



<http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2023.v12i1p029-042>

GeoGebra como ferramenta facilitadora na resolução de problemas envolvendo função quadrática¹

GeoGebra as a facilitating tool in solving problems involving quadratic function

CLAUDINO LUÍS TAVARES MONTEIRO²
0000-0001-6444-4901

ADELINO GOMES DA SILVA³
0000-0003-2857-050X

RESUMO

Este artigo tem por objetivo socializar os resultados da implementação do “Projeto Reforço da formação de professores de matemática em países de Língua Oficial Portuguesa, numa lógica STEAM & GeoGebra”. O projeto intitulado “GeoGebra como ferramenta facilitadora na resolução de problemas envolvendo função quadrática”, foi implementado na Escola Secundária de Chão Bom, com uma turma do 10º ano. A proposta foi trabalhar com esses alunos problemas envolvendo função quadrática usando o software educativo GeoGebra como recurso metodológico de forma a tornar o processo ensino-aprendizagem mais interativo e dinâmico. O principal objetivo deste trabalho é explorar as potencialidades pedagógicas do GeoGebra no ensino e aprendizagem da função quadrática.

Palavras-chave: *GeoGebra; Função Quadrática; Novas Tecnologias na Educação*

ABSTRACT: *The purpose of this article is to share the performance results of the “Project Strengthening the training of mathematics teachers in Portuguese-speaking countries, in a STEAM & GeoGebra logic”. The project entitled “GeoGebra as a facilitating tool in solving problems involving quadratic function” was implemented at Escola Secundária de Chão Bom, with a 10th grade class. The proposal was to work with students on problems involving*

¹ Este artigo representa uma pesquisa realizada no âmbito do Projeto “Reforço da formação de professores de matemática em países de Língua Oficial Portuguesa, numa lógica STEAM & GeoGebra”.

² Escola Secundária de Chão Bom – Tarrafal- Claudinotarrafal@hotmail.com

³ Escola Secundária de Chão Bom – Tarrafal- Tilindosilva.83@gmail.com

quadratic functions using the educational software GeoGebra as a methodological resource to make the teaching-learning process more interactive and dynamic. The main objective of this work is to investigate the pedagogical potential of GeoGebra in teaching and learning the quadratic function.

Keywords: *GeoGebra; Quadratic Function; New Technologies in Education*

1. Introdução

Hoje em dia ensinar o conceito de função quadrática é uma tarefa que pode ser utilizada não só usando o ensino convencional, mas também o uso de novas tecnologias, nesse caso, softwares educativos.

As aulas convencionais de Matemática precisam ser modificadas para despertar o interesse dos alunos e permitir que estes se envolvam e possam trocar experiências e saberes, refletir, construir, pesquisar, analisar e formular métodos próprios para resolver situações matemáticas.

Partindo da necessidade de melhorar as aulas de Matemática, uma alternativa é utilizar as diferentes tecnologias existentes hoje, como recursos no processo ensino -aprendizagem, tornando as aulas mais interessantes e dinâmicas, despertando assim o interesse e motivando os alunos a aprenderem Matemática.

Segundo Libâneo (2001, citado por HENZ, 2008, p. 7)

“na vida cotidiana, cada vez maior número de pessoas são atingidas pelas novas tecnologias, pelos novos hábitos de consumo e indução de novas necessidades. Pouco a pouco, a população vai precisando se habituar a digitar teclas, ler mensagens no monitor, atender instruções eletrônicas”(p.7).

Os recursos tecnológicos atualmente têm enormes vantagens. Uma das vantagens é o uso de computadores e softwares educativos no desenvolvimento do conceito das funções, que, além do impacto positivo na motivação dos alunos, sua eficiência como ferramenta de manipulação simbólica, no traçado de gráficos e como instrumento facilitador nas tarefas de resolução de problemas.

Para alguns autores, a introdução de computadores nas salas de aula é uma das formas de melhorar o ensino e aprendizagem dos alunos. Para NEVES (2019) o computador enquanto um instrumento lógico pode vir a contribuir de forma mais estimulante na aprendizagem.

