(x_2)$

$f(nx) = \alpha^{nx} = (\alpha^x)^n = (f(x))^n$, ou seja $f(nx) = (f(x))^n$

2 2 3 Gráficos da função exponencial

Para uma melhor compreensão da função exponencial é representada por meio de um gráfico podemos pôr forma tabular atribuir valores a x. Vamos analisar duas funções exponenciais f de $\mathbb{R}$ em $\mathbb{R}^*_+$ do tipo $f(x) = \alpha^x$, sendo o primeiro caso com $\alpha > 1$ e no segundo caso $0 < \alpha < 1$.

Primeiro caso: $f(x) = 2^x$ ou $y = 2^x$, para $\alpha > 1$, e os valores para a variável x como: -2, -1, 0, 1, 2, como está demonstrado na figura 2.

Figura 2- tabela da função f (x) = 2^x , com valores para x entre -2 e 2.

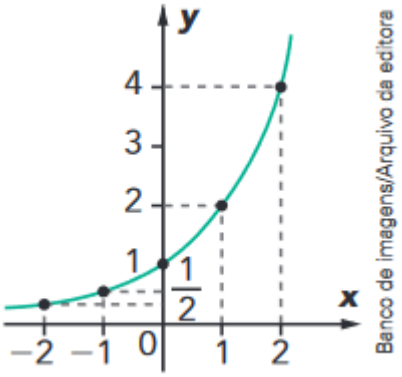
x	$y = 2^x$
-2	$2^{-2} = \frac{1}{4}$
-1	$2^{-1} = \frac{1}{2}$
0	$2^0 = 1$

x	$y = 2^x$
1	$2^1 = 2$
2	$2^2 = 4$

Fonte: Dante (2020, p.45).

Note que na forma tabular foram atribuídos alguns valores reais para x e calculados os respectivos valores da função f (x) = 2^x, determinando pares ordenados (x, y). Valores dos pares ordenados obtidos da função da tabela 1 foram: (-2, 1/4), (-1, 1/2), (0, 1), (1, 2), (2, 4).

Figura 3- gráfico da uma função f(x) = 2^x



Fonte: Dante (2020, p.45)

Na figura 3, note que a partir dos valores atribuídos a x na função e aplicado em um plano cartesiano traçando uma curva sobre os pontos, podemos obter o seu formato gráfico da função f (x) = 2^x.

Segundo caso: f(x) = $\left(\frac{1}{2}\right)^x$ ou y = $\left(\frac{1}{2}\right)^x$, para 0 < α < 1, e os valores para a variável x como: -2, 1-, 0, 1, 2.

Figura 4-tabela da função f (x) = $(1/2)^x$, com valores para x entre -2 e 2.

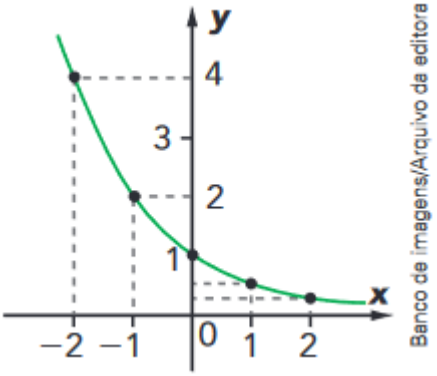
x	$y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$
-2	$\left(\frac{1}{2}\right)^{-2} = 4$
-1	$\left(\frac{1}{2}\right)^{-1} = 2$
0	$\left(\frac{1}{2}\right)^{0} = 1$

x	$y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$
1	$\left(\frac{1}{2}\right)^{1} = \frac{1}{2}$
2	$\left(\frac{1}{2}\right)^{2} = \frac{1}{4}$

Fonte: Dante (2020, p.45)

Note que na forma tabular foram atribuídos alguns valores reais para x e calculados os respectivos valores da função, determinando pares ordenados (x, y). Valores dos pares ordenados da função obtido da tabela 4 foram: (-2,4), (-1, 2), (0, 1), (1, ½), (2, ¼).

Figura 5- gráfico da função f (x) = $(1/2)^x$



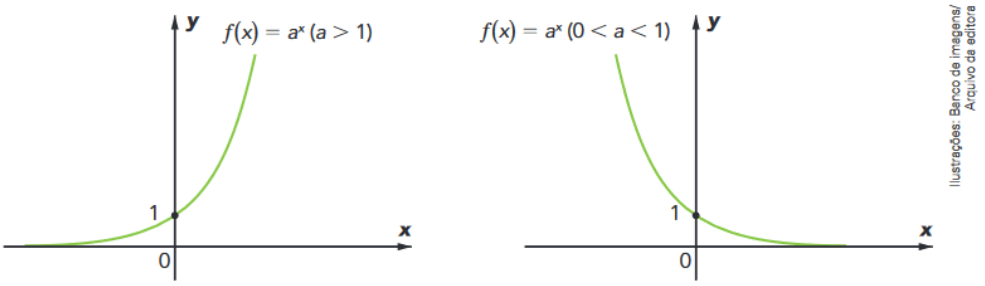
Fonte: Dante (2020, p.45).

