https://doi.org/10.23925/2237-9657.2026.v15i1p053-069

A influência dos coeficientes no gráfico da função quadrática[1]

NUNO DANIEL CAVEIRINHA DE SOUSA[2]

0000-0002-6276-9355

RESUMO

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto de reforço da formação de professores de matemática em países de Língua Oficial Portuguesa numa lógica STEAM & GeoGebra. O objetivo foi facultar aos alunos um estudo dinâmico e interativo da função quadrática, por intermédio de uma aplicação, para que pudessem observar, em tempo real, o comportamento do gráfico face às alterações de cada coeficiente e, desta forma, interpretar, compreender e conjeturar sobre o efeito de cada um sobre a função. Seguiu-se um desenho de investigação-ação, em três sessões de 50 minutos com 117 alunos do 11.º ano, com dados recolhidos por questionário e observação em sala de aula. A experiência potenciou a evolução dos alunos, retratando a importância das novas tecnologias no ensino e aprendizagem, permitiu a construção do conhecimento pela troca de ideias e diminuiu a distância entre professor e aluno.

Palavras-chave: *matemática; função quadrática; GeoGebra.*

The influence of coefficients on the graph of the quadratic function

ABSTRACT

This work was carried out within the scope of the project to reinforce the training of mathematics teachers in Portuguese-speaking countries in a STEAM & GeoGebra logic. The objective was to provide students with a dynamic and interactive study of the quadratic function, using an application, so that they could observe, in real time, the behavior of the graph in face of the changes in each coefficient and, consequently, interpret, understand, and conjecture about the effect of each one on the function. An action research design was followed, in three 50-minute sessions with 117 11th-grade students, with data collected through a questionnaire and classroom observation. The experience boosted the students' evolution, portraying the importance of new technologies in teaching and learning, allowed the construction of knowledge through the exchange of ideas and reduced the distance between teacher and student.

Keywords: *mathematics; quadratic function; GeoGebra.*

[1] Trabalho realizado no âmbito do projeto de reforço da formação de professores de matemática em países de Língua Oficial Portuguesa numa lógica STEAM & GeoGebra

[2] Ministério da Educação, Liceu Amílcar Cabral, Ilha de Santiago, Cabo Verde – nuno.c.sousa@me.gov.cv

Introdução

Com o advento das novas tecnologias, o frequente uso de computadores, tablets e telemóveis, e o fácil acesso à internet, o conhecimento passou a estar na palma da mão de cada um de nós, à distância de "um clique".

O presente relato de experiência centra-se no uso do GeoGebra no estudo da influência dos coeficientes no gráfico da função quadrática, procurando perceber em que medida uma aplicação dinâmica e interativa potencia a compreensão deste conteúdo. Trata-se de um tema com forte pertinência no currículo cabo-verdiano: o estudo das transformações dos gráficos de funções constitui um dos objetivos essenciais de aprendizagem do programa de Matemática e os próprios programas oficiais apontam o GeoGebra como ferramenta essencial de apoio ao ensino (Ministério da Educação, 2020).

Vivemos num mundo acelerado, digital e interconectado, em que o acesso imediato à informação exerce enorme influência na sociedade (Xavier, 2016). Estes avanços melhoraram diversas áreas e a educação não foi exceção. O impacto destas transformações do nosso tempo obriga os nossos educadores a repensarem a escola e a perceberem as múltiplas possibilidades que estes avanços tecnológicos nos podem proporcionar (Silva, 2001).

A facilidade e celeridade com que se obtém informações através das novas tecnologias tem sido encarado com uma oportunidade no ensino. A utilização da informática, que antes era vista como uma opção, é agora fundamental em sala de aula conforme afirmam Coscarelli e Ribeiro (2005), por forma a proporcionar uma maior dinâmica e produtividade no ensino e aprendizagem.

Sousa, Moita e Carvalho (2011) reforçam que, para sobreviver enquanto instituição educacional, a escola tem de se reinventar e o professor deve preparar-se para todas as possibilidades que as novas tecnologias oferecem. Na mesma linha, Borges e Silva (2005) defendem que a alfabetização digital é crucial para a formação do cidadão do século XXI.

A maioria das pessoas, incluindo os estudantes, hoje em dia possuem telemóveis ou tablets, pelo que é cada vez mais fácil aprender um novo conteúdo em qualquer momento e em qualquer lugar. Desta forma é necessário usar estas possibilidades a favor da educação. Delavalli, Corrêa e Cereja (2014) afirmam que a facilidade dos meios digitais desperta nos alunos um maior interesse nas aprendizagens.

Giraldo, Caetano e Mattos (2013) afirmam que o uso das novas tecnologias para o ensino da matemática tem alterado, nos últimos tempos seu foco. O uso das tecnologias deixa de ser visto apenas como um facilitador das aprendizagens mas passa a ser visto como um potenciador das mesmas.