Segundo Valente (2005)

“As facilidades técnicas oferecidas pelos computadores possibilitam a exploração de um leque ilimitado de ações pedagógicas, permitindo uma ampla diversidade de atividades que professores e alunos podem realizar (p.2) ”.

Na perspectiva de Niehues & Vicente (2013)

“A utilização de computadores no ensino provocaria, a médio e longo prazo, mudanças curriculares e de atitude profundas uma vez que, com o uso da tecnologia, os professores tenderiam a se concentrar mais nas ideias e conceitos e menos nos algoritmos (p.5).”

Deste modo torna-se um elemento importante inserir na dinâmica escolar a tecnologia como ferramenta pedagógica no processo ensino - aprendizagem. E deste modo, segundo NCTM (2000, p.27), “a tecnologia enriquece-a extensão e a qualidade das investigações, ao fornecer um meio de visualizar noções matemáticas sob múltiplas perspectivas.”

O uso das tecnologias, neste caso, o software educativo, durante as aulas, depende muito dos professores e, neste caso, NCTM (2000), defende que

“Os professores deverão usar a tecnologia para melhorar as oportunidades de aprendizagens dos seus alunos, através da seleção ou da criação de tarefas matemáticas que tiram proveito do que a tecnologia permite fazer de forma correta e eficiente.(p.27) ”

Sabendo da importância das novas tecnologias e dos recursos pedagógicos capazes de auxiliar os professores na busca de estratégias para a superação das dificuldades dos alunos perante o ensino da matemática, esta pesquisa compreende a aplicabilidade do uso de software GeoGebra como ferramenta metodológica na aprendizagem dos alunos na sala de aula.

Deste modo, os softwares podem ser considerados programas educacionais a partir do momento em que sejam projetados por meio de uma metodologia que os contextualizem no processo ensino - aprendizagem. De modo que, mesmo um software detalhadamente pensado para mediar a aprendizagem pode ter falhas se a metodologia do professor não for adequada ou adaptada a situações específicas de aprendizagem dos alunos.

Uma das funções dos softwares educativos é estimular o interesse do aluno pelo aprendizado, pois, os temas abordados podem ser tratados de forma

lúdica, desenvolvendo com mais qualidade as habilidades intelectuais dos alunos, motivando-os através das manipulações com os objetos no software.

A presente pesquisa teve como público-alvo uma turma do 10º ano da escola Secundária de Chão Bom, Ilha de Santiago - Cabo Verde. A turma era composta por 14 alunos, sendo 9 do sexo masculino e 5 do sexo feminino.

A experiência foi desenvolvida na sede do Agrupamento II, na Escola Secundária de Chão Bom, mais concretamente na zona de Ponta Ribeira, no concelho do Tarrafal na ilha de Santiago. A referida escola é de pequena dimensão, pois, possui apenas 13 (treze) salas de aula efetivas, o que equivale dizer que tem capacidade para acolher uma média de 800 (oitocentos) alunos por ano letivo.

Estruturalmente é constituída por dois pisos, subdivididos em vários blocos. Contempla cinco (5) salas de aula para responder às necessidades da comunidade educativa, sala para o corpo diretivo, secretaria, cantina, biblioteca, anfiteatro, EIEC (Espaço Educação Inclusiva e Promoção da Cidadania), clube de inglês, papelaria, casas de banho, pátio para a prática das atividades físicas. No primeiro piso estão 8 (oito) salas de aula, casas de banho, laboratórios de química e física, sala de informática, sala multimédia, sala de relações públicas e, ainda, a subdireção e a sala dos professores.