Na figura 5, note que a partir dos valores atribuídos a x na função e aplicado em um plano cartesiano traçando uma curva sobre os pontos, podemos obter o seu formato gráfico da função f (x) = $\left(\frac{1}{2}\right)^x$.

De acordo com a definição da função exponencial tipo f (x) = α^x, onde $0 < \alpha \neq 1$, para todo x real, podemos perceber que através da representação tabular e gráfica , que para todo valor atribuído a x, corresponde, a um único valor de y, compreendido como pares ordenados formados por (x , y), que desenhado esses pares no plano cartesiano esses pontos terão um comportamentos de um gráfico com formato de uma curva que se caracterizando para $\alpha > 1$

uma função exponencial crescente ($x^1 > x^2 \Rightarrow \alpha^{x1} > \alpha^{x2}$), e para $0 < \alpha < 1$, uma função exponencial decrescente ($x_1 > x_2 \Rightarrow \alpha^{x1} < \alpha^{x2}$)".

Figura 6- comportamento do gráfico da função exponencial crescente e decrescente



Fonte: Dante (2020, p.45)

Podemos observar que o gráfico da função $f(x) = \alpha^x$ ($\alpha > 1$) e o gráfico da função $f(x) = \alpha^x$ ($0 < \alpha < 1$) apresentam comportamento diferentes, não possuem pontos nos quadrantes III e IV, para a função $f(x) = \alpha^x$ quando $\alpha > 1$ a função é crescente, pois quando aumentado o valor de x, sempre aumenta o valor de y, para a função $f(x) = \alpha^x$ quando $0 < \alpha < 1$ a função é decrescente, pois aumentando o valor de x, sempre diminui o valor de y, o gráfico não toca o eixo das abscissas, ou seja, $f(x) = \alpha^x$ não assume o valor zero e intersecta o eixo das ordenadas no pontos (0, 1).

2 3 A importância do livro didático

Para o professor o livro didático é considerado como um dos principais recursos para apoiar o processo de ensino e aprendizagem, além de ser utilizado no planejamento da aula. De acordo com o Programa Nacional do Livro Didático - PNLD (BRASIL, 2008):

> Um livro didático deve oferecer informações e explicações sobre o conhecimento matemático que interfere e sofre interferências das práticas sociais do mundo contemporâneo e do passado. Também deve conter uma proposta pedagógica que leve em conta o conhecimento prévio e o nível de escolaridade do aluno e que ofereça atividades que o incentivem a participar ativamente de sua aprendizagem e a interagir com seus colegas. Além disso, o livro precisa assumir a função de texto de referência tanto para o aluno, quanto para o docente. (BRASIL, 2008, p.9)

Hoje, existem muitos materiais que o professor pode utilizar como recurso no trabalho pedagógico, recursos esses como utilização de vídeos, apostilas, rádio, televisão e materiais concretos, mesmo assim o livro continuar sendo o material mais utilizado por alunos e professores, talvez pela falta de acesso aos outros recursos, pela facilidade de locomoção ou

por falta de conhecimento de manusear alguns recursos que precisa do uso da tecnologia. De acordo com Libanêo (2021).

> O livro didático, por ser impresso e de fácil locomoção, é um ótimo recurso didático e, muitas vezes, o único disponível para consulta, principalmente por alunos de escola pública, além de integrar e sistematizar os conteúdos dos livros, já que alguns conteúdos são necessários para a aprendizagem de outro. Como por exemplo, não podemos aprender sem antes ter aprendido conjuntos". (LIBANÊO, 1994 apud MORAIS, 2021, p.14).

Desta forma o livro tem função importante para o professor e para o aluno sendo um portador de escolhas do que ensinar adotando métodos para que o aluno consiga aprender e o que saber a ser estudado. Dentre outras funções importantes do livro didático, no que diz respeito ao aluno, tomando como base Gérard e Roegiers " o livro pode favorecer a aquisição de saberes socialmente relevantes; consolidar, ampliar, aprofundar e integrar os conhecimentos adquiridos e propiciar o desenvolvimento de competências e cognitivas, que contribuam para aumentar a autonomia[...]"(BRASIL, 2008, p.11).E em relação ao professor o livro didático " auxiliar no planejamento e na gestão das aulas, seja pela explanação de conteúdos curriculares, seja pelas atividades, exercícios e trabalhos propostos; favorecer a formação didático-pedagógica e auxiliar na avaliação da aprendizagem do aluno.[...]" (BRASIL, 2008, p.12).