Os alunos de hoje em dia não têm o mesmo perfil que os alunos de antigamente. Eles desejam aprender as coisas de forma fácil e rápida e acabam por encontrar na internet uma forma de alcançar o que desejam. No entanto, da mesma forma que a internet contém muita informação, ela também contém muita desinformação. Aqui será de extrema importância o papel do professor. Temos que considerar que, embora o professor deixe eventualmente de ser o detentor do conhecimento, ele passará a ser um mediador na construção do conhecimento, sendo o aluno o protagonista da sua aprendizagem. Este novo estatuto do professor como mediador da aprendizagem pode ser encarado como benéfico. Dota os alunos de uma maior responsabilidade e participação na construção do conhecimento e permite uma maior abertura ao diálogo entre professor e aluno, propiciando a sua aproximação. Levando este novo conceito de educação aliado às novas tecnologias para a sala de aula, o aluno poderá não só aprender, mas também ensinar. Note-se que a tecnologia pode ser utilizada também fora da sala de aula, o que facilita o envolvimento de pais e encarregados de educação no desenvolvimento dos alunos.

A atual reforma do Ensino Secundário em Cabo Verde, pretende, entre outros, reforçar o ensino das ciências, das tecnologias e da matemática.

> Edificar um sistema educativo integrado no conceito de economia do conhecimento que, da base ao topo, oriente os jovens para um domínio proeficiente das línguas, das ciências integradas, das tecnologias e para a construção de um perfil cosmopolita aberto ao mundo, capaz de interiorizar valores intrínsecos ao saber ser e estar, de responsabilização mútuas, enquanto membros da comunidade, de preparação para a aprendizagem ao longo da vida, cultura de investigação, experimentação e inovação (Governo de Cabo Verde, 2016, p. 82)

Neste contexto, foi realizado um projeto de reforço da formação de professores de matemática em países de Língua Oficial Portuguesa numa lógica STEAM & GeoGebra. Dentro do âmbito deste projeto criou-se uma tarefa enquadrada na unidade temática Funções, em particular a Função Quadrática, do 2º ciclo do ensino secundário, mais concretamente o 10º ano. No entanto, devido ao cenário recorrente da pandemia, o funcionamento do ano letivo anterior não permitiu que os conteúdos fossem cumpridos na integra, passando uma parte para o 11º ano no ano letivo 2021/2022. Curiosamente, com a entrada em vigor da nova reforma, este conteúdo passou a ser parte integrante do currículo do 9º ano de escolaridade, pelo que a função quadrática acabou sendo um assunto abordado ao mesmo tempo nos três diferentes níveis, 9º, 10º e 11º anos de escolaridade. Assim, aquilo que deveria ser apenas um conteúdo de revisão no 11º ano, foi visto pela primeira vez. Os alunos do 10º e 11º ano usufruíram de uma metodologia baseada no antigo currículo, já os alunos do 9º ano puderam beneficiar de uma metodologia baseada no uso das novas tecnologias.

> Os objetivos de aprendizagem constantes do programa de

> Matemática do 9.º ano são facilitados com recurso à dimensão gráfica, e essa dimensão só é plenamente atingida quando os alunos traçam uma grande quantidade e variedade de gráficos com apoio de tecnologia adequada (calculadoras gráficas, tablets, smartphones e computadores). Os objetivos do trabalho de modelação matemática só serão plenamente atingidos se for possível trabalhar na sala de aula as diversas fases do processo, embora não seja exigível que se tratem todas simultaneamente e em todas as ocasiões. (Ministério da Educação, 2021, p. 22)

1. Metodologia

Atendendo aos objetivos propostos na formação de formadores, o método utilizado neste estudo foi investigação-ação. Trata-se de um processo cíclico que comporta as fases planificação, ação, observação e reflexão (Kemmis, 2007).

> O plano é a ação organizada que, por definição, deve antecipá-la, ser prospetivo. Deve ser bastante flexível para se adaptar a efeitos imprevistos e às limitações, antes indiscerníveis. A ação é, aqui, entendida como deliberada e controlada, ou seja, consiste numa variação metódica e reflexiva da prática, criticamente informada. A observação tem, por sua vez, a função de documentar os efeitos da ação criticamente informada; ela proporciona a base imediata para a reflexão e acontece no decurso do próprio ciclo. A reflexão reconstrói a ação, tal como foi registada através da observação. Procura encontrar o sentido dos processos, os problemas e as restrições que se manifestaram durante a ação (Cardoso, 2014, pp. 31-32)

A abordagem utilizada neste estudo envolve métodos qualitativos e quantitativos. Embora Elliott (2003) afirmava que houve uma apropriação da investigação-ação pelos investigadores qualitativos, ele sempre recordava a sua própria experiência profissional num forte envolvimento de estudos no âmbito do paradigma quantitativo e reforçava que é comum recorrer a uma variedade de métodos e técnicas de recolha de dados.

Esta tarefa foi aplicada a todos os alunos com frequência na disciplina de matemática do 11º ano do Liceu Amílcar Cabral, mais concretamente cinco turmas. Três das turmas eram da área de Ciência e Tecnologia e as outras duas turmas da área Económica e Social, perfazendo um total de 117 alunos envolvidos no estudo. A justificativa de incluir todos os alunos e não apenas uma pequena amostra, consiste no facto de poder levar a experiência a todos e torná-la mais aliciante e, desta forma, obter uma comparação sobre a forma como diferentes alunos, pressupostamente ao mesmo nível, encaram a inclusão das novas tecnologias na disciplina de matemática. Acresce que a inclusão de todas as turmas elimina eventuais enviesamentos de seleção que decorreriam da escolha de uma amostra de conveniência dentro da escola. Em contrapartida, importa reconhecer que, por se tratar dos alunos de uma

única escola, os resultados não são generalizáveis a outras realidades, devendo ser lidos como evidência de contexto, própria da natureza de um relato de experiência.