2. O software GeoGebra como um recurso didático

Neste trabalho o software utilizado é o GeoGebra, por ser um software livre, está disponível em várias plataformas e é uma fusão entre as palavras geometria e álgebra, permitindo trabalhar com esses dois conceitos em uma só ferramenta. Ele foi inicialmente desenvolvido em 2001 pelo professor Markus Hohenwarter, para ser utilizado em ambiente de sala de aula. Assim como muitos softwares, o GeoGebra surgiu da necessidade específica e, devido à sua qualidade acabou sendo disponibilizada para toda sociedade Silva (2015). Por ser muito popular, existem muitos tutoriais disponíveis sobre a sua utilização, além de contar com um fórum permanente na página oficial do software (www.geogebra.org).

Esse software pode ser utilizado em smartphone, tablet, telemóveis, com interfaces amigáveis, com vários recursos sofisticados e possui características dinâmicas em que gráficos, álgebras e tabelas estão interligados.

O software possui uma interface amigável, possibilidades para produção de aplicativos em página Web e está disponível em vários idiomas. Além disso, pode adquirir uma série de iterações e matérias de ajuda elaborados pela comunidade GeoGebra mundial que pode ser encontrado na plataforma www.geogebra.org.

O GeoGebra apresenta ferramentas tradicionais de um software de geometria dinâmica e possui uma vantagem didática: é composto por duas representações diferentes de um mesmo objeto que interagem entre si: janela geométrica (que pode ser 2D e 3D) e a janela algébrica.

Desta forma, o aluno percebe as construções e mudanças que ocorrem no gráfico da parábola mediante as variações das variáveis dessas funções e as situações propostas pelo professor ou pensadas por ele mesmo, durante a realização das atividades.

Contribuindo, neste sentido, Ferreira (2010, citada por Niehues & Vicente, 2013, p. 7), no seu artigo Ensinando a Matemática com o GeoGebra afirmou que:

“Por ser um sistema dinâmico de geometria permite ao construtor que optar por seu uso, fazer construções com pontos, vetores, segmentos, retas, seções cónicas bem como funções e mudá-los dinamicamente depois, e ainda equações e coordenadas podem ser inseridas diretamente. Assim, o GeoGebra tem a habilidade de tratar das variáveis para números, vetores e pontos, permite achar derivadas e integrais de funções e oferece comandos como Raízes ou Extremos (p.7)”

A utilização do software GeoGebra contribui significativamente no ensino -aprendizagem dos conteúdos matemáticos, uma vez que conduzem os alunos a refletir e a buscar soluções, pois oferecem a possibilidade de construir e mapear objetos geométricos, privilegiando assim a visualização de figuras.

3. Metodologia

Quando se faz qualquer investigação deve se levar em conta uma orientação teórica para a sustentação e validação do processo investigativo. Tendo em conta os propósitos delineados para o desenvolvimento deste trabalho de investigação, a opção metodológica deste estudo aponta para um estudo de caso, e conta com uma investigação essencialmente qualitativa, de carácter exploratório e interpretativo.

A metodologia qualitativa segundo Almeida e Freire (1997, citado por Silva J. , 2002, p. 98)

"visa primordialmente a busca da globalidade e da compreensão dos fenómenos. Ou seja, estuda-se a realidade sem a fragmentar e sem a descontextualizar, ao mesmo tempo que se parte não de teorias prévias, mas dos próprios dados, para os compreender ou explicar, procurando uma

incidência de observações maior nas particularidades do que na obtenção de regras gerais."

Outros autores como Bogdan & Biklen (1994), partilham da mesma opinião, ao referirem que

“os investigadores qualitativos escolhem para estudo cenários contextualizados, porque sentem que a acção pode ser melhor compreendida, quando é observada no cenário em que se desenrola. Ao fazer a recolha dos dados, é importante anotar a situação envolvente em que são recolhidos. Na verdade, a separação de determinado gesto, acto ou palavra do seu contexto significa, para o investigador, perder uma parte do respectivo significado (p.88) ”.

A investigação de carácter interpretativo segundo Merriam (1998, citada por Silveira, 2015, p. 139) “*alia-se à descrição o desejo de uma interpretação de acordo com as categorias concetuais estabelecidas para uma melhor ilustração dos pressupostos teóricos identificados e estudados antes da recolha de dados*”. A escolha deve-se ao fato de que se pretende compreender (o tema) na perspetiva dos alunos.