Para Masetti "os alunos precisam trabalhar com diversos contextos: realísticos, de semirrealidade e matemáticos" (MASETTI, 2016, p.66). Portanto, cabe ao professor saber em que contexto utilizar tais problemas ou tarefas remetendo ao cotidiano do aluno . De acordo com PNLD, ninguém melhor do que o professor para escolher o livro didático a ser trabalhado na sua prática pedagógica de acordo com seus alunos, pois o livro é para auxiliar no processo ensino aprendizagem que dialoga com professor e aluno e não pode ser o único papel dominante nesse processo entre eles, pelo fato de poder não possui todas as informações essenciais necessárias nele, é importante não utilizar como única fonte. Segundo Brasil afirma que[...] "a variedade de fontes de informações é que contribuirá para o aluno ter uma visão ampla do conhecimento" [...]. (BRASIL, 1997, p.67)

3 APLICAÇÕES DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS E SUAS CONEXÕES

Neste capítulo, iremos mostrar algumas atividades e aplicações de funções exponenciais que são abordadas nos livros didáticos e sua conexão com outras ciências.

A matemática é uma ciência muito questionada no seu uso e sua utilidade, quem nunca ouviu ou já se questionou, para que estudar matemática se nunca vou usar na vida? Mas de maneira implicitamente todos nós utilizamos para solucionar algum tipo de problema. Segundo PCN:

> Possivelmente, não existe nenhuma atividade da vida contemporânea, da música à informática, do comércio à meteorologia, da medicina à cartografia, das engenharias às comunicações, em que a Matemática não compareça de maneira insubstituível para codificar, ordenar, quantificar e interpretar compassos, taxas, dosagens, coordenadas, tensões, frequências e quantas outras variáveis houver.(BRASIL, 1998, p. 9)

Quando diz que não existe nenhuma atividade da vida contemporânea em que a matemática não compareça, quer diz que tudo em nossa volta envolve de alguma forma conhecimentos matemáticos, e no tocante a função exponencial é uma função matemática comumente encontrada em diversos fenômenos que permeiam a natureza e a vida humana em suas atividades cotidianas. O estudo de função exponencial é explorado no 1º ano do ensino médio.

A função exponencial quando explorado por meios atividades de aplicações possibilita um contexto mais significativos para descrever matematicamente a relação com outras áreas, como na matemática financeira a função exponencial é utilizada para modelar o crescimento de investimento, o aumento de juros compostos ao longo do tempo, a variação do valor de uma moeda, entre outros; na física descreve o comportamento de grandezas como decaimentos de partículas subatômicas, a intensidade de onda sonora em relação à distância, a quantidade de energia que um objeto perde por unidade de tempo, entre outros; na engenharia é utilizada para modelar o comportamento de sistemas de controle de qualidade, a degradação de matérias, a eficiência de sistemas de refrigeração etc. na bióloga é utilizada para descrever o crescimento de populações de organismos, taxas de absorção de nutrientes, degradação de compostos químicos e outros, esse tipo de aplicações ajuda na explicação de determinados fenômenos permitindo fazer algumas previsões e assim tomada de decisões em relação a fenômenos da natureza.

Durante a pandemia da covid -19 o termo curva exponencial, função exponencial, gráficos foram muito utilizados para explicar o que poderia acontecer caso os números de caso continuasse aumentando no ritmo acelerado, vamos falar mais um pouco logo adiante.

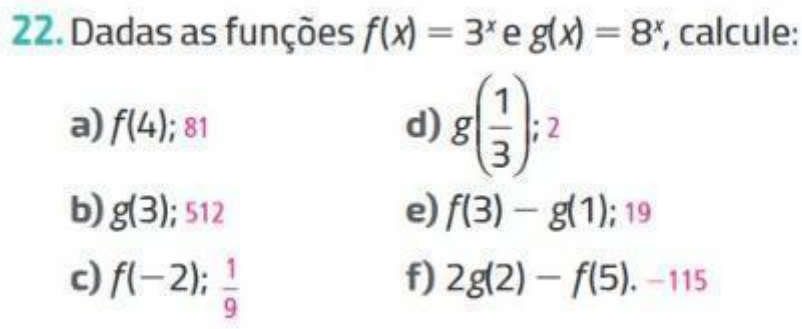
Sabemos que a definição algébrica de função exponencial é definido por $f(x) = a^x$, mas alguns modelos matemáticos usado para resolver situações como essa não se apresenta na forma α^x, mas modificado por constantes características do fenômeno, como em f (x): $\mathbb{R}$ em $\mathbb{R}$ é de tipo exponencial quando se tem $f(x) = b * \alpha^x$ para todo $x \in \mathbb{R}$, onde α e b são constantes positivos. Se $\alpha > 1$ f é crescente e se $0 < \alpha < 1$, f é decrescente.

