



Américo Junior Nunes da Silva
(Organizador)

O Fortalecimento do Ensino e da Pesquisa Científica da Matemática

2



Américo Junior Nunes da Silva
(Organizador)

O Fortalecimento do Ensino e da Pesquisa Científica da Matemática

2

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



O fortalecimento do ensino e da pesquisa científica da matemática 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Américo Junior Nunes da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F736 O fortalecimento do ensino e da pesquisa científica da matemática 2 / Organizador Américo Junior Nunes da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0029-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.295220604>

1. Matemática. 2. Ensino. I. Silva, Américo Junior Nunes da (Organizador). II. Título.

CDD 510.07

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O contexto social, político e cultural tem demandado questões muito particulares para a escola e, sobretudo, para a formação, desenvolvimento e prática docente. Isso, de certa forma, tem levado os gestores a olharem para os cursos de licenciatura e para a Educação Básica com outros olhos. A sociedade mudou, nesse cenário de inclusão, tecnologia e de um “novo normal” demandado pela Pandemia da Covid-19; com isso, é importante olhar mais atentamente para os espaços formativos, em um movimento dialógico e pendular de (re)pensar as diversas formas de se fazer ciências no país, sobretudo considerando as problemáticas evidenciadas em um mundo pós-pandemia. A pesquisa, nesse interim, tem se constituído como um importante lugar de ampliar o olhar acerca das problemáticas reveladas, sobretudo no que tange ao conhecimento matemático.

O fazer Matemática vai muito além de aplicar fórmulas e regras. Existe uma dinâmica em sua construção que precisa ser percebida. Importante, nos processos de ensino e aprendizagem dessa ciência, priorizar e não perder de vista o prazer da descoberta, algo peculiar e importante no processo de matematizar. Isso, a que nos referimos anteriormente, configura-se como um dos principais desafios do educador matemático; e sobre isso, de uma forma muito particular, os autores e autoras abordaram nesta obra.

É neste sentido, que o livro “***O Fortalecimento do Ensino e da Pesquisa Científica da Matemática 2***” nasceu, como forma de permitir que as diferentes experiências do professor e professora pesquisadora que ensina Matemática sejam apresentadas e constituam-se enquanto canal de formação para educadores/as da Educação Básica e outros sujeitos. Reunimos aqui trabalhos de pesquisa e relatos de experiências de diferentes práticas que surgiram no interior da universidade e escola, por estudantes e professores/as pesquisadores/as de diferentes instituições do país.

Esperamos que esta obra, da forma como a organizamos, desperte nos leitores provocações, inquietações, reflexões e o (re)pensar da própria prática docente, para quem já é docente, e das trajetórias de suas formações iniciais para quem encontra-se matriculado em algum curso de licenciatura. Que, após esta leitura, possamos olhar para a sala de aula e para o ensino de Matemática com outros olhos, contribuindo de forma mais significativa com todo o processo educativo. Desejamos, portanto, uma ótima leitura.

Américo Junior Nunes da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO BRASIL E FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

Julio Robson Azevedo Gambarra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2952206041>

CAPÍTULO 2..... 13

O CURRÍCULO CRÍTICO-EMANCIPATÓRIO E OS DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES DO COMPONENTE CURRICULAR DE MATEMÁTICA NA REDE MUNICIPAL DE SÃO PAULO

Alexandre Souza de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2952206042>

CAPÍTULO 3..... 25

RECOMMENDATIONS ABOUT THE BIG IDEAS IN STATISTICS EDUCATION: A RETROSPECTIVE FROM CURRICULUM AND RESEARCH

J. Michael Shaughnessy

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2952206043>

CAPÍTULO 4..... 42

USO DEL SOFTWARE GEOGEBRA EN EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN TIEMPOS DE COVID-19, PUCALLPA 2021

Mariano Magdaleno Mendoza Carlos

Angel Hasely Silva Mechato

Ronald Marlon Lozano Reátegui

Vitelio Asencios Tarazona

Manuel Ricardo Guerrero Ochoa

Iris Olivia Ruiz Yance

Weninger Pinedo Chambi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2952206044>

CAPÍTULO 5..... 55

CONVIVÊNCIA ESCOLAR EM TEMPOS DE PANDEMIA: INVESTIGANDO OS ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL II

Henrique Kuller dos Santos

Joyce Jaqueline Caetano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2952206045>

CAPÍTULO 6..... 65

AL-BIRUNI E A MATEMÁTICA PRÁTICA DO SÉCULO XI: UM ESTUDO SOBRE ALGUMAS DE SUAS CONTRIBUIÇÕES

Francisco Neto Lima de Souza

Giselle Costa de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2952206046>

CAPÍTULO 7..... 75

APLICAÇÕES DE CURVAS E ANIMAÇÕES COM O SOFTWARE GEOGEBRA

Rosângela Teixeira Guedes

Marcos Felipe de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2952206047>

CAPÍTULO 8..... 90

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS INTEGRADO AO SOFTWARE GEOGEBRA PARA ENSINO DE FUNÇÃO AFIM

Joe Widney Lima da Silva

Elisângela Dias Brugnera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2952206048>

CAPÍTULO 9..... 102

IDENTIDADES POLINOMIAIS z_2 -GRADUADAS PARA A ÁLGEBRA DE JORDAN DAS MATRIZES TRIANGULARES SUPERIORES 2×2

Mateus Eduardo Salomão

Evandro Riva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2952206049>

CAPÍTULO 10..... 107

OS CURSOS PRESENCIAIS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DA BAHIA: COMO ARTICULAM OS CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS À DOCÊNCIA?

Raquel Sousa Oliveira

Américo Junior Nunes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060410>

CAPÍTULO 11..... 133

***R/EXAMS* COMO FERRAMENTA DE APOIO AO ENSINO REMOTO: UM ENFOQUE NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÔNICAS**

Luzia Pedroso de Oliveira

Denise Helena Lombardo Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060411>

CAPÍTULO 12..... 143

FUNÇÕES POLINOMIAIS DE 2º GRAU E SUAS APLICAÇÕES EM GRÁFICOS CARTESIANOS

Caroline Saemi Lima Fujimoto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060412>

CAPÍTULO 13..... 165

GEOMETRIA NA EDUCAÇÃO INFANTIL: ENTRE CONCEPÇÕES, PLANOS E AÇÕES

Amanda Souza Araújo

Simone Damm Zogaib

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060413>

CAPÍTULO 14.....	178
A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO DA GEOMETRIA PLANA: TRABALHANDO CONCEITOS DE ÁREA E PERÍMETRO	
Cristiano Santana Freitas Lucília Batista Dantas Pereira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060414	
CAPÍTULO 15.....	195
UTILIZAÇÃO DE PRÁTICA PEDAGÓGICA DIFERENCIADA NO ENSINO DE MATEMÁTICA	
Cassia Bordim Santi	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060415	
CAPÍTULO 16.....	202
O ENSINO DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO INFANTIL ATRAVÉS DO LÚDICO: UMA REVISÃO NARRATIVA	
Fernanda Luciano Fernandes Rosangela Minto Simões Carla Corrêa Pacheco Gomes Vanilza Maria Rangel de Moraes Maristela Athayde Rohr	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060416	
CAPÍTULO 17.....	216
EDUCAÇÃO FINANCEIRA EM SALA DE AULA – APLICABILIDADE DA MATEMÁTICA FINANCEIRA	
Fernanda Gonzalez Anhõn André Ribeiro da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060417	
CAPÍTULO 18.....	228
RELAÇÕES ENTRE A FILOSOFIA DEWEYANA E O ENSINO DE MATEMÁTICA ATRAVÉS DOS JOGOS	
Lênio Fernandes Levy	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060418	
CAPÍTULO 19.....	239
ESTADOS ESTACIONÁRIOS DE PROBLEMAS DE VALOR INICIAL COM MÉTODO DE DIFERENÇA FINITA	
João Socorro Pinheiro Ferreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060419	
CAPÍTULO 20.....	263
O USO DE <i>PODCAST</i> NO ENSINO DA MATEMÁTICA FINANCEIRA AOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO	
Deyse Mara Nieto Lyrio	

Elizabeth Cristina Oliveira Pontes

Valdinei Cezar Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060420>

CAPÍTULO 21..... 278

COMPROVANDO O VOLUME DA ESFERA NAS AULAS DE MATEMÁTICA

Maria Carla Ferreira Pereira Tavares

Rudimar Luiz Nós

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060421>

CAPÍTULO 22..... 296

SIMULATED ANNEALING E ALGORITMO GENETICO NA DETERMINAÇÃO DE POLÍGONOS MÁGICOS

Josimar da Silva Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060422>

CAPÍTULO 23..... 305

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO ALTERNATIVA NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

Daniela dos Santos Vargas

Victor Hugo de Oliveira Henrique

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060423>

CAPÍTULO 24..... 312

UMA VISÃO HELLERIANA DA INSERÇÃO SOCIAL NA EAD: ANÁLISE DO COTIDIANO E DA COTIDIANIDADE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL (PROFMAT)

Débora Gaspar Soares

Márcio Rufino Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060424>

CAPÍTULO 25..... 323

AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA: EM FOCO OS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Ana Paula dos Santos Stelle

Joyce Jaqueline Caetano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060425>

CAPÍTULO 26..... 331

IDENTIDADES POLINOMIAIS G-GRADUADAS PARA A ÁLGEBRA DAS MATRIZES TRIANGULARES SUPERIORES $n \times n$ SOBRE UM CORPO FINITO