Enquanto o estudo de caso de carácter exploratória pode ser utilizado segundo Yin (2005) para definir questões e hipóteses para uma investigação posterior. Isto é, é a introdução de uma investigação subsequente. Este estudo busca hipóteses e proposições relevantes para orientar estudos posteriores. Pretendem fornecer um certo suporte para a teorização.

Os instrumentos da recolha de dados utilizados neste trabalho foram, questionários, observação direta, observação participante, registos fotográficos e registos em arquivos.

A investigação aconteceu no ano letivo 2020/21, numa sala de informática da Escola Secundária de Chão Bom, no período da tarde com a turma do 10ºC que tem na sua constituição 14 alunos, sendo 9 do sexo masculino e 5 do sexo feminino, com a idade compreendida entre os 16 e os 19 anos.

Para a realização da investigação o professor teve que passar por diversas fases, desde aplicação do questionário, familiarização com o software até aplicação de duas tarefas aos alunos.

Decidiu-se por aplicar um questionário aos alunos no sentido de se reunir as informações necessárias, pois, de acordo com Barbosa (1998) o questionário é um dos procedimentos mais utilizados para obter informações, é de baixo custo, pode ser apresentada a várias pessoas, garante anonimato e pode conter questões para atender a finalidade específica de uma pesquisa.

4. Apresentação, análise e interpretação dos resultados

O primeiro encontro com os alunos aconteceu no dia 22 de Abril de 2022 no período da tarde, das 14 às 15:30mn na sala de informática, na presença de 14 alunos. O tema socializado foi software GeoGebra e as suas funcionalidades. Na sala de informática havia 14 computadores e cada aluno tinha um computador para a familiarização com o software. O tempo estipulado para a familiarização foi muito pouco, uma vez que esses alunos tinham educação física logo a seguir, facto que dificultou e muito o domínio do referido software por parte dos alunos.

O segundo encontro aconteceu no dia 24 de Maio de 2022, em que foi apresentado aos alunos a tarefa 1, que era sobre a exploração do software e foram trabalhados em grupos de 3 e 4, num total de 4 grupos. O tema tratado na tarefa 1 foi funções polinomiais de grau 1, grau 2 e grau 3, cujo objetivo era calcular, zeros, sinais e a variação dos parâmetros de uma função polinomial de grau 2.

Em relação a última pergunta da tarefa 1, o professor pediu aos alunos que inserissem na barra de entrada a função $f(x) = ax^2 + bx + c$ e logo de seguida fez duas perguntas. A primeira foi: “O que foi possível observar na representação cartesiana da função f ”. E uma das respostas dada por um dos grupos foi:

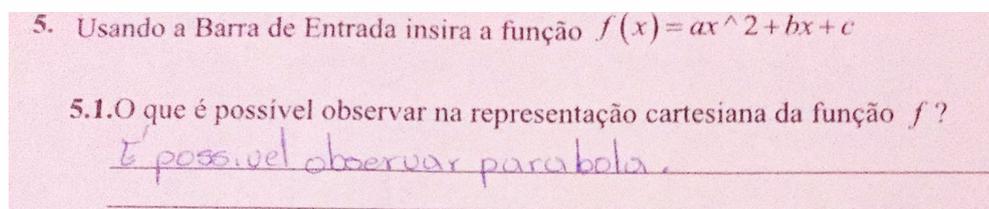


Figura 1: Resposta do grupo 2
Fonte: Câmara fotográfica do professor

A segunda pergunta foi: “Quais as mudanças que foram possíveis observar na representação gráfica de f , com a alteração dos parâmetros a , b e c ?”. E uma das respostas dada foi:

5.2. Quais as mudanças que foram possíveis observar na representação gráfica de f , com a alteração dos parâmetros a , b e c ?

com a alteração dos parâmetros a quando a for negativa a parábola fica no sentido contrário (cabeça para baixo), se a for zero o gráfico fica no formato a fim com alteração dos parâmetros b quando b for zero muda de posição e quando b for zero o gráfico é um função constante.
com a alteração dos parâmetros c o gráfico fica linear e quando b for zero o gráfico é um função linear.