Para exemplificação dessas aplicações utilizamos exemplos do objeto de estudo que os livros abordam seja na exposição teórica ou intuitiva do conceito de função exponencial, como também na execução de exercícios através de cálculos ou na execução de problemas de aplicação direta das fórmulas.

3 1 Aplicação numérica

Observamos na Fig. 7. Uma atividade resolvida de funções exponenciais do autor Souza (2020, p.75).

Figura 7- atividade resolvida de funções exponenciais.


22. Dadas as funções $f(x) = 3^x$ e $g(x) = 8^x$, calcule:

a) $f(4)$; 81

b) $g(3)$; 512

c) $f(-2)$; $\frac{1}{9}$

d) $g\left(\frac{1}{3}\right)$; 2

e) $f(3) - g(1)$; 19

f) $2g(2) - f(5)$. −115

Fonte: Souza (2020, p.75)

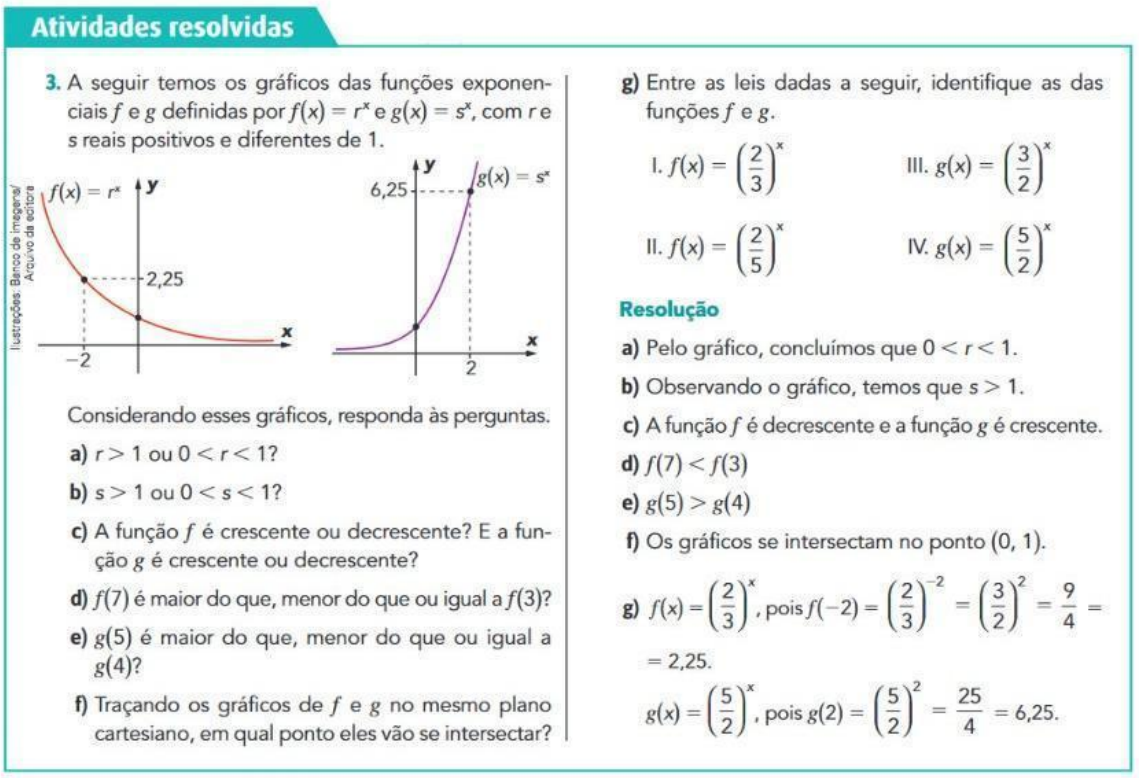
Nesse exercício o autor propõe trabalhar o cálculo do valor numérico de funções exponenciais, onde basta substituir, no lugar da variável, o valor desejado.

Exemplo: letra a) o valor de f (4), na função $f(x) = 3^x$ onde a solução será substitui o 4 pela variável x, ficando $f(4) = 3^4 = 3*3*3*3 = 81$, chegando a solução da função $f(x) = 3^x$, quando f (4) será f (4) = 81, seguindo o mesmo modelo de resolução nas outras questões.