Para a realização da experiência, os alunos foram distribuídos em grupos de dois pelos 14 computadores de uma das salas de informática do liceu.

A experiência decorreu ao longo de 3 sessões de 50 minutos cada, realizadas no mesmo horário das aulas da disciplina de matemática em cada uma das turmas.

Na primeira aula, foi dada a conhecer aos alunos a aplicação desenvolvida por intermédio do software GeoGebra, software de matemática dinâmica que articula, num mesmo ambiente, a geometria, a álgebra e o cálculo (Hohenwarter & Preiner, 2007), conforme Figura 1. Foi também dado a conhecer um pequeno questionário, com efeito essencialmente formativo, associado à tarefa e elaborado na plataforma Google Forms. A decisão na escolha sobre o questionário online deveu-se à dinâmica, celeridade e melhoria significativa no referente à preparação, manutenção e coleta dos dados de acordo com Monteiro e Santos (2019). Note-se que nenhum dos alunos estava familiarizado com a aplicação e alguns deles nem sequer tinham algum tipo de conhecimento sobre manuseamento e utilização de computadores, pelo que foi uma das sessões mais importantes para o desenvolvimento deste estudo.

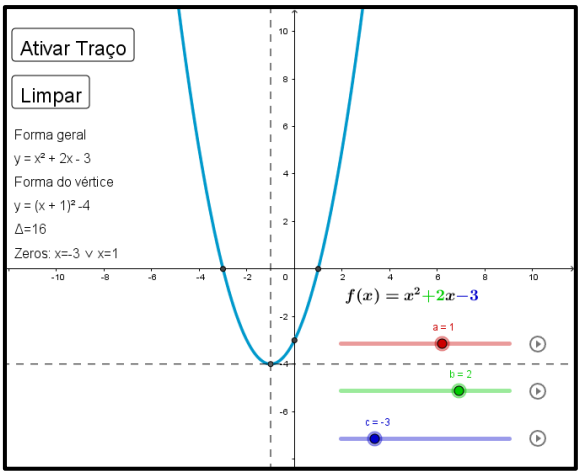


FIGURA 1: Função quadrática com animação

A segunda e terceira aulas foram usadas especificamente para a utilização da aplicação e preenchimento do questionário. E, embora o questionário tivesse perguntas de caráter individual, os alunos puderam realizar a tarefa em grupo.

No questionário, os alunos foram guiados em várias questões de múltipla escolha, resposta única e resposta aberta. O início do questionário era composto por questões de carácter diagnóstico onde o aluno era abordado sobre os conhecimentos

referentes ao tipo de funções estudadas anteriormente, ou seja, tinha o intuito de distinguir as funções afim, constante e quadrática. De seguida, no decorrer da maior parte do questionário, são efetuadas diversas questões ligadas a cada um dos coeficientes da função quadrática na forma geral, $f(x) = ax^2 + bx + c$. E para finalizar, tinha perguntas de caráter geral que abrangiam os conhecimentos adquiridos e abordados durante toda a tarefa.

Na primeira parte do questionário, onde foram realizadas perguntas de carácter diagnóstico, tentamos apurar se o aluno conseguiria identificar as condições em que estaria ou não perante uma função quadrática e quando é que ela seria completa ou incompleta, dispensando o uso da aplicação.

Já na parte relacionada com a influência dos coeficientes sobre a função, o uso da aplicação foi indispensável para ajudar o aluno no preenchimento do questionário. Podemos observar, ainda na Figura 1, que, apesar de existirem informações sobre as fórmulas da função quadrática na forma geral e na forma do vértice, o binómio discriminante, Δ, e os zeros da função, os alunos só tinham possibilidade de interagir com a aplicação movendo os três seletores referentes aos coeficientes a, b e c para o estudo em causa, conforme destacado na Figura 2.

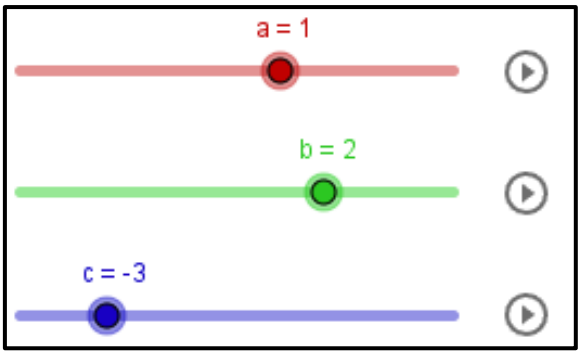


FIGURA 2: Seletores dos coeficientes a, b e c

Sobre o coeficiente a, com b e c fixos, o aluno teve necessidade de responder a questões relacionadas com a abertura e sentido da concavidade, onde precisou relacionar o sinal e valor absoluto com essas alterações.