Figura 2: Resposta dada pelo grupo 2
Fonte: Câmara fotográfica do professor

Perante essa resposta, podemos ver que os alunos conseguiram ver as mudanças dos gráficos de acordo com as alterações dos parâmetros.

De uma forma geral, de acordo com as respostas dos grupos, podemos observar que o objetivo da primeira tarefa foi atingido, uma vez que todos os grupos responderam todas as perguntas e de forma correta.

O terceiro encontro aconteceu no dia 04 de Junho de 2022, das 09h às 10h, na sala de Informática, onde foi apresentado a tarefa 2, cujo objetivo era resolver um problema sobre função quadrática no GeoGebra, usando uma Visão STEAM.

O objetivo específico inicialmente estabelecido para a tarefa 2 foi:

- Estudar o conceito de função quadrática através de situações do cotidiano e de suas aplicações em outras áreas.
- Identificar e compreender a equação *quadrática* e discutir o significado das raízes em confronto com a situação – problema.
- Contribuir para o desenvolvimento da comunicação matemática dos alunos.
- Consolidar conhecimentos adquiridos na utilização do GeoGebra e seus recursos.

Na tarefa 2 foi apresentado um problema sobre jato de água aos quatro grupos. A pergunta requer calcular a altura máxima e o alcance máximo de jato de água.

A altura de um jato de água, em metros, relativamente ao solo, é dada em função de x , distância horizontal ao repuxo, em metros, pela função:

$$h(x) = -\frac{5}{2}x^2 + 5x$$



Figura 3: Problema de jato de água

Para calcular o alcance máximo, os alunos usaram os comandos do GeoGebra e, para confirmarem os seus resultados acabaram por resolver numa folha à parte, as raízes da equação $h(x) = -\frac{5}{2}x^2 + 5x$, usando a factorização e a lei de anulamento do produto e concluíram que inicialmente a resposta dada estava correta.