3 2 Aplicação gráficos

Na figura do autor Dante, et (2020, p.47), a questão de função exponencial de acordo com Dante é do tipo exercícios de reconhecimento onde exige apenas lembrar da definição ou propriedade do conteúdo que está sendo estudado no momento. Veja que na questão pede para responder com base nos gráficos, supondo que o aluno se lembre do conceito, definição e propriedades do conteúdo de função exponenciais

Figura 8- atividades resolvidas gráficas



Atividades resolvidas

3. A seguir temos os gráficos das funções exponenciais f e g definidas por $f(x) = r^x$ e $g(x) = s^x$, com r e s reais positivos e diferentes de 1.

Ilustrações: Banco de imagens/ Arquivo da editora

Considerando esses gráficos, responda às perguntas.

a) $r > 1$ ou $0 < r < 1$?

b) $s > 1$ ou $0 < s < 1$?

c) A função f é crescente ou decrescente? E a função g é crescente ou decrescente?

d) $f(7)$ é maior do que, menor do que ou igual a $f(3)$?

e) $g(5)$ é maior do que, menor do que ou igual a $g(4)$?

f) Traçando os gráficos de f e g no mesmo plano cartesiano, em qual ponto eles vão se intersectar?

g) Entre as leis dadas a seguir, identifique as das funções f e g.

I. $f(x) = \left(\frac{2}{3}\right)^x$ III. $g(x) = \left(\frac{3}{2}\right)^x$

II. $f(x) = \left(\frac{2}{5}\right)^x$ IV. $g(x) = \left(\frac{5}{2}\right)^x$

Resolução

a) Pelo gráfico, concluímos que $0 < r < 1$.

b) Observando o gráfico, temos que $s > 1$.

c) A função f é decrescente e a função g é crescente.

d) $f(7) < f(3)$

e) $g(5) > g(4)$

f) Os gráficos se intersectam no ponto (0, 1).

g) $f(x) = \left(\frac{2}{3}\right)^x$, pois $f(-2) = \left(\frac{2}{3}\right)^{-2} = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4} = 2{,}25$.

$g(x) = \left(\frac{5}{2}\right)^x$, pois $g(2) = \left(\frac{5}{2}\right)^2 = \frac{25}{4} = 6{,}25$.

Fonte: Dante (2020, p.47)

Esse é um tipo clássico das questões de função exponencial expostas nas maiorias dos livros didáticos com conteúdo de função exponencial sem nenhuma relação com outras áreas de conhecimentos, além da própria matemática. Questões de reconhecimento de conceito sobre função exponencial, gráfico da função, se é crescente ou decrescente através do comportamento do gráfico ou do valor da base e cálculos de substituição da variável x.

3 3 Aplicações em Matemática Financeira

De acordo com a Proposta Curricular do Ensino Médio, a Matemática Financeira trabalha junto com as funções afim e as funções exponencial através dos conceitos de juros simples e compostos, em aplicações com situações cotidianas (BRASIL, 2018, p.284). Nos livros o conteúdo sobre matemática financeira é geralmente tratado em um próprio capítulo, mas dentro do conteúdo de função exponencial encontramos questões envolvendo aplicações financeiras com juros sobre juros modelados por aplicações de funções exponenciais, pois nos juros compostos, o valor dos juros obtidos em uma aplicação depende do tempo, quanto maior o tempo maior os juros, caracterizando assim uma função exponencial.

João fez uma aplicação de R$ 20 000,00 a uma taxa de juro composto de 1,5% a.m., quanto João vai receber de volta após 1 ano de aplicação?

Dado:

Capital: R$ 20 000,00

Taxa de juros: 1,5% a.m, então a taxa de porcentagem é $\frac{1,5}{100}$ a. m, que é igual a 0,015 a.m

Tempo: 1 ano, como a taxa é em mês a unidade de grandezas precisa ser igual, logo 1 ano = 12 meses.

Utilizaremos a fórmula abaixo:

$M = C * (1+ i)^n$

M = montante

C = capital

i= taxa de juros

n= tempo

Ao substituir cada variável pelo seu respectivo valor teremos na fórmula baixo:

$M = 20\ 000 * (1 + 0,015)^{12}$

$M = 20\ 000 * (1, 015)^{12}$

$M = 20\ 000 * 1,195618$

$M = 23.912,36$

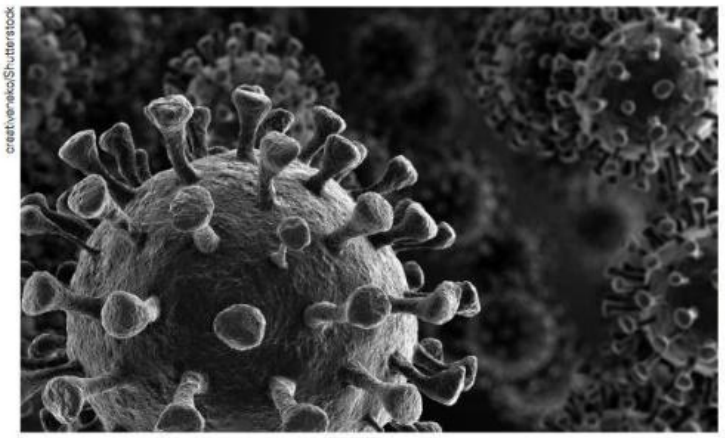
Logo o montante a receber no final de um ano será de R$ 23.912,36.