Mateus Eduardo Salomão

Evandro Riva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060426>

CAPÍTULO 27.....	336
UMA REFLEXÃO SOBRE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NA SALA DE AULA Francisco Odecio Sales Maria Aliciane Martins Pereira da Silva  https://doi.org/10.22533/at.ed.29522060427	
SOBRE O ORGANIZADOR	355
ÍNDICE REMISSIVO.....	356

CAPÍTULO 12

FUNÇÕES POLINOMIAIS DE 2º GRAU E SUAS APLICAÇÕES EM GRÁFICOS CARTESIANOS

Data de aceite: 01/03/2022

Caroline Saemi Lima Fujimoto

Pontifícia Universidade Católica do Paraná -
Câmpus Curitiba - Curso Matemática
Curitiba

RESUMO: O Objeto Educacional Digital – OED *PhET (Physics Education Technology)* apresentado a seguir tem como finalidade auxiliar os discentes a respeito de funções polinomiais de 2º grau e sua aplicação em gráficos cartesianos. Essa OED possui o intuito de facilitar a compreensão da realização dos gráficos cartesianos e a abstração da dificuldade implementada na sociedade em relação à Matemática e suas Tecnologias. Uma das características desse material é possibilitar a visualização das funções polinomiais de 2º grau nos gráficos cartesianos de forma descontraída e simples através das ferramentas disponíveis no site do link: (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/graphing-quadratics/about). No website estão à disposição dados sobre o material, objetivos de aprendizagens, recursos inclusos e sistemas requeridos. A sequência didática demonstrada ao longo do texto busca como objetivo melhorar a educação nos sentidos de compreensão do material didático, acessibilidade aos meios tecnológicos digitais e senso crítico do seu processo de conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Eixo das Abscissas, Funções polinomiais de 2º grau, Matemática, Plano cartesiano, Variáveis, Vértices da função.

ABSTRACT: The Digital Educational Object – OED PhET (Physics Education Technology) presented below is intended to help students with high-school polynomial functions and their application in Cartesian graphics. This OED is intended to facilitate the understanding of the realization of Cartesian graphics and the abstraction of the difficulty implemented in society in relation to Mathematics and its Technologies. One of the characteristics of this material is that it allows the visualization of 2nd degree polynomial functions in Cartesian graphs in a relaxed and simple way through the tools available on the link's website: (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/graphing-quadratics/about). On the website, data about the material, learning objectives, included resources and required systems are available. The didactic sequence demonstrated throughout the text seeks to improve education in terms of understanding the didactic material, accessibility to digital technological means and a critical sense of its knowledge process.

KEYWORDS: Abscissa axis, Cartesian plane, Function vertices, Mathematics, Variables, 2nd degree polynomial functions.

INTRODUÇÃO

Mapeamento

Área do conhecimento: Matemática e suas Tecnologias.

Componente Curricular: Matemática.

Nível de ensino: Ensino Médio.

Duração da atividade: 2 aulas de 50 minutos com intervalo de 3 dias.

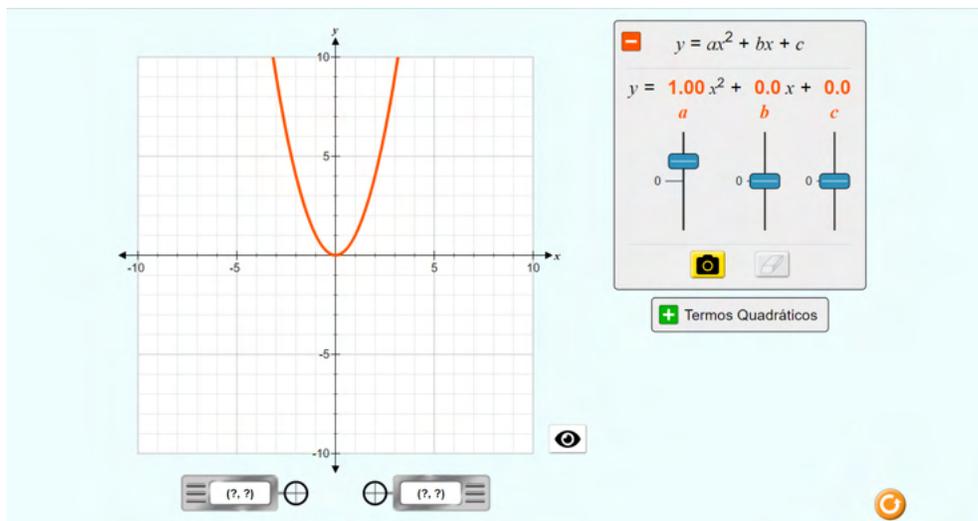
Competências específicas do componente curricular: Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas.

Habilidades do componente curricular na BNCC: (EM13MAT402) Converter representações algébricas de funções polinomiais de 2º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais uma variável for diretamente proporcional ao quadrado da outra, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica, entre outros materiais.

Objetos de conhecimentos: Observação da aplicação das funções polinomiais de 2º grau no plano cartesiano, bem como os vértices da parábola, valor máximo ou valor mínimo e plausível intersecção do eixo das abscissas.

DESCRIÇÃO DO OBJETO

O site da *PhET* da *University of Colorado* foi criado com o propósito de facilitar o ensino de Matemática, Física e Química a partir de simulações de exercícios. O aplicativo está disponível em diversos idiomas e possui atividades e dicas de como utilizar a OED. A plataforma do site é gratuita e pode ser acessada em sistemas operacionais Windows, Linux e iMac a partir do link: (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/graphing-quadratics/about). O aplicativo também pode ser acessado via celular, no entanto, deve ser pago um valor em reais ou dólares, dependendo do sistema operacional do celular, para sua utilização. Para obter o aplicativo para celulares Androids basta acessar o link: (https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.colorado.phet.androidApp&hl=pt_BR&gl=US) e para obter em celulares iPhone basta acessar o link: (<https://apps.apple.com/br/app/phet-simulations/id1134126831>). Sua indicação de utilização é em computadores das instituições escolares com o objetivo de guiar os alunos no aprendizado para que o conhecimento seja fixado na memória operacional e possam realizar com mais facilidade as funções polinomiais de 2º grau em gráficos cartesianos. No site é possível observar como as variações dos valores de a , b e c podem influir diretamente no gráfico, assim como os vértices da parábola, valor máximo ou valor mínimo, e possível intersecção do eixo das abscissas de forma simplificada a partir de um medidor das variáveis de a , b e c ao lado do plano cartesiano, como mostrado na imagem abaixo.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL

• Função Polinomial de 2º grau:

Primeiramente, para a aplicação da OED devemos considerar que os alunos já aprenderam a fundamentação das funções e suas propriedades.

Definição:

A função polinomial de 2º grau é definida por $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, em que $x \in \mathbb{R}$ e $a \neq 0$ para:

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

Temos que $f: X \rightarrow Y$, em que o conjunto domínio de X e o conjunto contradomínio de Y sejam correspondentes. Então a imagem será representada por $I = [X, Y]$.

Exemplos:

$$f(x) = \sqrt{5}x^2 + 2x + 3, \text{ com } a = \sqrt{5}, b = 2 \text{ e } c = 3$$

$$f(x) = \frac{2}{3}x^2 + 5x + 7, \text{ com } a = \frac{2}{3}, b = 5 \text{ e } c = 7$$

$$f(x) = 2x^2 + 4x + 1, \text{ com } a = 2, b = 4 \text{ e } c = 1$$

Todos os exemplos acima pertencem à função polinomial de 2º grau, por não apresentar $a = 0$.

ATENÇÃO:

Caso $a = 0$, então teremos uma função polinomial de 1º grau:

$$f(x) = 2x - 9, \text{ com } a = 0, b = 2 \text{ e } c = -9$$

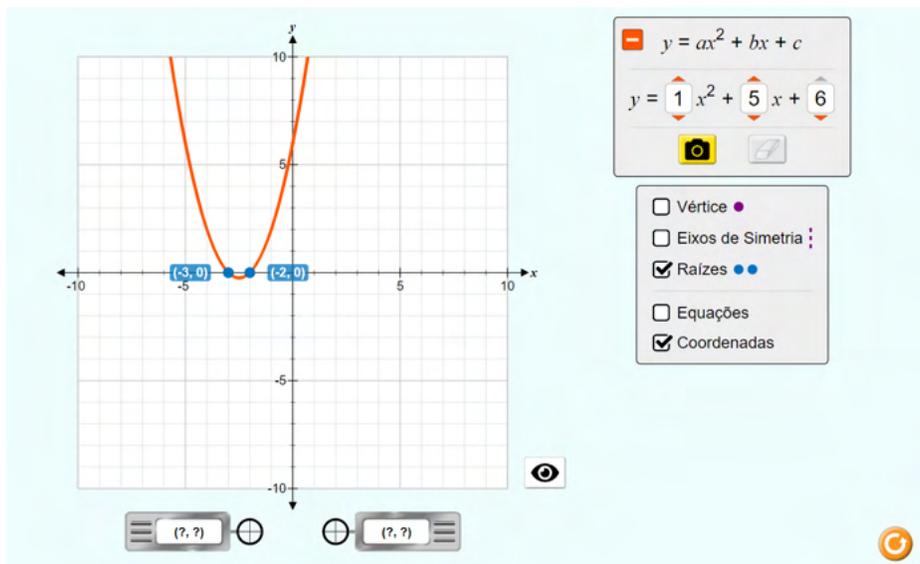
Essa situação não se enquadra no que buscamos estudar, então deve ser desconsiderada.