Sobre o coeficiente b, com a e c fixos, o aluno precisou conjeturar sobre o movimento descrito pelo vértice da parábola e identificar esse movimento sobre a função, $g(x) = -ax^2 + c$, conforme podemos observar pelo traço exibido na Figura 3.

Sobre o coeficiente c, com a e b fixos, pretendíamos apurar se o aluno conseguiria identificar, não apenas a sua responsabilidade face ao deslocamento

vertical do vértice da parábola, mas também como o valor da ordenada na origem, ou seja, a interseção da função com o eixo dos y.

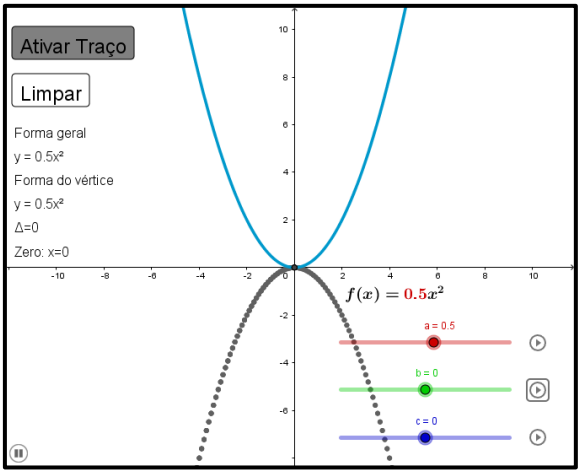


FIGURA 3: Curva descrita pelas alterações do coeficiente b, com a e c fixos

Após o estudo individual de cada um dos coeficientes, foram abordadas algumas questões de consolidação. E por último uma questão de caráter opcional sobre comentários, ideias ou sugestões acerca da tarefa.

Finda a realização da tarefa e o preenchimento do questionário, houve uma discussão geral sobre os resultados obtidos.

Os dados recolhidos foram analisados e tratados no software Excel.

2. Resultados

A incidência desta tarefa sobre a avaliação dos alunos foi meramente diagnóstica e formativa. Apesar disso, a satisfação, motivação e engajamento dos alunos no decorrer das diferentes sessões permitiu-lhes desenvolver certos conhecimentos, habilidades e atitudes que, vantajosamente, lhes trouxeram bons resultados na avaliação sumativa de outras matérias com conteúdos relacionados às funções. Importa sublinhar que as percentagens apresentadas ao longo desta secção têm natureza meramente descritiva, não tendo sido aplicados testes de inferência estatística. As leituras que delas se fazem devem, por isso, ser entendidas como tendências observadas neste grupo concreto de alunos e não como conclusões generalizáveis.

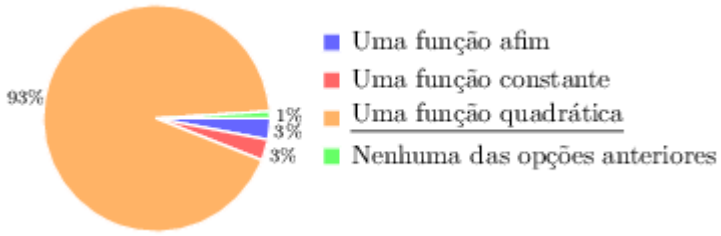
Finda a primeira sessão, de familiarização com a aplicação, sucederam-se mais duas onde os alunos procederam ao preenchimento do questionário sempre com o

auxílio do uso da aplicação. E, conforme já referido anteriormente, apesar do questionário ser individual, o facto de poderem realizar a tarefa em grupo, permitiu-lhes o debate e troca de ideias e conclusões e favoreceu significativamente a aprendizagem.

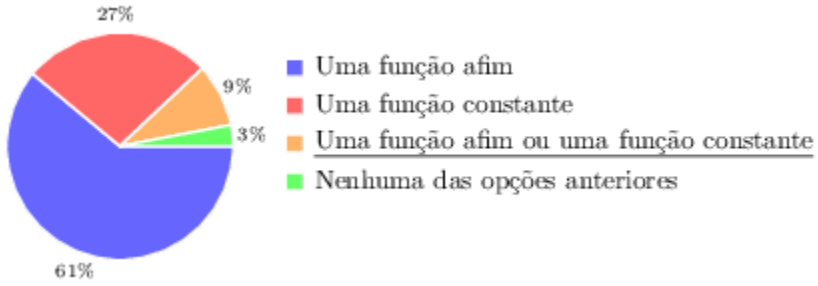
De acordo com as etapas, já mencionadas anteriormente, vamos agora analisar os resultados obtidos, passo a passo, mencionando as diferentes questões aplicadas aos alunos, começando pelas questões de caráter diagnóstico.