Portanto, percebemos que $M = 20\ 000*(1,015)^x$, onde a variável x é o tempo transcorrido da aplicação financeira.

3 5 Aplicação em Biologia

Segundo Ministério da Saúde a Covid-19 é uma infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2 um betacoronavirus descoberto em amostras de lavado broncoalveolar obtidas de pacientes com pneumonia de causa desconhecida na cidade de Wuhan, província de Hubei, China, em dezembro de 2019. A matemática pode ajudar a população a entender fenômenos que acontecem na natureza e o estudo de função exponencial são ferramentas importantes para explicar caso quando esses fenômenos ocorrem de forma muito rápida, como no caso da pandemia da Covid-19.

Figura 9- Imagem microscópica do vírus sars-CoV-2



Fonte: Dante, et.(2020, p.59)

A covid-19, causada pelo coronavírus humano Sars-CoV-2, foi caracterizada pela Organização Mundial de Saúde - OMS como uma pandemia no dia 11 de março de 2021. O termo “pandemia” é quando um determinado agente se espalha em diversos países ou continentes afetando grande números de pessoas. À medida que a pandemia se intensificava circulava muitas informações sobre a covid-19 e a alguns conceitos matemáticos ganhou grande repercussão como crescimento exponencial, curva epidêmica, decaimento da curva e gráficos. A matemática ajuda nesses casos interpretar futuros cenários através de dados reais que projeta um resultado o mais próximo da realidade, ou seja um padrão matemático de função exponencial consegue representar fenômenos como esses que se multiplicam muito rápido de acordo com o período. Nesse sentido, o livro de Smole, Souza e Dante dentro do capítulo de função exponencial abordam texto e algumas atividades que falam da covid-19, momento que se ouviu falar muito de crescimento exponencial e modelo matemático de função exponencial.

(Questão adaptada do autor Smole (2020, p.55 e 56)). Vamos considerar a situação a seguir. Em uma cidade Q, dez pessoas foram infectadas por um vírus. Alguns pesquisadores do estado dessa cidade Q descobriram que, a cada semana, uma pessoa infectada contamina outras três pessoas. Essas, por sua vez, infectam outras três a cada semana. Sabendo que essa cidade possui 10.000 habitantes, em quanto tempo a metade da população da cidade estará contaminada por esse vírus? Observe o quadro.

Tempo após a observação inicial (semana)	Números de infectados
x	$f(x) = 10*3^x$
0	$f(0) = 10 * 3^0 = 10*1=10$
1	$f(1) = 10 * 3^1 = 10 * 3= 30$
2	$f(2) = 10 * 3^2 = 10 * 9= 90$
3	$f(3) = 10 * 3^3 = 10 * 27= 270$
4	$f(4) = 10 * 3^4 = 10 * 81= 810$
5	$f(5) = 10 * 3^5 = 10 * 243= 2430$
6	$f(6) = 10 * 3^6 = 10 * 729= 7290$

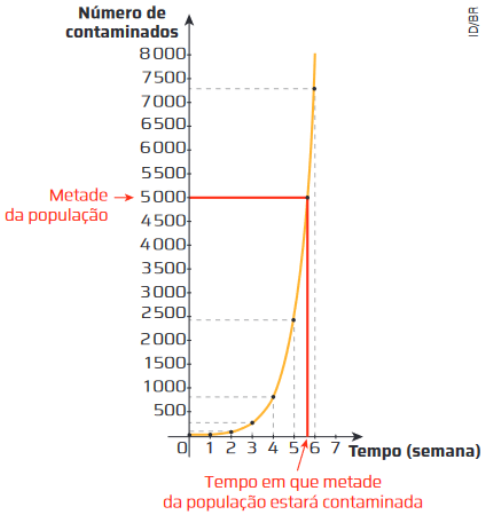
Elaboração própria (2023)

Perceber a relação entre as colunas. Na primeira coluna temos a semana = x, na segunda coluna o número de infectados = $10 * 3^x$. Nesse tipo de problema, surge uma função, na qual a variável x aparece como expoente de um número, nesse caso o 3 considerando com base da função exponencial. Como a população é composta por 10 000 habitantes a metade da população é 5000 este valor está entre 243 e 729. Isso nos permite concluir que metade da população dessa cidade estará contaminada entre as semanas 5 e 6.