- **Gráfico da Função Polinomial de 2º grau:**

Podemos observar diversos gráficos da função polinomial de 2º grau de acordo com os valores das variáveis a, b e c. Além disso, os vértices da parábola também sofrem alteração e possuem valores diferentes.

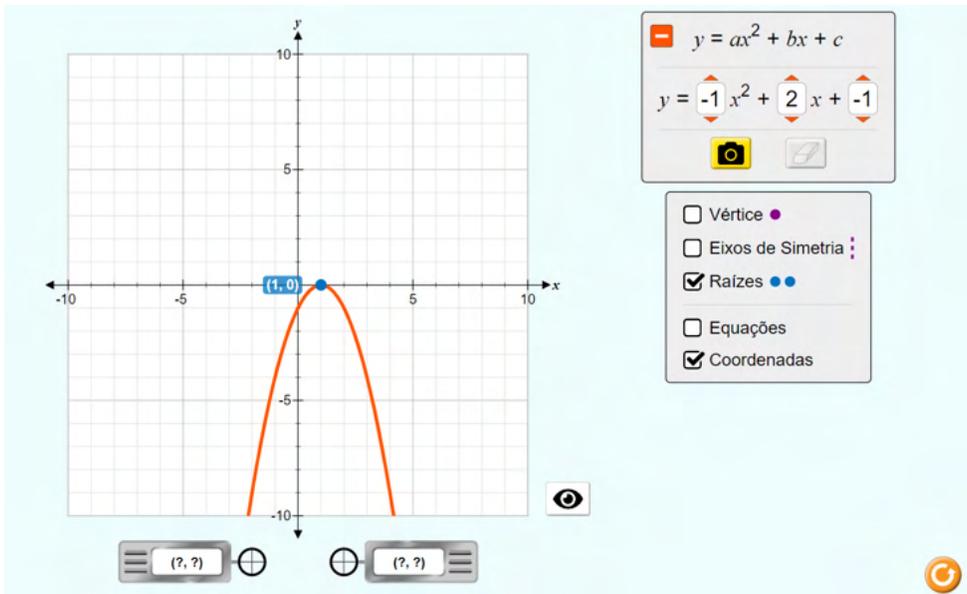
Zero das funções:

- Função polinomial de 2º grau em que a parábola toca no eixo das abscissas pelos distintos valores de x, ou seja, $x' \neq x''$.



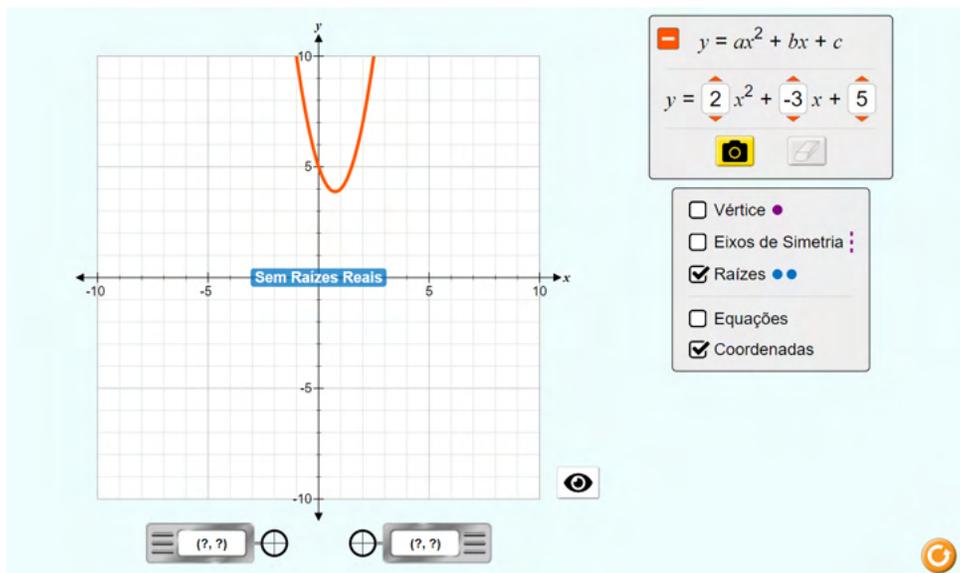
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

- Função polinomial de 2º grau em que os valores de x são idênticos e o gráfico toca num único ponto do eixo da ordenada.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

- Função polinomial de 2º grau em que os valores de $x \notin \mathbb{R}$ e não toca o eixo das abscissas.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

Estudo do sinal:

Para o estudo do sinal da função polinomial do 2º grau devemos relembrar Bháskara:

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

Em que o vértice de x e y é equivalente da fórmula de Bháskara:

$$Vx = -b/2a$$

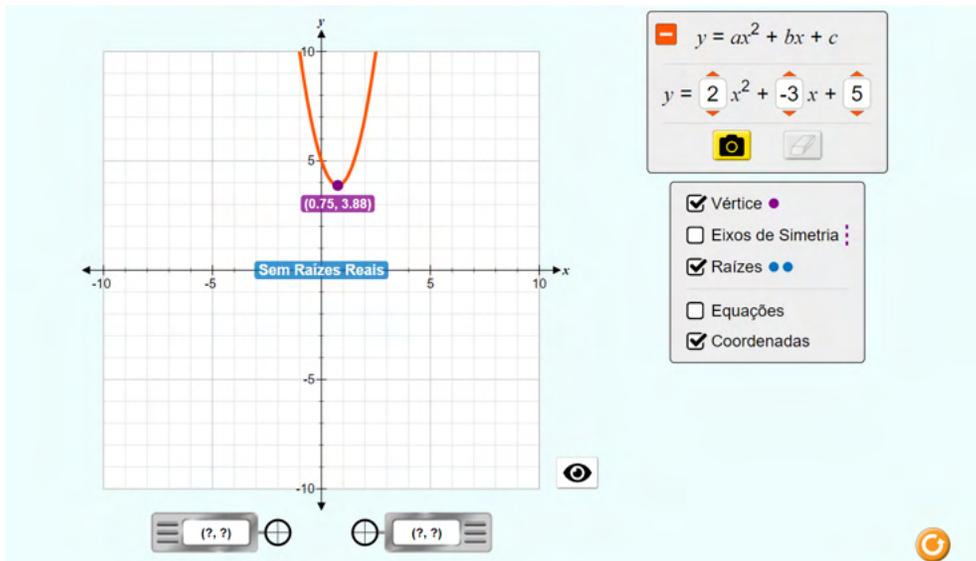
$$Vy = 4ac - b^2 / 4a \text{ ou } Vy = \Delta / 4a$$

ATENÇÃO:

O cálculo para compreensão do vértice é chamado de forma canônica. Caso queira conhecer mais sobre o assunto acesse esse link: (https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/18654/1/JobsonHSS_DISSERT.pdf).

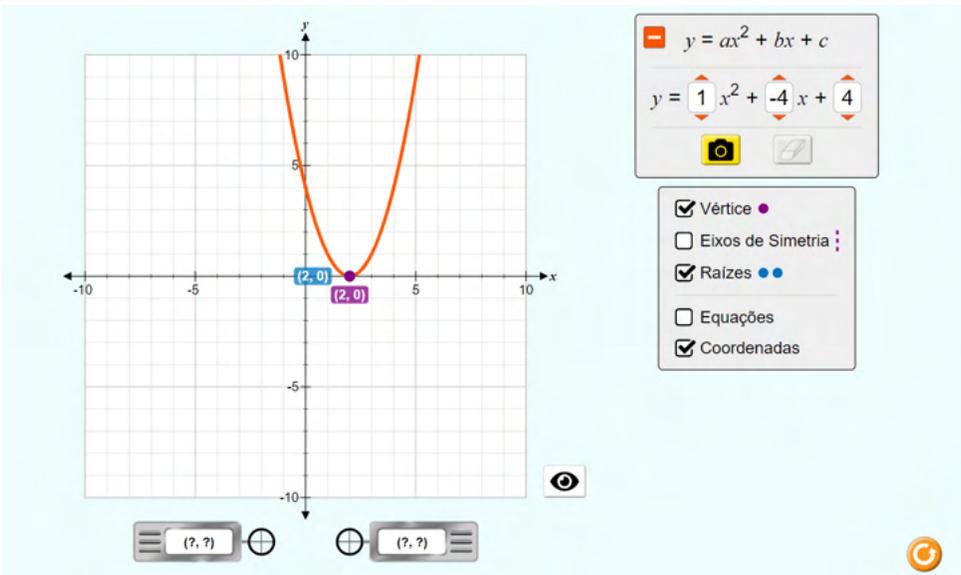
O valor máximo e valor mínimo da função polinomial de 2º grau é observado a partir da posição da concavidade da parábola. Quando $a > 0$ teremos um valor máximo com uma concavidade virada para cima e quando $a < 0$ teremos um valor mínimo com uma concavidade virada para baixo. Podemos observar que nos gráficos 1, 2 e 3 os valores acompanhados de x^2 são maiores que 0, mas são 3 gráficos diferentes entre si pelo conceito de zero das funções já descrito.