2.1. Tipos de funções

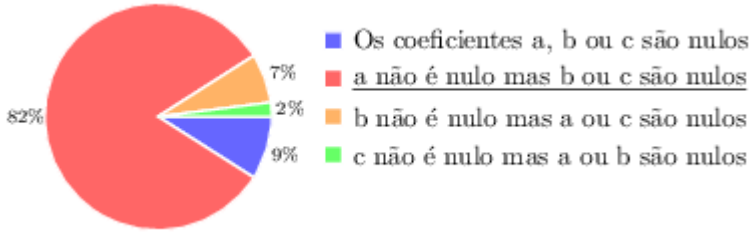
1. Se o coeficiente a for diferente de zero, teremos:



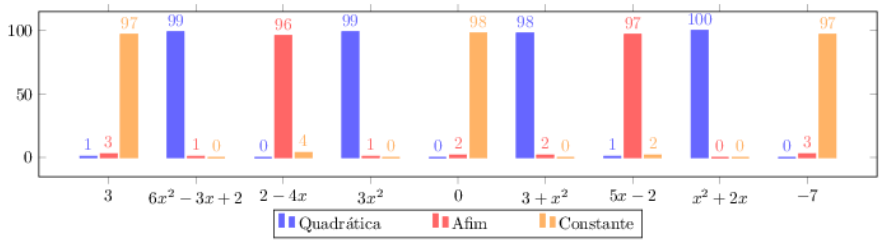
2. Se o coeficiente a for nulo, poderemos estar perante:



3. A função quadrática é considerada incompleta quando:



4. Assinala de acordo com o tipo de função.



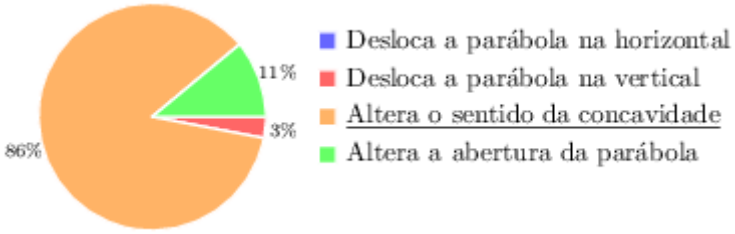
Nas perguntas 1 e 4, podemos facilmente observar que uma grande maioria dos alunos, mais de 90%, soube identificar as condições em que estariam perante uma função quadrática. Podemos observar também que 82% souberam distinguir função quadrática completa de incompleta. O curioso, é a linearidade do pensamento dos alunos no que se refere à pergunta 3, onde apenas 9% consideraram a opção mais correta, ou seja, o facto de estarem perante uma função afim ou constante quando o coeficiente a é nulo. 61% dos alunos consideraram que se o coeficiente a for nulo, estariam perante uma função afim, o que me leva a conjeturar que, embora essa é uma opção válida, talvez tenham ignorado a possibilidade do coeficiente b também poder ser nulo. E, inesperadamente, 27%, consideraram que estariam perante uma função constante, onde tal só seria possível ao considerarem a e b nulos.

2.2. Coeficiente a

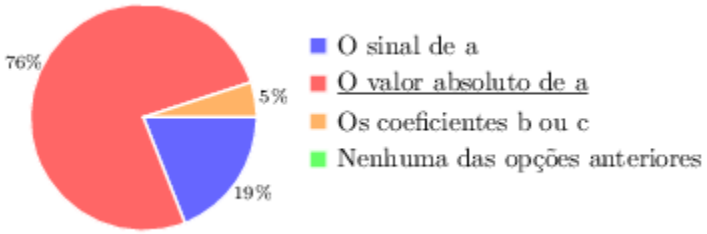
5. Seleciona as respostas corretas de acordo com a alteração do coeficiente a.

   ☒ Se $a > 0$ a concavidade é voltada para cima
   ☐ Se $a > 0$ a concavidade é voltada para baixo
   ☐ Se $a < 0$ a concavidade é voltada para cima
   ☒ Se $a < 0$ a concavidade é voltada para baixo
   (93% dos alunos escolheram corretamente as duas opções válidas)

6. Podemos afirmar que a alteração de sinal do coeficiente a:



7. Podemos observar que o coeficiente a também é responsável pela abertura da parábola. Isso acontece quando alteramos:



8. De acordo com as conclusões anteriores assinala as respostas corretas.

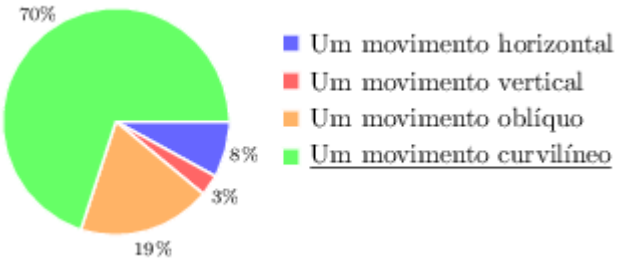
	$a<0$	$a>0$	$\|a\|$ aumenta	$\|a\|$ diminui
A parábola é mais aberta quando	☐	☐	☐	☒
A parábola é mais fechada quando	☐	☐	☒	☐
A concavidade é voltada para cima quando	☐	☒	☐	☐
A concavidade é voltada para baixo quando	☒	☐	☐	☐

(70% dos alunos escolheram as opções corretas)

Na questão 5 e 6, os alunos conseguiram identificar perfeitamente a relação entre o sinal do coeficiente a e a concavidade da parábola, respetivamente 93% e 86%. Mas esse número desceu ao serem questionados sobre a abertura da parábola, conforme podemos observar nos registos das questões 7 e 8, com 76% e 70%, respetivamente.