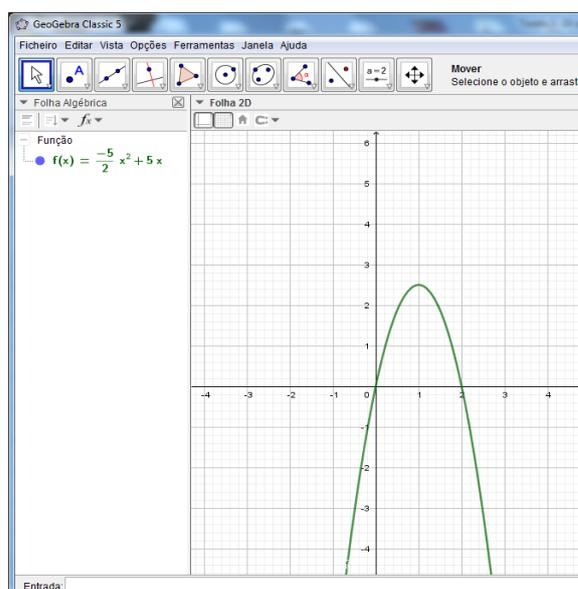


Figura 4: Alcance máximo usando GeoGebra

Fonte: Dados de campos, recolhidos pelos autores

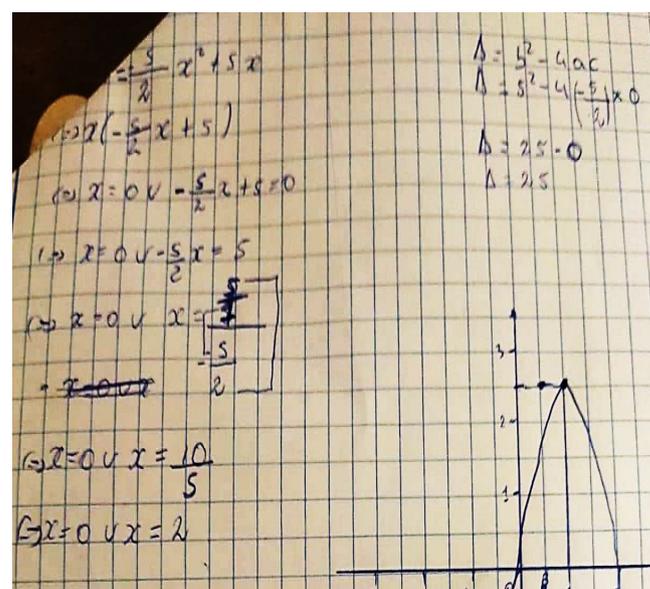


Figura 5: Alcance máximo usando a folha do caderno

Fonte: Câmara fotográfica do professor

Para responder à questão sobre a altura máxima de jato de água, os alunos utilizaram o mesmo procedimento. Primeiro utilizaram os comandos do

GeoGebra e só depois usaram a folha do caderno, calculando os vértices da parábola com a fórmula $V = \left(-\frac{b}{2a}; -\frac{\Delta}{4a}\right)$ o que os levou a concluir novamente o que os comandos do GeoGebra já tinham mostrado. Dessa forma ficaram todos entusiasmados ao perceber a importância do uso de software GeoGebra na resolução de problemas geométricos no dia-a-dia.

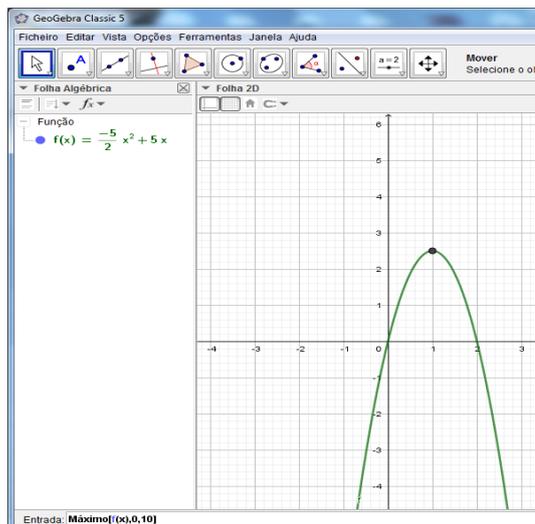


Figura 6: Altura máxima usando GeoGebra

Fonte: Dados de campos, recolhidos pelos autores

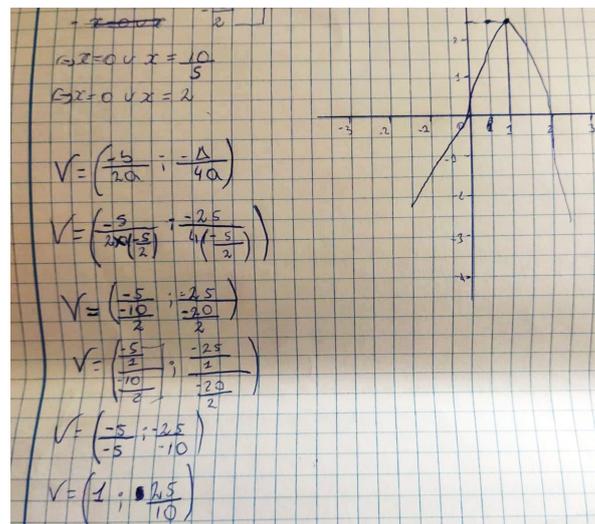


Figura 7: Altura máxima usando uma folha do caderno

Fonte: Câmara fotográfica do professor

Em relação a tarefa 2, todos os grupos resolveram a totalidade das questões. O único problema foi que, no início da aula os elementos de todos os grupos ficaram nervosos pelo fato de que iriam fazer um trabalho para avaliação.