- Gráfico 1 em que $x \in \mathbb{R}$, $\Delta < 0$ e $a > 0$:



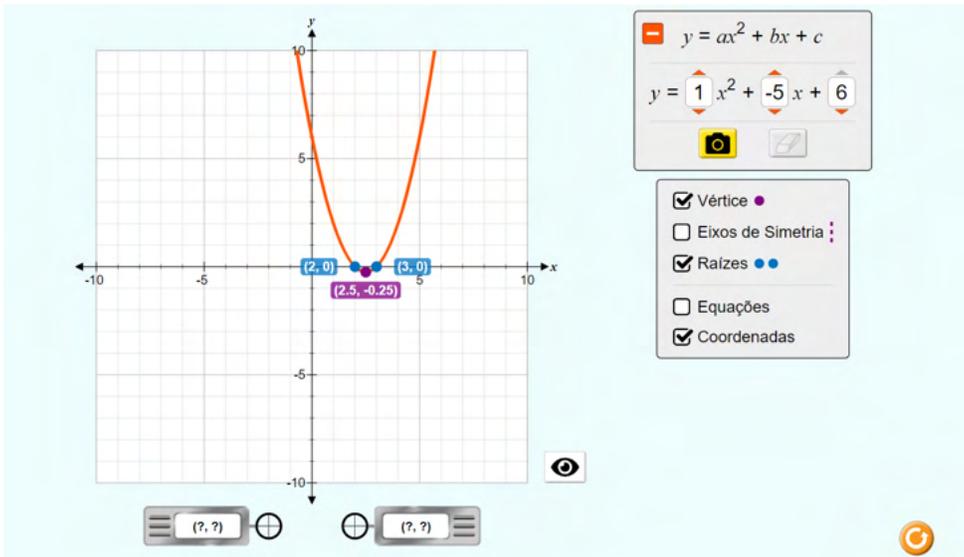
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

- Gráfico 2 em que $x' = x''$, $\Delta = 0$ e $a > 0$:



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

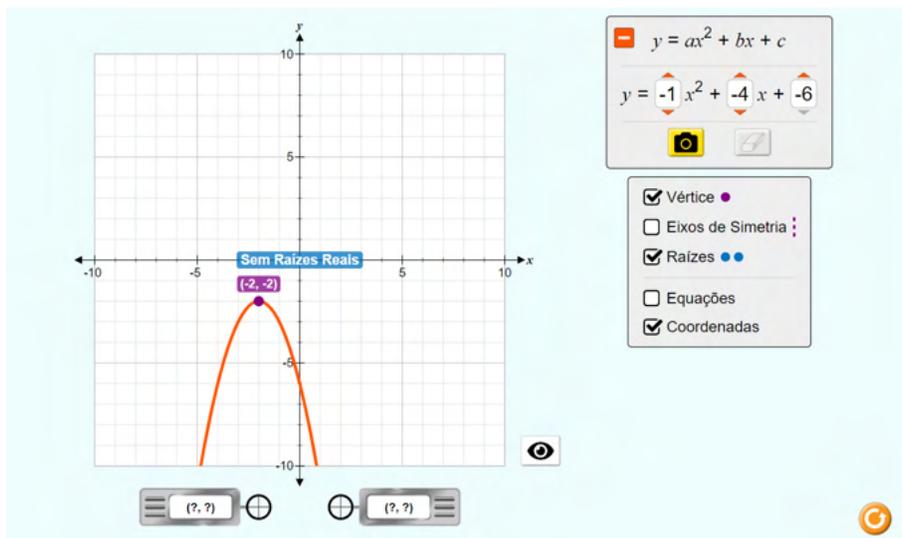
- Gráfico 3 em que $x' \neq x''$, $\Delta > 0$ e $a > 0$:



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

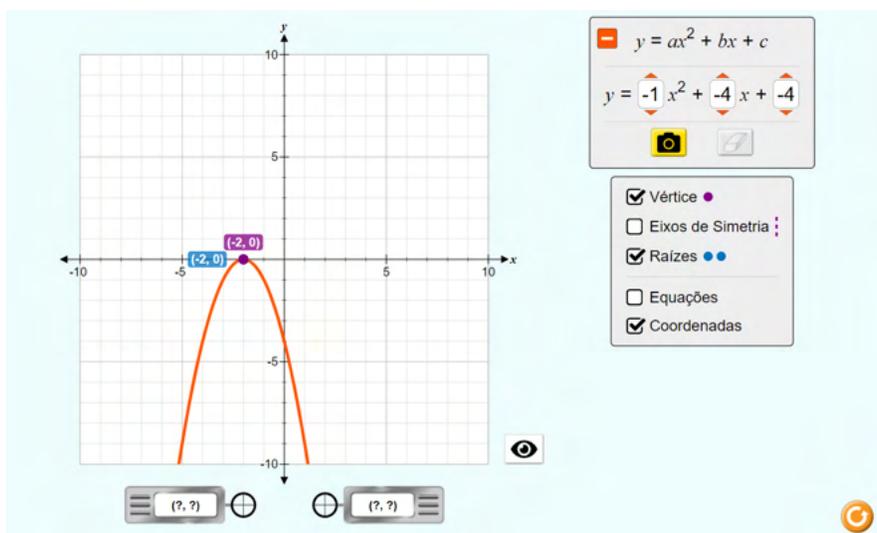
É possível identificar uma situação semelhante nos gráficos 4, 5 e 6 por apresentarem valores acompanhados de x^2 menores que 0 e serem diferentes entre si pelo conceito de zero das funções.

- Gráfico 4 em que $x \notin \mathbb{R}$, $\Delta < 0$ e $a < 0$:



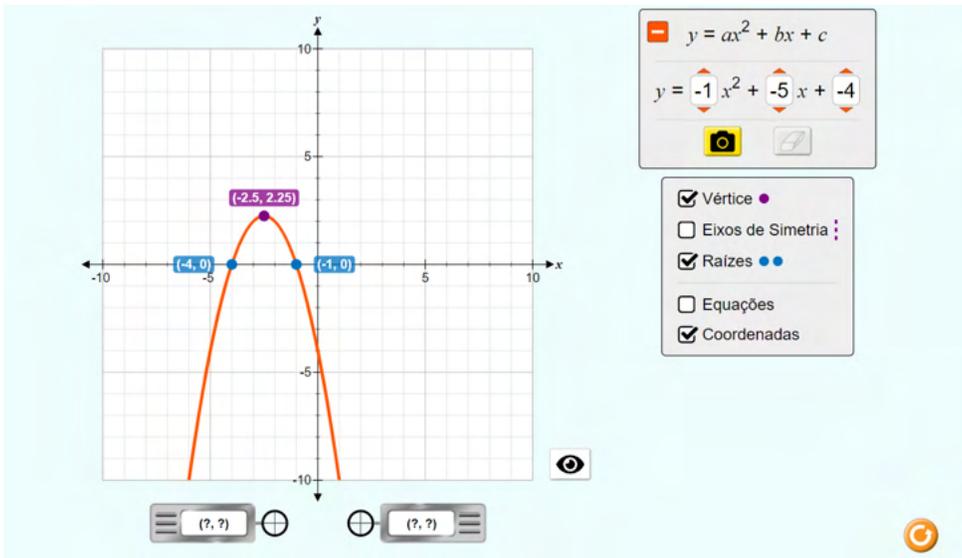
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

- Gráfico 5 em que $x' = x''$, $\Delta = 0$ e $a < 0$:



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

- Gráfico 6 em que $x' \neq x''$, $\Delta < 0$ e $a < 0$:



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

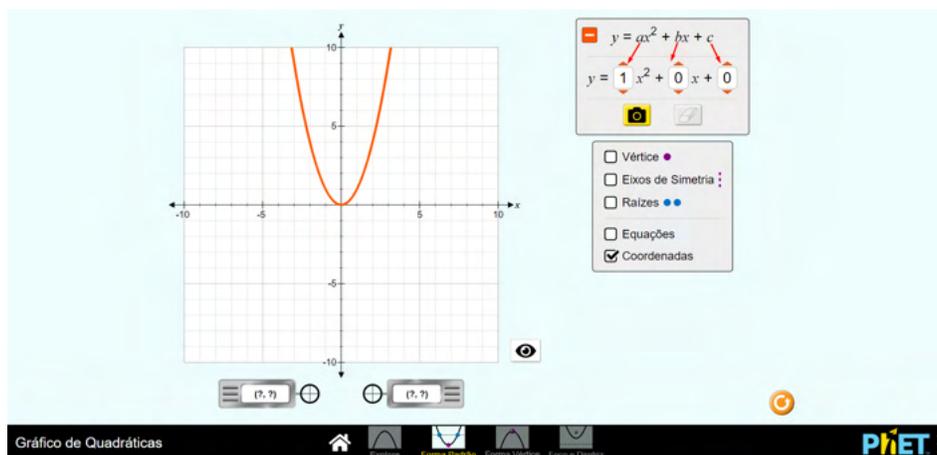
APLICAÇÃO DO OBJETO DE CONHECIMENTO

O funcionamento da OED é simples, ao entrar no link (https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html) o usuário será dirigido para uma página padrão em que há diversas opções de planos cartesianos os quais deseja observar.



