

**A CONTRIBUIÇÃO DO SOFTWARE GRAPH NO ESTUDO DE FUNÇÕES
POLINOMIAIS****THE CONTRIBUTION OF GRAPH SOFTWARE IN THE POLYNOMIAL FUNCTION
STUDY****Ricardo Santos Silva¹**
Simone Silva da Fonseca²
José da Silva Barros³

Página | 228

RESUMO

O objetivo deste artigo foi investigar a contribuição do Software Graph no estudo de Funções Polinomiais no Ensino Médio. Nossas análises pautaram-se, sobretudo, em discussões em torno do uso de softwares educacionais no ensino de matemática. Nesta pesquisa foi adotada a abordagem qualitativa e o tipo de pesquisa de campo, desenvolvida no Laboratório de Informática da Escola Estadual Nossa Senhora da Conceição, localizada no município de Lagoa da Canoa/AL, com sete alunos do 2º ano do Ensino Médio que estudaram o conteúdo Funções Polinomiais. Para a coleta dos dados foi utilizada a aplicação de três atividades com o uso do software Graph e um questionário composto por cinco questões discursivas. Como aportes teóricos nos apoiamos em Zuffi (2001) sobre a história do conteúdo funções; Walle (2009) que estuda o ensino aprendizagem da matemática através de softwares; e nas orientações para os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL,2006) sobre a importância do ensino de funções. Os resultados apontam que os alunos participantes da pesquisa têm diferentes dificuldades em relação ao conteúdo Funções Polinomiais, sendo que a maior delas é a construção de gráficos. Além disso, pudemos verificar que a utilização do Software Graph contribuiu efetivamente na aprendizagem dos alunos com relação ao conteúdo de Funções Polinomiais através da interação e praticidade do programa por meio da mediação do professor pesquisador.

Palavras chave: Função Polinomial. Software Graph. Recurso Tecnológico.

ABSTRACT

The purpose of this article was to investigate the contribution of Software Graph in the study of Polynomial Functions in High School. Our analyzes were based mainly on discussions about the use of educational software in mathematics teaching. In this research the qualitative approach and type of field research, developed in the Computer Laboratory of the Nossa Senhora da Conceição State School, located in the city of Lagoa da Canoa / AL, were adopted, with seven students from the 2nd year of High School who studied the content Polynomial Functions. For the data collection, the application of three activities with the use of Graph software and a questionnaire composed of five discursive questions was used. As theoretical contributions we rely on Zuffi (2001) on the history of content functions; Walle (2009) who studies teaching mathematics learning through softwares; and in the guidelines for National Curricular Parameters for Secondary Education (BRASIL, 2006) on the importance of teaching functions. The results

¹ Licenciado em Matemática pela Universidade Federal de Alagoas/Campus de Arapiraca. E-mail: rikardo.s.silva@gmail.com

² Professora substituta do Curso de Matemática na Universidade Federal de Alagoas/Campus de Arapiraca. Doutoranda em Educação pela Universidade Federal de Sergipe. E-mail: simonefonsecasilva@hotmail.com

³ Professor Doutor do Curso de Matemática Licenciatura na Universidade Federal de Alagoas/Campus de Arapiraca. E-mail: barros199@gmail.com

indicate that the students participating in the research have different difficulties in relation to the Polynomial Functions content, the biggest one being the construction of graphs. In addition, we could verify that the use of the Software Graph effectively contributed to the students' learning regarding the content of Polynomial Functions through the interaction and practicality of the program through the mediation of the researcher teacher.

Keywords: Polynomial function, software Graph, technological resource.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de função, presente nos mais diversos ramos da ciência, se originou devido a cientistas e filósofos tentarem compreender a realidade e encontrar métodos que permitissem estudar e descrever os fenômenos naturais. Segundo Caraça (1989) duas características fundamentais estão presentes nesse contexto: a interdependência, que faz com que todas as coisas estejam relacionadas umas com as outras e a fluência, que faz com que tudo no mundo esteja em permanente mudança. De acordo com Blanco (1998) o conceito de função é um “conceito vivo” dos mais importantes e fundamentais em todos os níveis. Além do que muitos educadores matemáticos se preocupam com os processos de ensino e aprendizagem de funções.