Vamos traçar o gráfico da função $f(x) = 10 *3^x$ e verificar se ele pode nos ajudar a obter uma resposta exata.

Figura 10- gráfico da função $f(x) = 10 *3^x$

x	$f(x) = 10 \cdot 3^x$
0	10
1	30
2	90
3	270
4	810
5	2430
6	7290

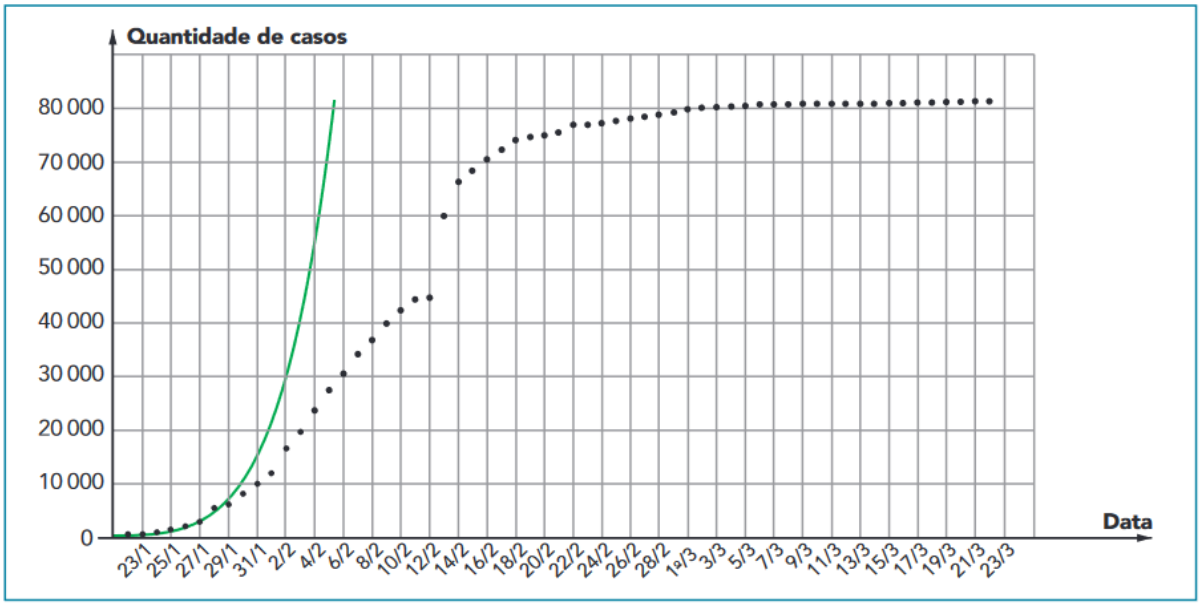


Fonte: Smole (2020)

Observando o gráfico, podemos estimar que metade da população estará contaminada após a metade da quinta semana.

Figura - 11

Quantidade total de casos confirmados da covid-19 na China (de 22 de janeiro a 23 de março de 2020)



Fonte: Dante, et (2020, p.62)

Na figura 11, o autor Dante (2020) apresenta dentro do capítulo de função exponencial as seções conexões que trazem temas atuais permitindo um trabalho integrado com outras áreas de conhecimento e como tema ele aborda o coronavírus, que através desse gráfico autor faz uma análise dos casos confirmados da covid-19 na China a partir do dia 22 de janeiro a 23 de março de 2020. Os pontos pretos apresentando no plano cartesiano refere a quantidade de novos casos confirmados na China, e a curva verde, é o comportamento gráfico de uma função exponencial. Podemos perceber que o comportamento dos pontos pretos passou por uma fase inicial acelerada até no final de fevereiro onde começa a desacelerar. Percebemos que esse conjunto de pontos foi dividido em dois subconjuntos, onde um apresenta um crescimento acelerado e outro apresenta uma estabilização, e a curva exponencial é a que passa aproximadamente pelos pontos do subconjunto que apresenta o crescimento acelerado apresentado pela curva verde. Esses comportamentos dependem de muitas variáveis, no caso da pandemia, Dante (2020, p.60) relata em seu texto que “estudo indicavam que um indivíduo, depois de se curar da covid-19, adquire imunidade contra a doença, ou seja, não seria infectado novamente durante o mesmo surto epidêmico”, outro fato variante segundo o Dante é a taxa básica de reprodução que variava em média, de 2 a 3, de acordo com a OMS, ou seja, cada pessoa infectada teria o potencial de infectar, em média, de 2 a 3 outras pessoas.