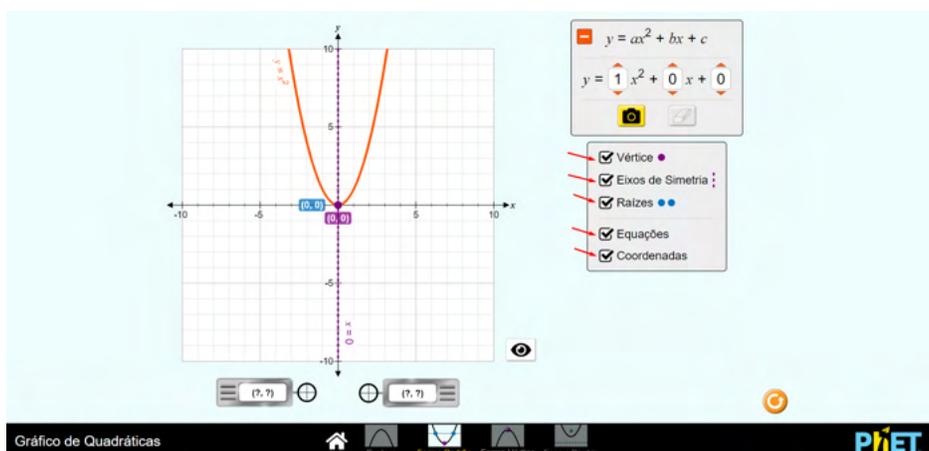
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

A Forma Padrão é a indicada para essa OED, mas fica a disposição do docente qual forma de gráficos de funções polinomiais de 2º grau mais cabe a matéria estudada. Ao acessar a Forma Padrão poderemos ver os valores das variáveis de a, b e c, que são representados, respectivamente, pelos itens apontados pela seta vermelha, como mostrado abaixo. Os valores das variáveis disponíveis no site variam de (-6,6) e podem ser alterados clicando na seta laranja em cima e embaixo das variáveis a, b e c.



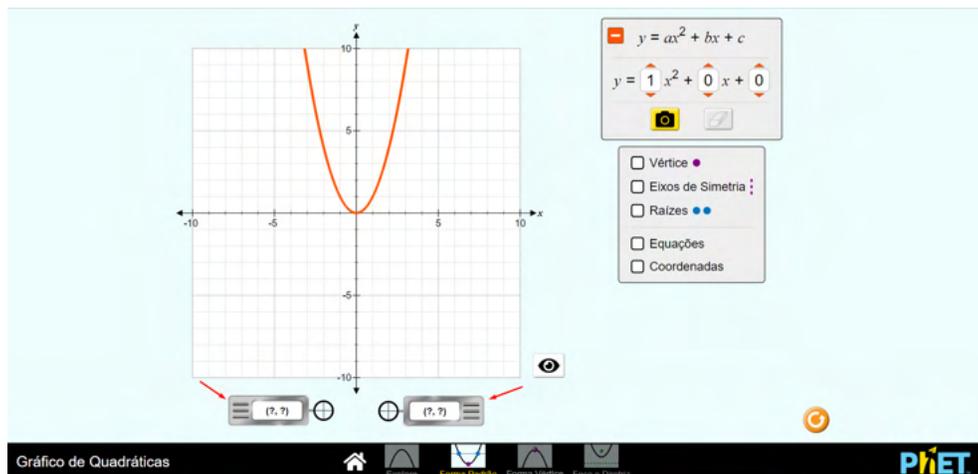
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

No canto mediano direito podemos observar diversas opções da OED para melhorar o conhecimento e permitir uma melhor visualização das funções, como o Vértice, o Eixo de Simetria, as Raízes da função, as Coordenadas e a equação da função ao lado do trajeto da parábola como mostrado nas setas vermelhas da imagem abaixo.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

Abaixo do plano cartesiano há 2 itens que ao passarem pela trajetória da parábola irão mostrar os pontos de trajeto da parábola.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs):

“A matemática desempenha um papel decisivo, pois permite resolver problemas da vida cotidiana, tem muitas aplicações no mundo de trabalho e funciona como instrumento essencial para a construção de conhecimentos em outras áreas curriculares. A Matemática é fundamental. Possivelmente, não existe nenhuma atividade da vida contemporânea, da música, da informática, do comércio, da meteorologia, das engenharias, das 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, 2002, p.15)”.

Conforme é descrito na PCNs o uso da Matemática está presente em nosso cotidiano com todos os seus detalhes e minúcias. No dia a dia podemos notar a presença da função quando um comerciante pesa determinados itens até alcançar o equilíbrio da balança. Além do mais, diversas construções como Palácio da Alvorada (DF), Ponte Juscelino Kubitschek (DF), Ponte Hercílio Luz (SC), Conjunto da Pampulha – Igreja de São Francisco (MG) e Congresso Nacional (DF) possuem sua infraestrutura em formatos cônicos possíveis de calcular a função. Ademais, sua própria construção teve a necessidade da realização de cálculos detalhados (MIRANDA, 2017).

- **Interdisciplinaridade:**

O tema proposto e a atividade da OED são possíveis ser relacionado com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, o que demonstra a presença da Matemática e suas

Tecnologias em nosso cotidiano. Durante a contextualização das funções polinomiais de 2º grau com as construções históricas ou ações simples como equilibrar o peso numa balança de feira poderemos observar ainda mais a relação da Matemática com a Artes (MIRANDA, et al, 2017).

Área do conhecimento: Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Componente Curricular: Artes.

Nível de ensino: Ensino Médio.

Duração da atividade: 2 aulas de 50 minutos com intervalo de 3 dias.

Competências específicas do componente curricular: Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.

Habilidades do componente curricular na BNCC: (EM13CHS104) Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço.

Objeto de conhecimento: Observação dos objetos e infraestruturas da residência ou do bairro

• **Exercício:**

Segundo o Governo Federal do Brasil, o Palácio da Alvorada foi projetado por Oscar Niemeyer no mandato de Juscelino Kubitschek. O local é uma das mais importantes edificações do modernismo arquitetônico brasileiro, sendo a residência oficial do presidente do Brasil. Suponha que os formatos cônicos da construção represente a função polinomial de 2º grau $f(x) = 2x^2 - 3x + 1$, podemos afirmar que:



Fonte: https://www.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2016/02/palacio_da_alvorada_exterior__ricardo_stuckert_presidencia_da_republica-ebc.jpg

- a) É uma parábola com concavidade voltada para baixo.
- b) Seu vértice é o ponto $(3/4, 1/8)$.
- c) Intercepta o eixo das abscissas em $P(1,0)$ e $Q(1/2,0)$.
- d) Intercepta o eixo das ordenadas em $R(0,-1)$.

• **Resolução:**

Inicialmente, é necessário o cálculo das raízes da função, ou seja, os valores em que x intercepta o eixo das abscissas como mencionado na teoria dos zeros da função, desse modo:

$$f(x) = 0 \rightarrow 2x^2 - 3x + 1 = 0$$

Então utilizaremos a fórmula de Bháskara para saber quais valores de x em que $f(x) = 0$.

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

$$\Delta = \sqrt{b^2 - 4ac}$$

$$\Delta = \sqrt{(-3)^2 - 4.2.1}$$

$$\Delta = \sqrt{9 - 8}$$

$$\Delta = 1$$

$$x = \frac{-(-3) \pm 1}{2 \cdot 2}$$

$$x = \frac{3 \pm 1}{4}$$

$$x' = \frac{3 + 1}{4} = \frac{4}{4} = 1$$

$$\Delta = \sqrt{9 - 8}$$

$$\Delta = 1$$

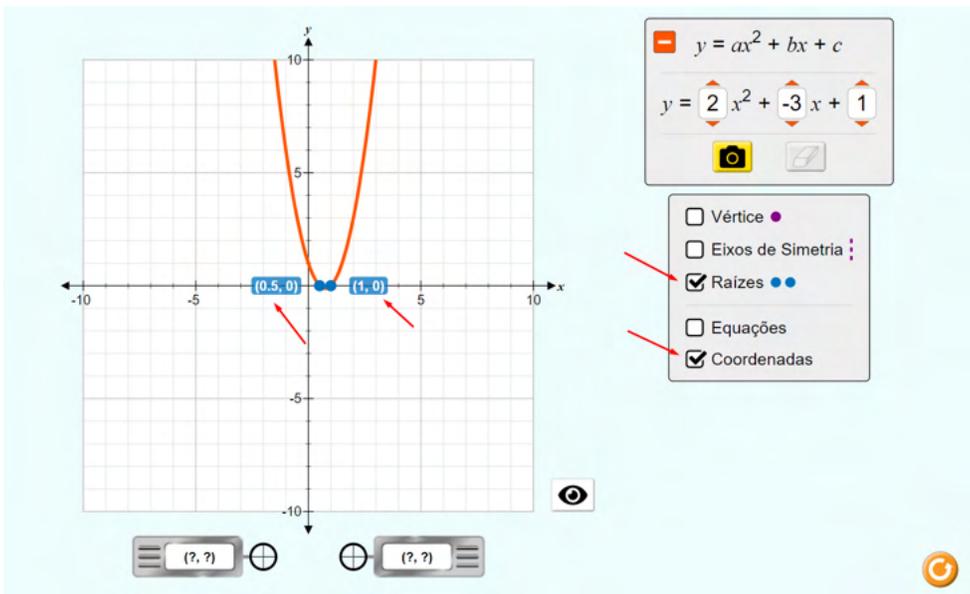
$$x = \frac{-(-3) \pm 1}{2 \cdot 2}$$

$$x = \frac{3 \pm 1}{4}$$

$$x' = \frac{3 + 1}{4} = \frac{4}{4} = 1$$

$$x'' = \frac{3 - 1}{4} = \frac{2}{4} = 1/2$$

$$f(0) = 1 \text{ e } f(0) = 1/2$$



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

Como demonstrado na imagem acima, podemos observar que o cálculo está correto, além de termos uma noção de como elaborar uma função de polinomial de 2º grau em um plano cartesiano.