2.3. Coeficiente b

9. Ao alterar o coeficiente b podemos observar que a posição do vértice da parábola descreve:



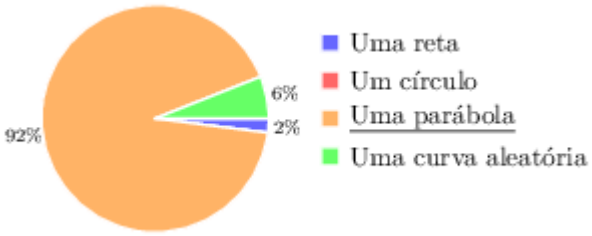
10. Considera a função $f(x) = 0.5x^2$.

    Clica no botão "Ativar Traço" e desloca o seletor do coeficiente b manualmente ou automaticamente através do botão "reproduzir" que se encontra à sua direita.

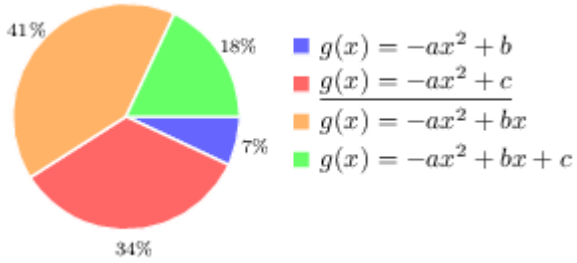
    Descreve por palavras tuas o tipo de movimento efetuado pelo vértice da parábola.

"De acordo com a função quadrática em animação o movimento efetuado é o movimento curvilíneo, fez uma parábola simétrica a existente anteriormente, com vértice no 0 e com sentido negativo."

11. O movimento do vértice descrito pela alteração do coeficiente b corresponde a:



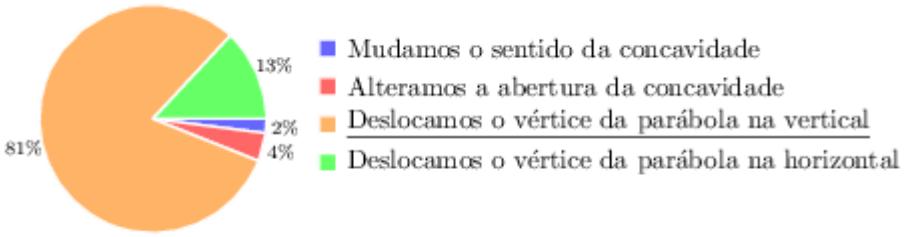
12. Podemos verificar que a alteração do seletor b faz com que o vértice da parábola se mova sobre a função:



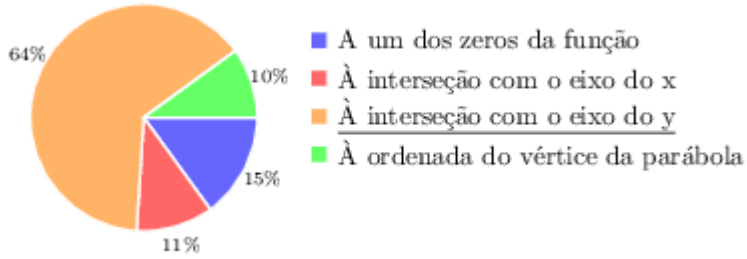
Na questão 9, 70% dos alunos identificaram que o vértice descreve um movimento curvilíneo. Já na questão 11 foram 92% que identificaram esse tipo de movimento como sendo uma parábola. Na pergunta 10, de resposta aberta, podemos observar mais acima uma das respostas mais completas, em que o aluno em causa percebeu que o deslocamento do vértice efetua-se sobre uma parábola simétrica, conforme Figura 3 e cuja função é $g(x) = -ax^2 + c$, onde apenas 34% dos alunos conseguiram responder corretamente, como podemos observar nos resultados da pergunta 12. Concluimos, a partir desta questão que existe dificuldade, por parte dos alunos, em associar a visualização gráfica à sua expressão analítica.

2.4. Coeficiente c

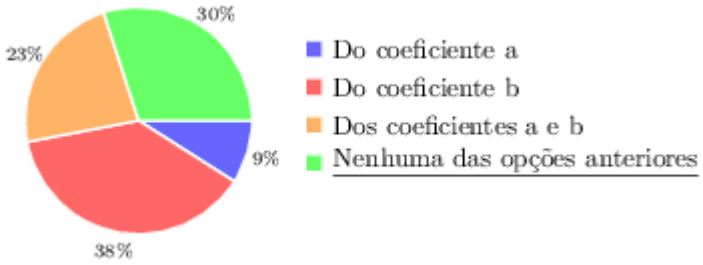
13. Ao alterarmos o coeficiente c:



14. O coeficiente c corresponde exatamente:



15. Ao alterarmos os coeficientes a e b, percebemos que a interseção da parábola com o eixo do y depende exclusivamente:



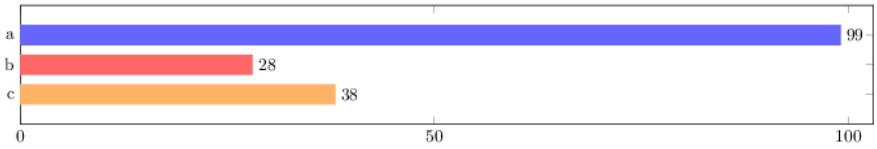
Relativamente ao coeficiente c, podemos observar que, apesar de 81% dos alunos perceberem que este é responsável pelo deslocamento vertical do vértice da parábola, este número ficou reduzido pelos que perceberam que o coeficiente c corresponde exatamente à interseção da função com o eixo das ordenadas, conforme verificado nas perguntas 14 e 15 com, respetivamente, 64% e 23% das respostas a validar essa afirmação.