Para finalizar a implementação do estudo, aplicamos um questionário diagnóstico no dia 08 de Junho de 2022 para os alunos responderem de forma anônima para retratar estatisticamente a contribuição da utilização do software educativo GeoGebra nas aulas de matemática como ferramenta pedagógica no processo de ensino – aprendizagem.

O questionário aplicado aos alunos tinha dois objetivos fundamentais e complementares. Do ponto de vista teórico, a primeira era conhecer a opinião a cerca da matemática e do software GeoGebra. E do ponto de vista prático pretendeu-se verificar qual o impacto que o GeoGebra teve no ensino e aprendizagem dos alunos.

Segundo os dados do questionário na turma 10^oC, 8 alunos afirmaram que gostam de Matemática, porque “*ajuda a resolver vários problemas*”⁴ e 6 que afirmaram que não gostam da mesma por ser “*uma disciplina complicada*”⁵.

Face à questão, “*se tem sido bom aluno em matemática*”, o resultado encontrado assemelha ao gosto pela disciplina, isto é, 8 alunos afirmaram que tem sido bons alunos em matemática.

De acordo com os dados do questionário, em relação ao uso do computador em casa e na escola, os dados foram:

Frequência com que acedes ao computador em casa		
	Frequência	Percentagem
Nunca	6	42,9
Raramente	2	14,3
várias vezes	3	21,4
Sempre	3	21,4
Total	14	100,0

Tabela 1: Frequência de uso de computador em casa

Fonte: Dados de campos, recolhidos pelos autores

Frequência com que acedes ao computador na escola		
	Frequência	Percentagem
Nunca	1	7,1
Raramente	9	64,3
várias vezes	3	21,4
Sempre	1	7,1
Total	14	100,0

Tabela 2: Frequência de uso de computador na escola

Fonte: Dados de campos, recolhidos pelos autores

⁴Relato de um aluno do 10^oC

⁵Relato de um aluno do 10^o C

Em relação a esses dados podemos reparar que uma grande maioria desses alunos nunca usam o computador em casa e esse fato justifica-se pela inexistência de computadores em casa. Em relação a escola, um grande número raramente usa na escola, e este resultado era esperado pelo fato de que na escola não existe computadores nas salas e nem na biblioteca e dessa forma dificulta o uso de computadores.

Perante este cenário, 64,3% desses alunos afirmaram que nunca utilizam o computador para estudar para os testes e apenas 35,7% afirmaram que raramente utilizam e esse fato justifica-se pela inexistência de computadores em casa e de números insuficientes na escola.

No que abrange aos softwares educativos na matemática, a questão “se já tinham utilizado alguns tipos de softwares (Excel, Funções, Cinderella, Cabri-Géometre II plus, GeoGebra) nas aulas de matemática”, a resposta dada mostra que 79% desses alunos “nunca” tinham utilizado o Excel nas aulas. Em relação ao software Funções a resposta dada foi que 93% “nunca” tinham utilizado Funções. Em relação a Cinderella e Cabri-Géometre II plus 86% “nunca” tinham usado esses softwares e 14% “Desconhecem”. Em relação ao GeoGebra 64% afirmaram que “nunca” utilizaram o software e 36% afirmaram que “raramente” utilizaram esse software e por fim 72% afirmaram que “nunca” tinham utilizado outros softwares.

Partindo desses dados podemos ver que esses alunos não conheciam a maioria desses softwares, salvo o GeoGebra que já tinham ouvido falar.

Em relação à questão, “Se consideram importante o uso de softwares educativos na aprendizagem da Matemática”, cerca de 93% afirmaram que o uso software educativo é muito importante na aprendizagem da matemática, contudo uma grande maioria não o utiliza para o estudo dos conteúdos matemáticos, o que leva à questão, o porquê da não utilização dos softwares educativos para o estudo. Facto que pode ser justificado pelo a) desconhecimento e/ou falta de domínio do software por parte dos alunos, professores; b) deficiente utilização dos computadores disponíveis na escola ou, c) pouca dinâmica dos professores no ensino da matemática usando a tecnologias.