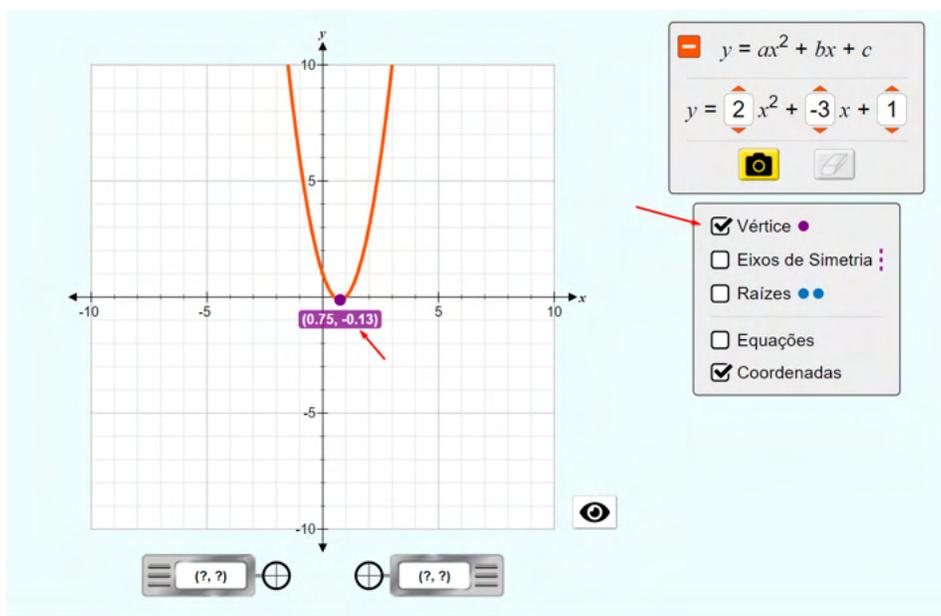
a) Ao observarmos a função $f(x) = 2x^2 - 3x + 1 = 0$ já sabemos que $a > 0$, então a função possui uma concavidade voltada para cima e um valor mínimo. **ALTERNATIVA INCORRETA**

b) Para encontrar os valores do vértice da parábola basta colocá-los na fórmula já demonstrada:

$$V_x = -b/2a = -(-3)/2.2 = 3/4$$

$$V_y = -\Delta/4a = -1/4.2 = -1/8$$

Desse modo, os vértices da parábola são $(3/4, -1/8)$.

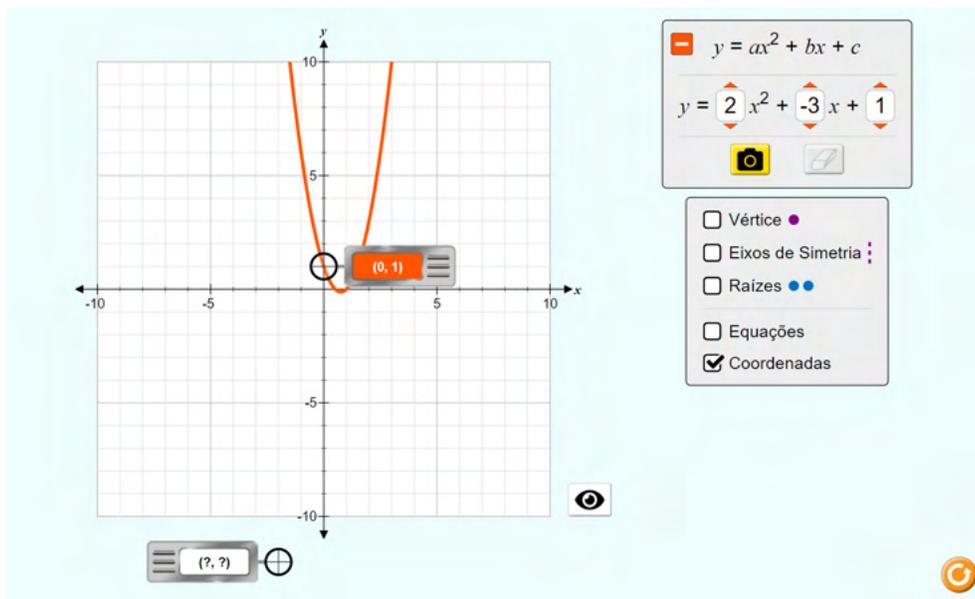


Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

Pode-se observar na OED os pontos do Vértice e suas coordenadas no plano cartesiano, além disso temos o valor mínimo que é $-1/8$ ou $-0,13$ como mostrado na figura acima. **ALTERNATIVA INCORRETA**

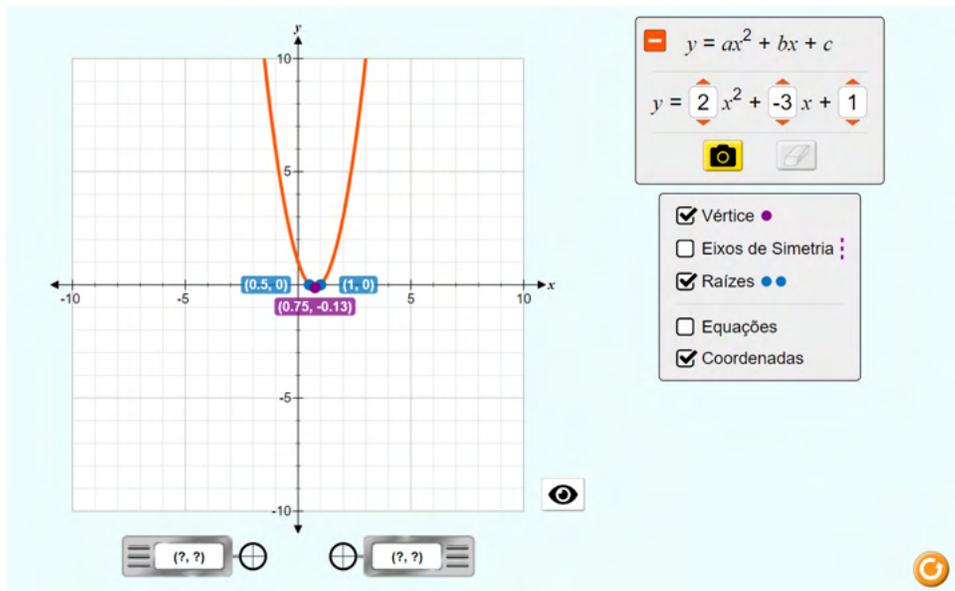
c) A interceptação do eixo das abscissas ocorre quando um ponto apresenta $x \in \mathbb{R}$ e $y = 0$. Desse modo, podemos obtê-las ao calcular as raízes da função. A partir disso, os pontos que interceptam o eixo das abscissas é $P(1,0)$ e $Q(1/2,0)$. **ALTERNATIVA CORRETA**

d) A interceptação do eixo das ordenadas ocorre quando um ponto apresenta $x = 0$ e $y \in \mathbb{R}$. Então quando $x = 0$ sobrá apenas a variável c , que representa o ponto onde intercepta o eixo das ordenadas. Essa situação é possível ser observada abaixo por meio da OED. **ALTERNATIVA INCORRETA**



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

O gráfico completo está demonstrado abaixo, sendo possível selecionar a Equação para ficar ao lado do trajeto da parábola. Essa OED tem como intuito facilitar a elaboração de gráficos de funções polinomiais de 2º grau, amparando o aluno na compreensão visual de cada conceito das propriedades da função polinomial de 2º grau de forma simplificada. Levando em consideração o exercício, a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Artes e História é extremamente relevante, por poderem contemplar a arquitetura da época e o período em que foi construído o Palácio da Alvorada. A interdisciplinaridade permite ainda que o professor explore as construções antigas da cidade e a história do local, fazendo com que a Matemática seja mais vista do que apenas números.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/graphing-quadratics/latest/graphing-quadratics_pt_BR.html

REFERENCIAL TEÓRICO

A implementação da Educação Básica como obrigatória desde os anos iniciais até o Ensino Médio, bem como a própria BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) atualizadas são recentes. Devido ao golpe militar de 1964 diversos profissionais e pensadores da educação foram calados, exilados ou até mesmo mortos, resultando numa educação defasada. Entretanto, a reformulação da educação já acontecia no exterior em universidades, inovando o cenário sobre metodologias ativas de aprendizagem. Em virtude disso, em meados do século XX, Paulo Freire trouxe a ideia de que o ensino deveria ser centrado no aluno de acordo com o ambiente social em que está inserido. Enquanto Piaget e Vygotsky postulavam teorias de como a aprendizagem ocorria, o que resultou em tentativas de melhorias na educação dos dias atuais (DA ROCHA; DE FARIAS, 2020, p.72).

Nos Estados Unidos da América (EUA), na universidade de Harvard do curso de Direito, o professor John Dewey desenvolveu a Aprendizagem Baseada em Problemas, também chamada de PBL (*Problem-Based Learning* ou *Project-Based Learning*). Dewey formulou uma metodologia ativa em que os discentes eram postos diretamente no processo de aprendizagem a partir de problemas relacionados com a matéria da grade curricular. Desse modo, nessa metodologia os alunos assumem o papel central do ensino e são detentores do seu próprio conhecimento. Já o professor assume o papel de tutor, orientando seus alunos durante o processo de aprendizagem (MORAN, 2017, p. 11).