2.5. Resumo da função quadrática

16. Assinala, de acordo com as opções disponíveis, quais os coeficientes que são responsáveis diretos pelas seguintes alterações.

	a	b	c
Abertura da concavidade	99%	1%	1%
Deslocamento vertical	20%	25%	94%
Deslocamento horizontal	26%	73%	10%
Interseção com o eixo do x	44%	36%	51%
Interseção com o eixo do y	7%	33%	67%
Sentido da concavidade	95%	3%	4%
Zeros da função	43%	48%	79%

17. Verificaste que os coeficientes a, b e c são responsáveis por certos comportamentos exclusivos da função quadrática. Na tua opinião quais os mais importantes?



18. Justifica a tua escolha sobre os coeficientes escolhidos.

    - *"Na minha opinião o coeficiente a é o mais importante porque é responsável pela mudança do sentido da concavidade e da sua abertura também."*
    - *"Porque sem o coeficiente a não haverá a função quadrática."*
    - *"Os coeficientes mais importantes são a e c porque estes determinam o sentido da parábola e a abertura da parábola e também a intersecção da parábola com o eixo de y."*
    - *"Todos são importantes porque cada um tem a sua função."*

Quanto à consolidação geral dos conhecimentos adquiridos, podemos observar na questão 16 que os alunos conseguiram de uma forma geral alcançar os objetivos propostos pela tarefa, embora o seu domínio residiu no conhecimento sobre o coeficiente a, conforme podemos observar na questão 17, referente às suas opiniões sobre quais os coeficientes mais importantes, onde 99% escolheram esse mesmo coeficiente. A questão 18 justificou o motivo e foram transcritas quatro respostas que resumem as respostas de todos os alunos em geral.

Quanto à parte opcional, onde os alunos foram inquiridos sobre comentários, ideias ou sugestões, pude observar que estes demonstraram um interesse generalizado pela tarefa, confirmados por 71 comentários escritos face a 46 alunos que não fizeram qualquer comentário, e revelaram-se satisfeitos por ter uma aprendizagem mais dinâmica e interativa. De início mostraram algumas dificuldades na interpretação de certas questões, mas face à troca de ideias entre todos, recorrendo sempre ao uso da aplicação e a consideração de múltiplos casos, todas vieram sendo superadas.

Conclusão

Tendo em conta o entusiasmo dos alunos, as observações em sala de aula e os resultados obtidos no questionário, depreendo que o uso desta aplicação no estudo da função quadrática foi uma mais valia e serviu na íntegra o seu propósito, uma vez que todos os objetivos propostos vieram a ser alcançados e a mesma contribuiu positivamente para o desenvolvimento e posteriores avaliações dos alunos.

Após a aplicação da tarefa recebemos dos alunos um feedback impressionante. Consideraram a aplicação interessante, criativa, inovadora, ofereceu-lhes a possibilidade de poder tirar dúvidas e corrigir erros em tempo real, foi importante para a compreensão e ampliação dos seus conhecimentos, ótimo para a prática e acompanhamento dos exercícios referentes à matéria, proporcionou a possibilidade de conseguirem identificar os seus pontos fortes e fracos, chegou a parecer quase como um jogo devido à interação e dinâmica, fê-los sentirem-se mais confiantes e destacaram o facto de poderem utilizar as novas tecnologias a favor das aprendizagens, já que cresceram habituados a elas e pouco ou nada as usam em prole da educação.

O uso desta aplicação, potenciou a evolução dos alunos no estudo em causa, o que retrata vivamente a importância da inclusão das novas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem. Permitiu aos alunos, a exploração, a validação e a conjetura de conceitos matemáticos e possibilitou-lhes a construção dos seus próprios conhecimentos através da troca de ideias. Diminuiu também a distância entre professor e aluno, permitindo a todos o debate e discussão de resultados. Foi um autêntico facilitador na passagem e assimilação dos conteúdos e fundamental para o desenvolvimento das habilidades dos alunos.

Estes resultados convergem com a literatura internacional, que tem evidenciado os benefícios do GeoGebra na compreensão concetual e na retenção de conteúdos matemáticos (Birgin & Uzun Yazıcı, 2021; Zengin et al., 2012), e dialogam diretamente com experiências afins divulgadas nesta revista. Em Cabo Verde, Monteiro e Silva (2023) destacaram o papel facilitador do GeoGebra na resolução de problemas envolvendo a função quadrática e, em Moçambique, Buene e Munguambe (2024) reportaram ganhos semelhantes no ensino e aprendizagem de funções quadráticas. Em conjunto, estes estudos reforçam a legitimidade do recurso a este software de matemática dinâmica (Hohenwarter & Preiner, 2007) no contexto dos países de Língua Oficial Portuguesa.