No final do questionário o professor pediu aos alunos que fizessem uma apreciação global da experiência, e o resultado foi que uma esmagadora maioria dos alunos avaliaram a experiência como sendo “Bom” e “Muito Bom” e foi justificado pelo fato de que é a primeira vez que está a ser utilizado um software educativo no ensino de conteúdos matemáticos na Escola Secundário de Chão Bom e a aprendizagem foi satisfatória, embora com poucos meios.

Desse modo, é importante que o professor utilize cada vez mais ferramentas digitais no ensino – aprendizagem, de matemática e que procure se aprimorar para utilizar essas ferramentas com domínio. E dessa forma, o ensino

de matemática acontecerá de forma dinâmica e, conseqüentemente, despertará o interesse no aluno.

5. Considerações finais

A integração das novas tecnologias no processo ensino - aprendizagem se tem demonstrado de extrema importância para a melhoria da qualidade do sistema educativo. O GeoGebra como sendo um software dinâmico e educativo, mostrou ser muito eficiente na aprendizagem dos alunos, uma vez que com esse software podemos visualizar gráficos facilitando a sua interpretação e o reconhecimento de alguns pontos importantes, sem mencionar o fato de motivar os alunos a serem autônomos e, por meio da experimentação, indica contribuições para a aprendizagem.

De uma forma geral, o GeoGebra proporcionou aos alunos uma nova forma de aprendizagem.

Com a utilização do software GeoGebra foi possível reconhecer maior interesse dos alunos e melhor compreensão do conteúdo abordado: construir o gráfico de funções quadráticas, identificar os coeficientes compreendendo o significado geométrico; identificar a concavidade, quantidade de raízes e os pontos de máximo e mínimo da função.

No aspecto das aprendizagens dos alunos, é de realçar que o resultado obtido com a pesquisa foi satisfatório, uma vez que o uso do software pedagógico GeoGebra contribui significativamente para o ensino - aprendizagem do conceito de função quadrática, principalmente nas análises dos gráficos.

Para finalizar gostaríamos que essas formações de caráter pedagógicos acontecessem mais e que sejam abrangidas para outras escolas.

Referências

- BARBOSA, E. F. Instrumentos de coleta de dados em projetos educacionais. **Publicação do Instituto de Pesquisas e Inovações Educacionais – Educativa**, p. 1-5, 1998.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação -uma introdução á teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora LDA, 1994.
- HENZ, C. C. **O uso das tecnologias no ensino - aprendizagem da matemática**. Trabalho de Monografia apresentado na pós-graduação ao Curso de Matemática da Universidade de Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI – Campus de Erechim, 2008.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). **Princípios e Normas para a Matemática Escolar**. Portugal: Associação de Professores de Matemática. 2000.

- NEVES, C. D.D.S. **Uma abordagem do estudo da derivada de uma função com aplicação do GeoGebra**. 2019. Tese de Doutorado.
- NIEHUES, K. C.; VICENTE, A. A Utilização do Software GeoGebra como ferramenta pedagógica no processo ensino-aprendizagem de Função Quadrática, uma alternativa metodológica. **Cadernos PDE: Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do professor PDE**. Paraná, p. 2-17, 2013.
- SILVA, J. C. S. **As novas tecnologias no contexto escolar: uma abordagem sobre aplicações do GeoGebra em trigonometria**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- SILVEIRA, A. P. R. **O GeoGebra na formação e aprendizagem de transformações geométricas isométricas no plano euclidiano**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de Aveiro (Portugal).
- VALENTE, J. A. Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador. **O papel do computador no processo ensino-aprendizagem**. In: ALMEIDA, MEB, p. 1-18, 2005.
- YIN, R. K. **Estudo de Caso. Planejamento e métodos**. 3ª Edição. São Paulo: Bookman, 2015.