O PBL consiste em um problema inicial da grade curricular escolhida pelo tutor que

deve ser discutido por todos os estudantes em grupo. Em seguida ocorre um *brainstorming*, sem que nenhuma ideia ou conceito seja considerado errado de imediato. Após isso, as ideias que não condizem ou incoerentes são descartadas e perguntas a respeito do tema são geradas para serem pesquisadas posteriormente em casa. A instituição escolar ou universitária poderá indicar referências ou fontes bibliográficas para o estudo, entretanto, cabe ao aluno pesquisar e fazer uso de fontes confiáveis em seu estudo. Em um novo encontro com os colegas e o professor, os estudantes deverão explicitar o que aprenderam e fomentar o conhecimento obtido (LOVATO; MICHELLOTTI; DA SILVA LORETO; 2018, p. 163).

Essa metodologia ativa se embasa nos princípios de senso crítico, participação, colaboração, raciocínio lógico, argumentação e capacidade de trabalho em equipe, auxiliando na formação de um sujeito autônomo. A partir disso, pode-se concluir que a OED pode atuar diretamente no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, permitindo que o conhecimento seja fixado na memória operacional dos estudantes (LOVATO; MICHELLOTTI; DA SILVA LORETO; 2018, p. 163).

METODOLOGIA

A aplicação da OED juntamente com o PBL requer alguns itens das instituições escolares, como sala de informática com computadores com sistema operacional requerido e acesso à internet; sala de aula com lousa, caso necessário, para exemplificar e anotar dados do *brainstorming*; e biblioteca com um acervo considerável a respeito do assunto discutido. A instituição escolar pode ainda oferecer fontes confiáveis para amparar em casos de dúvidas a respeito do assunto. Considerando que o PBL requer que os estudantes em questão discutam sobre o tema, é necessário pensar na quantidade de alunos numa sala de aula. A indicação de discentes é de 30 alunos, sendo 1 deles com função de moderador da discussão e 1 aluno como responsável por anotar os pontos importantes na lousa. Apesar desses 2 alunos terem funções específicas, isso não exclui sua participação também de forma ativa e fala. O professor terá a função de tutor, intervindo somente em situações necessárias para guiar os alunos no caminho do conhecimento.

Para um bom funcionamento da OED é necessário um contato antecipado e preparo da metodologia ativa tanto dos professores quanto dos alunos. Pode ser realizada uma atividade similar com um tema simples para orientar os estudantes e docentes de como proceder. Além disso, a instituição escolar deve ter uma quantidade significativa de computadores com acesso a internet. Caso a escola não disponha poderá dividir os 30 alunos em 10 grupos menores de 3 estudantes para 10 computadores e indicar que esses alunos realizem também a atividade em casa. Supondo que o contexto social dos discentes não seja possível o acesso à internet em suas residências, a escola poderá oferecer um horário alternativo em que os estudantes se dirijam a instituição escolar para realizar a

atividade.

PLANEJAMENTO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO

• Situação problema:

O sonho de João era ser cientista, então numa feira de profissões de uma universidade da sua cidade ele foi direto conhecer o laboratório de Análises Clínicas. Ao chegar lá se deparou com vários utensílios que lhe trouxeram curiosidade, principalmente uma estufa bacteriológica. O coordenador do passeio lembrou da importância da interdisciplinaridade, já que não estudavam apenas Biologia, mas também Matemática. Desse modo, lançou um desafio aos alunos ali presente:

Supondo que a temperatura “t” de uma estufa (em graus Celsius) é determinada, em função da hora “h” do dia, pela expressão $t = h^2 - 11h + 24$. Responda, qual é o momento em que h é 0°C e qual a temperatura mínima.



Fonte: <https://www.splabor.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/06/estufa-de-cultura.jpg>

• Proposições de problemas:

1. Quais utensílios são comuns num laboratório de Análises Clínicas?
2. O que é uma estufa bacteriológica?
3. O que é função polinomial de 2º grau?
4. Realizar o desafio e utilizar a OED para se orientar.

A apresentação da situação problema, bem como proposições de problemas e referências bibliográficas serão realizadas em uma aula de 50 minutos, podendo contar com a participação dos docentes de Matemática e Biologia, dividindo aleatoriamente a

turma de 30 alunos em 3 turmas de 10 discentes. Inicialmente, o docente irá perguntar se dois alunos se voluntariam para ser mediador do diálogo e outro para anotar as dúvidas na lousa. Caso ninguém se voluntarie, então o professor poderá escolher. A partir da situação problema os alunos devem se questionar a respeito dos conteúdos e chegar em proposições do problema. Para garantir que os alunos não se percam, o docente será responsável por intervir em momento oportunos para orientar os alunos e guiá-los até as questões. Ao final desses 3 momentos o professor deve indicar as referências bibliográficas confiáveis e com embasamento científico para despertar o senso crítico dos alunos. Na aula seguinte os alunos devem apresentar o que aprenderam. Ademais, outras informações e dicas já foram mencionadas.

- **Interdisciplinaridade:**

Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Componente Curricular: Biologia.

Nível de ensino: Ensino Médio.

Duração da atividade: 2 aulas de 50 minutos com intervalo de 3 dias.

Competências específicas do componente curricular: Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Habilidades do componente curricular na BNCC: (EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Objeto de conhecimento: Observação dos utensílios de um laboratório de Análises Clínicas, bem como o crescimento bacteriano.

- **Busca de informação:** a partir das fontes bibliográficas os alunos poderão responder às proposições do problema de forma correta e com embasamento científico. Caso sintam dúvida, o professor poderá enviar vídeos ou artigos que possam explicar de maneira sucinta.

Atenção:

Vídeo sobre bactérias: (<https://youtu.be/TUwFTUQrPjA>)

Vídeo sobre função polinomial de 2º grau: (https://youtu.be/1cqNdPSB_nY)

Esse processo ocorrerá fora do horário de aula, como um exercício para casa. Os alunos poderão fazer uso de tecnologias digitais, livros do acervo da escola ou próprios. Como mencionado, caso os alunos não tenham acesso a internet ou outros meios eletrônicos poderão ir até a escola num horário disponibilizado pela instituição escolar.

A atividade pode ser realizada individualmente ou em grupo, dependendo de cada aluno.

- **Elaboração das conclusões:** os discentes com suas respectivas turmas deverão discutir o que cada um pesquisou e descobriu referente a situação problema. Todos os alunos devem participar e o mediador tem o papel importante de garantir que as pessoas mais tímidas possam falar. O interessante seria os alunos realizarem a atividade grupalmente para que possam desenvolver o trabalho em equipe.
- **Generalização das conclusões e sínteses:** após as discussões o professor pode perguntar se alguém se voluntaria para resumir o que foi aprendido. Caso ninguém se voluntarie ele poderá escolher, ou até mesmo o próprio docente fazer a síntese do assunto.

A elaboração das conclusões e a generalização das conclusões e sínteses ocorrerão em uma aula de 50 minutos com a mesma conformação de grupos. O intervalo entre o primeiro momento da apresentação do problema até a segunda aula deverá ser de 3 dias, para permitir que os alunos possam se preparar durante esse período.

- **Exercícios de Memorização:** para auxiliar os alunos na fixação da matéria na memória operacional é indicado uma lista de exercícios, tanto para prepará-los para as provas, quanto para orientá-los em outras visões de mundo em que todas as disciplinas estão unidas.

Atenção:

Dica de lista de exercícios de funções polinomiais de 2º grau: (https://docente.ifrn.edu.br/igornunes/disciplinas/1oano_ensino_medio/funcao_do_2o_grau/exercicios_funcao_do_2o_grau)

- **Prova ou Exame:** o docente poderá se basear em alguns exercícios da lista de problemas exemplificada. A forma de realização das questões fica a critério do professor, mas devem ser condizentes com as matérias. Não deve ser cobrado nada além do que explicado e discutido durante as atividades do PBL.
- **Avaliação:** durante essa unidade do PBL deverá ocorrer a devolutiva do desempenho do aluno, tanto nas aulas de situação problema quanto na prova. É indicado na avaliação dos alunos perceber mudanças em pessoas tímidas, trabalho em equipe, senso crítico e desenvoltura de quem está apresentando. O docente pode realizar uma aula para que os alunos se auto avaliem ou avaliem um colega para que juntos possam buscar melhorias. Já o professor pode criar um Google Forms para que os alunos descrevam suas dificuldades e digam suas críticas, seja do professor ou do próprio método. Isso permite buscar novas formas de adaptação da metodologias para que os alunos aprendam com qualidade.

REFERÊNCIAS

Google Acadêmico: https://scholar.google.com.br/schhp?hl=pt-BR&as_sdt=0,5

AutoLac: <https://autolac.com.br/blog/equipamentos-de-laboratorio-de-analises-clinicas-suas-funcoes/>

SOARES, Jobson Hugo de Sousa. *Função quadrática*. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

PhET – Physics Education Technology. *University of Colorado Boulder*. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/>. SHARE YOUR SKY. Acesso em: 29 out, 2021.