O recurso às novas tecnologias e, neste caso em particular, o uso do GeoGebra é um dos elos que faltava para tornar o ensino e as aprendizagens da disciplina de matemática em Cabo Verde mais atrativo. Oferece a possibilidade de relacionar a

representação gráfica e algébrica dos conteúdos, economiza imenso tempo nos cálculos, permite a observação dos resultados em tempo real, tem a vantagem de poder ser utilizado em praticamente todos os conteúdos e áreas da matemática e torna-se mais atrativo para os alunos, tendo em conta a sua interatividade e dinâmica, não podendo ser esquecido o facto de poder ser utilizado na nossa língua nativa, o que nos oferece uma maior segurança e controlo no seu manuseamento.

A partir deste estudo, é possível concluir que o GeoGebra é um excelente aliado no combate ao mítico monstro de sete cabeças pelo qual é conhecida a Matemática.

Declaração de Uso de IA

Neste trabalho foi utilizada a ferramenta Claude (Anthropic) exclusivamente na fase de revisão do artigo, em resposta ao parecer, com a finalidade de auxiliar na revisão linguística em português e inglês, na reformulação pontual de trechos das seções de Resumo/Abstract, Introdução, Metodologia, Resultados e Conclusões, e na formatação das citações e referências segundo a 7.ª edição do manual APA. A conceção do estudo, a experiência relatada, a recolha e a análise dos dados são integralmente do autor, que supervisionou criticamente, reviu na íntegra e assume total responsabilidade pelo conteúdo apresentado.

Referências

Birgin, O., & Uzun Yazıcı, K. (2021). The effect of GeoGebra software–supported mathematics instruction on eighth-grade students' conceptual understanding and retention. *Journal of Computer Assisted Learning, 37*(4), 925–939. https://doi.org/10.1111/jcal.12532

Borges, J., & Silva, H. P. (2005). Informação e mudança: Estudo da efetividade dos programas de inclusão digital em Salvador-Bahia. In *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação* (pp. 1–15). Intercom.

Buene, B. C., & Munguambe, Y. (2024). GeoGebra como software auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de funções quadráticas. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo, 13*(1), 61–89. https://doi.org/10.23925/2237-9657.2024.v13i1p061-0089

Cardoso, A. P. (2014). *Inovar com a investigação-ação: Desafios para a formação de professores*. Imprensa da Universidade de Coimbra.

Coscarelli, C. V., & Ribeiro, A. E. (2005). *Letramento digital: Aspectos sociais e possibilidades pedagógicas*. Autêntica Editora.

Delavalli, C., Corrêa, M. M. C., & Cereja, J. R. (2014). *Informática na educação: Uso de aplicativos para estímulo do estudo em rede*. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Elliott, J. (2003). Interview with John Elliott, 6 December 2002. *Educational Action Research, 11*(2), 169–180. https://doi.org/10.1080/09650790300200215

Giraldo, V., Caetano, P., & Mattos, F. (2013). *Recursos computacionais no ensino de Matemática*. SBM.

Governo de Cabo Verde. (2016). *Programa do Governo da IX Legislatura*. https://peds.gov.cv/programa_gov

Hohenwarter, M., & Preiner, J. (2007). Dynamic mathematics with GeoGebra. *Journal of Online Mathematics and Its Applications, 7*, Article 1448. http://mathdl.maa.org

Kemmis, S. (2007). Action research. In M. Hammersley (Ed.), *Educational research and evidence-based practice* (pp. 167–180). Sage Publications.

Ministério da Educação. (2020). *Programa escolar de Matemática: 9.º ao 10.º ano*. https://minedu.gov.cv/recursos_educativosprogramas_escolares

Ministério da Educação. (2021). *Programa escolar de Matemática: 9.º ano*. https://minedu.gov.cv/recursos_educativosprogramas_escolares

Monteiro, C. L. T., & Silva, A. L. (2023). GeoGebra como ferramenta facilitadora na resolução de problemas envolvendo função quadrática. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo, 12*(1), 29–42. https://doi.org/10.23925/2237-9657.2023.v12i1p029-042

Monteiro, R. L. S. G., & Santos, D. S. (2019). A utilização da ferramenta Google Forms como instrumento de avaliação do ensino na Escola Superior de Guerra. *Revista Carioca de Ciência, Tecnologia e Educação, 4*(2), 27–38.

Silva, M. L. (2001). *Novas tecnologias: Educação e sociedade na era da informação*. Autêntica Editora.

Sousa, R. P., Moita, F., & Carvalho, A. B. G. (2011). *Tecnologias digitais na educação*. EDUEPB.

Xavier, J. F. (2016). *Análise da função quadrática, com ênfase em seus coeficientes, via GeoGebra* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás].

Zengin, Y., Furkan, H., & Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic mathematics software GeoGebra on student achievement in teaching of trigonometry. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 31*, 183–187. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.038

ENVIADO: 03/08/2025

ACEITO: 11/06/2026