Assim podemos entender como a matemática nos ajuda a entender certos fenômenos e situações no nosso cotidiano, essas conexões da matemática com outras áreas num contexto da realidade pode levar à motivação ao aluno ao estudar o conteúdo de função exponencial. Dentro de um contexto mais realístico de fato que esses cálculos requer uma matemática mais avançada, mas de acordo com um do objetivo do trabalho o intuito é analisar o uso da matemática em especial o conteúdo de função exponencial e suas aplicações com outras ciências abordado nos livros didáticos. Outras aplicações podem ser encontradas nos livros.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sempre nos deparamos com pessoas que se questionam sobre o uso da matemática no seu dia a dia, devido ao fato de não gostarem da disciplina ou não conseguirem compreender sua finalidade e aplicabilidade. Desde a antiguidade, a matemática tem sido utilizada de forma intuitiva para resolver diversos tipos de problemas. Nosso objetivo de pesquisa foi estudar a função exponencial e suas aplicações nos livros didáticos do Ensino Médio. Escolhemos esse tema com a intenção de investigar o uso da matemática no cotidiano e em outras áreas de conhecimento. Apesar da existência de outras fontes de recursos, os livros desempenham ainda um papel importante tanto para o professor quanto para o aluno. Nosso embasamento teórico se baseou nos livros do primeiro ano do Ensino Médio que abordam o conteúdo de função exponencial e suas aplicações. Para isso, buscamos livros aprovados pelo PNLD de 2020 e que apresentassem abordagens e aplicações da função exponencial em outras áreas do conhecimento. A pesquisa teve caráter qualitativo, exploratório e bibliográfico, organizada em quatro capítulos.

A partir da proposta podemos concluir que de acordo com a BNCC, os livros que utilizamos contempla as competências 1 e 3 e as habilidades 101, 303, 304 dentro do capítulo de funções exponencial e trazer texto e aplicações mesmo que de forma ainda intuitiva interligando a matemática a outros conhecimentos, em busca de que o aluno possa adquirir habilidades como saber interpretar, comparar situações econômicas, sociais e fatos relativos a outras ciências além da matemática. Podemos observar isso quando os livros trouxeram como temas atuais, como a covid-19, no contexto da função exponencial, além de outras aplicações em temas como radioatividade e economia financeira. Esperamos que os livros apresentem tarefas, exercícios, atividades e problemas que despertem o interesse do aluno pelo conteúdo, incluam textos que estabeleçam conexões com outras ciências e proporcionem ao aluno a oportunidade de explorar, refletir e discutir.

Esperamos que esta pesquisa não termine aqui e que outros estudantes possam continuar a explorar os estudos de função exponenciais e suas aplicações.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Governo da Paraíba. Secretaria de Educação.**Proposta Curricular para o Ensino Médio.** Organização [de] Aléssio Trindade. João Pessoa. (2018).

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018, p. 471.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos PNLD 2008. Matemática**. Brasília. MEC. 2007.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**: Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília. 1997.

DANTE, Luiz Roberto. **Formulação e resolução de problemas de matemática**: teoria e prática. 1. Ed. São Paulo: Ática, 2011.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática: contexto & aplicações.** São Paulo: Ática, 2010.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática: contexto & aplicações:** ensino médio. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

DANTE, Luiz Roberto, VIANA, Fernando. **Matemática em Contextos: função exponencial, função logarítmica e sequencias.** 1 ed. São Paulo. Editora ática, 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 1. Ed. Barueri [SP]: Atlas, 2021.

MASETTI, Cristina. **Análise de livros didáticos de Matemática: função exponencial.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). 2016. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

MORAIS, Saul Arcanjo Santos Nascimento de. **Análise do livro didático de matemática: um enfoque psicológico**. 2021. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas da Natureza, João Pessoa.

OLIVEIRA, Michelle Noberta Araújo de**. Análise da contextualização da função exponencial e da função logarítmica nos livros didáticos do ensino médio**. 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande.

SILVA, Thiago dos Santos. **Conceito de função [manuscrito]: uma abordagem dos aspectos históricos e aplicações voltadas para o ensino**. 2016. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologias, Campina Grande.

SILVA, Yvison Tonni da. **Ensinando com estratégia função exponencial.** 2012. 56 f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal da Paraíba, Itaporanga.

SOUSA, Roberto Fernandes de. **O ensino de Função exponencial no 1º ano do ensino médio na educação de jovens e adultos (EJA).** 2022. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Exatas, Monteiro.

SOUZA, Joamir Roberto de. **Multiversos Matemática: Funções e suas aplicações.** 1ª ed. São Paulo. Editora FTD, 2020.

SMOLE, Kátia Stocco. DINIZ, Maria Ignez. **Ser Protagonista: Matemática e suas tecnologias: álgebra e educação financeira**: ensino médio. 1ª ed. São Paulo. Editora SM, 2020.