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

BRASIL. O Palácio da Alvorada é a Residência oficial do presidente do Brasil. Governo Federal. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/conheca-a-presidencia/palacios-e-residencias/palacio-da-alvorada#:~:text=O%20Pal%C3%A1cio%20da%20Alvorada%2C%20projetado,em%20alvenaria%20na%20nova%20capital.&text=O%20Pal%C3%A1cio%20tem%20configura%C3%A7%C3%A3o%20horizontal,de%20fazenda%20do%20Brasil%20colonial>. Acesso em: 27 nov, 2021.

BRASIL. PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio. Ministério da Educação. 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br>. Acesso em: 28 out, 2021.

DA ROCHA, Carlos José Tridade; DE FARIAS, Sidilene Aquino. Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 69-87, 2020.

DA SILVA. M. N. P. Exercícios sobre Função de 2º grau. Brasil Escola. Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-matematica/exercicios-sobre-funcao-2-o-grau.htm>. Acesso em: 28 out, 2021.

LOVATO, Fabricio Luís; MICHELOTTI, Angela; DA SILVA LORETO, Elgion Lucio. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018.

MIRANDA, Gabriela Ferreira de et al. Função quadrática e suas aplicações no cotidiano. 2017.

MORAN, José. Metodologias ativas em sala de aula. **Pátio Ensino Médio, ano X**, n. 19, p. 11-13, 2017.

PhET – Physics Education Technology. *University of Colorado Boulder*. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/>. SHARE YOUR SKY. Acesso em: 29 out, 2021.

SOARES, Jobson Hugo de Sousa. **Função quadrática**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Al-Biruni 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74

A lei da alavanca de Arquimedes 278

Álgebras de Jordan 102, 103

Algoritmos evolutivos 296

Aplicações 75, 76, 89, 94, 98, 134, 135, 141, 143, 153, 164, 184, 220, 226, 269, 296, 306, 307, 331, 339, 342

Aprendizagem 1, 5, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 55, 56, 57, 60, 61, 63, 70, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 108, 111, 113, 114, 115, 120, 122, 126, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 141, 142, 159, 160, 164, 166, 169, 175, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 193, 195, 197, 198, 199, 200, 202, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 230, 233, 235, 237, 238, 263, 264, 265, 266, 267, 269, 270, 271, 272, 274, 275, 276, 277, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 317, 319, 320, 321, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 337, 338, 340, 341, 343, 344, 345, 346, 348, 349, 350, 352

B

BNCC 8, 91, 93, 99, 100, 134, 144, 154, 159, 162, 166, 168, 169, 214, 218, 222, 266, 269, 273, 274, 278, 279, 280

Brechó 195, 196, 197, 198, 199, 200

C

Combinatória 73, 296, 297, 351

Concepções docentes 165

Conhecimentos docentes 107

Consistência 239, 249, 252, 253, 254, 258, 259, 260, 342

Convergência 239, 249, 252, 253, 254, 256, 258, 260, 339

Convivência 18, 55, 56, 57, 59, 61, 62, 63, 64, 238

Cotidiano 12, 18, 63, 91, 118, 153, 154, 164, 184, 196, 203, 204, 206, 208, 210, 221, 225, 236, 238, 264, 265, 270, 271, 306, 312, 313, 314, 316, 317, 326, 329, 346

Covid-19 42, 43, 52, 96, 141, 266

Currículo 4, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 56, 63, 95, 107, 110, 111, 122, 123, 124, 128, 129, 131, 132, 134, 135, 142, 168, 176, 212, 213, 269, 308, 342

Currículo crítico-emancipatório 13, 14, 15, 17, 18

Curva 48, 49, 50, 51, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89

Curvatura 75, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89

D

Desarrollo analítico 42, 45, 51, 52

Dificuldades 8, 10, 108, 122, 163, 175, 181, 189, 190, 198, 222, 265, 268, 306, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 339, 348, 349, 351

Direitos de aprendizagem 13, 14, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 348

Distribution, inference 25

E

Educação a distância 135, 141, 142, 275, 312

Educação infantil 3, 165, 166, 167, 173, 175, 176, 177, 202, 203, 205, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 269, 346

Educação matemática 1, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 67, 90, 93, 100, 101, 107, 108, 109, 128, 129, 132, 133, 166, 176, 185, 193, 196, 200, 226, 227, 228, 230, 231, 233, 238, 264, 275, 277, 294, 306, 310, 323, 324, 325, 330, 336, 337, 338, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 351, 352, 353, 354, 355

Eixo das Abscissas 143, 144, 146, 147, 155, 157

Ensino 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 21, 22, 23, 25, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 154, 159, 160, 162, 163, 164, 168, 169, 170, 174, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 218, 221, 222, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 237, 238, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 293, 294, 295, 305, 306, 307, 308, 310, 314, 315, 318, 319, 321, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 343, 344, 345, 346, 349, 350, 351, 352, 353, 355

Ensino de matemática 1, 7, 10, 92, 95, 121, 124, 195, 201, 209, 217, 222, 224, 228, 229, 230, 231, 234, 278, 305, 308, 310, 319, 327, 328, 330, 336, 337, 343, 353

Ensino médio 8, 58, 98, 134, 142, 143, 154, 159, 162, 164, 178, 179, 180, 186, 192, 193, 195, 196, 197, 200, 210, 221, 222, 224, 226, 227, 263, 265, 266, 269, 270, 271, 273, 274, 275, 276, 278, 279, 280, 281, 283, 293, 294, 295, 346, 349, 353

Estabilidade 239, 240, 242, 245, 248, 249, 250, 252, 253, 254, 258, 259, 260

Estratégias didáticas 305

Expectation 25, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 40

F

Feedback automático 133, 134, 136, 141

Filosofia 74, 94, 112, 122, 200, 228, 229, 230, 231, 232, 236, 237, 238, 355

Formação de professores 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 21, 23, 107, 108, 110, 111, 112, 114, 115, 118, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 225, 268, 277, 310, 312, 315, 316, 343, 353, 354, 355

Formação docente 7, 13, 18, 22, 23, 115, 131, 132, 165, 175, 268, 277

Formação para o trabalho 312, 321

Função afim 90, 96, 97, 98, 99, 100

Funções polinomiais de 2º grau 143, 144, 152, 154, 158, 163

G

Geogebra 42, 43, 44, 45, 46, 48, 51, 52, 53, 54, 75, 76, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 134, 293, 294, 345

Geogebra 3D 87, 88

Geometria 73, 75, 76, 81, 89, 91, 126, 133, 134, 135, 144, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 192, 193, 194, 211, 212, 214, 215, 278, 279, 280, 285, 294, 340

Geometria plana 178, 179, 180, 183, 185, 192, 193, 278, 279

Graduações 102, 104, 331

H

Hélice 75, 76, 86, 87, 88, 89

História da matemática 65, 66, 67, 73, 74, 234

I

Identidades polinomiais 102, 103, 104, 105, 331, 332, 333, 334

J

Jogos 170, 201, 204, 205, 206, 208, 209, 214, 228, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 343, 345, 350, 352

John Dewey 159, 228, 229, 236, 238

L

Leveque 250, 261

Lúdico 114, 132, 202, 203, 205, 208, 209, 213, 234, 236, 238, 272, 276, 278

M

Matemática 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 21, 22, 24, 42, 44, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 64, 65, 66, 67, 70, 73, 74, 75, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 101, 102, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 141, 142, 143, 144, 153, 154, 158, 161, 164, 166, 169, 170, 172, 175, 176, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 189, 193, 194, 195, 196, 197,

198, 200, 201, 202, 205, 209, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 237, 238, 239, 249, 263, 264, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 285, 293, 294, 295, 305, 306, 307, 308, 310, 312, 313, 314, 315, 316, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355

Matemática financeira 196, 197, 198, 200, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 226, 227, 263, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 277

Matemática Islâmica 65, 66

Metodologia 1, 6, 7, 10, 67, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 99, 109, 113, 116, 121, 136, 141, 159, 160, 176, 178, 179, 180, 181, 185, 193, 195, 198, 208, 231, 238, 271, 300, 305, 308, 325, 326, 328, 338, 340, 349, 351

Múltiplas tentativas 133, 136

N

Norma-2 239, 245, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260

Novas tecnologias 133, 272, 273, 275, 277, 312

O

O princípio de Cavalieri 278, 281, 283, 289

P

Planejamento 100, 126, 161, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 196, 210, 216, 217, 218, 222, 225, 238, 269, 279, 280, 337, 338, 339, 343, 344, 347, 348, 349, 350, 351

Plano cartesiano 143, 144, 153, 157, 340

Podcast 263, 264, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277

Polígonos mágicos 296, 297, 300, 301, 303

Polígonos mágicos degenerados 296, 297

Políticas públicas 8, 9, 10, 18, 21, 315, 316

Pragmatismo 228, 229, 230

R

Resolução de problemas 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 121, 174, 175, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 188, 192, 193, 224, 234, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 327, 328, 340, 350

S

Sampling 25, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39

Simulated annealing 296, 299, 300, 302, 303

Software geogebra 42, 52, 75, 76, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 90

Statistical investigation processes 25

Statistics education 25, 26, 28, 30, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41

T

Territórios virtuais 312, 313, 314

V

Variability 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38

Variáveis 96, 102, 103, 135, 143, 144, 146, 152, 153, 185, 209, 216, 217, 218, 301, 303

Vértices da função 143

Visualización gráfica 42, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 51

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O Fortalecimento do Ensino e da Pesquisa Científica da Matemática

2

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O Fortalecimento do Ensino e da Pesquisa Científica da Matemática

2