Sobre a origem do conceito função, Zuffi (2001) afirma que:

Não parece existir consenso entre os autores, a respeito da origem do conceito de função [talvez pelo seu próprio aspecto intuitivo]. Alguns deles consideram que os Babilônios (2000 a.C.) já possuíam um instinto de funcionalidade [grifos do autor] (...) em seus cálculos com tabelas sexagesimais de quadrados e de raízes quadradas (...) que eram destinadas a um fim prático. As tabelas, entre os gregos, que faziam a conexão entre a Matemática e a Astronomia, mostravam evidência de que estes percebiam a ideia de dependência funcional, pelo emprego de interpolação linear (ZUFFI, 2001, p.11).

A noção de função se tem devido a participação de inúmeros estudiosos no decorrer de seu processo evolutivo. Tais estudos, definiram e verificaram diferentes perspectivas com relação à função, sendo que os mesmos direcionavam para o conceito de função utilizado atualmente.

Fazer essa contextualização histórica nos permite identificar a evolução do conceito de função e de identificar sua importância e quais as dificuldades encontradas pelos alunos com relação à tal conteúdo.

Desse modo, ao analisar as Orientações Educacionais Complementares Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) sobre a importância do ensino e aprendizagem de funções, apontam que o conceito função é abrangente e está relacionado aos problemas do cotidiano, no qual pode ser identificado pelos alunos em sala de aula e no dia a dia, permitindo ao educando o desenvolvimento da linguagem algébrica, indispensável para expressar a relação entre as grandezas e modelar situações problemas. Dessa forma, os problemas de aplicação devem introduzir o estudo de funções, servindo de contexto e motivação para a aprendizagem dos conceitos envolvidos nesse assunto.

Diante do que foi dito, as Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio PCN+ (BRASIL, 2006) destacam que:

Os problemas de aplicação não devem ser deixados para o final desse estudo, mas devem ser motivo e contextos para o aluno aprender funções. A riqueza de situações envolvendo funções permite que o ensino se estruture permeado de exemplos do cotidiano, das formas gráficas que a mídia e outras áreas do conhecimento utilizam para descrever fenômenos de dependência entre grandezas. O ensino, ao deter-se no estudo de casos especiais de funções, não deve descuidar de mostrar que o que está sendo aprendido permite um olhar mais crítico e analítico sobre as situações descritas (BRASIL, 2006, p. 121).

Logo, enfatizam que o ensino pode ser iniciado diretamente pela noção de função para descrever situações de dependência entre duas grandezas, o que admite o estudo a partir de casos contextualizados, descritos na forma algébrica e geométrica. E ainda, que devido as diversas situações que envolvem funções permitem que o ensino ganhe uma vasta riqueza de exemplos do dia a dia, das formas gráficas que a mídia e outras áreas do conhecimento utilizam para descrever fenômenos de dependência entre grandezas. Em meio as diferentes possibilidades de identificar as funções, devemos enaltecer as tecnologias educacionais que estão cada vez mais ganhando espaço no ensino e aprendizado.

Com os avanços das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), faz-se necessário refletir e reformular as atuais práticas pedagógicas no ensino de matemática. As diretrizes curriculares para o ensino apontam a necessidade de se incorporar o uso da tecnologia na educação matemática.

Segundo Fernandes (2004, p. 43) “hoje, com a velocidade de processamento e distribuição de informações via rede virtual, o computador tornou-se um instrumento indispensável para as realizações humanas”.

Para Lévy (1993):

Quanto mais ativamente uma pessoa participar da aquisição de um conhecimento, mais ela irá integrar e reter aquilo que aprende. Ora, a multimídia interativa, graças à dimensão reticular ou não linear, favorece uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado. É, portanto, um instrumento bem adequado a uma pedagogia ativa (LÉVY, 1993, p.11).

Nesse contexto, o uso da tecnologia no processo de ensino aprendizagem de matemática possibilita ao professor um auxílio de grande importância para a realização de seu trabalho, ajudando a estimular os alunos na busca de informações, gerando um interesse maior por parte dos estudantes em relação aos conteúdos.

De acordo com Fernandes (2004) explorar bem o imenso potencial das novas tecnologias, particularmente os Softwares Educativos nas situações de ensino e aprendizagem, pode trazer contribuições tanto para os estudantes instigando-os a desenvolver capacidades intelectuais, estimular e contribuir para a busca de mais informações sobre um determinado conteúdo, quanto para os professores, possibilitando rever caminhos de aprendizagem percorridos pelo seu aluno, facilitando assim a identificação de entendimento, bem como de dificuldades que este se deparou.

Para Walle (2009) o ensino aprendizagem da matemática através de softwares deve ser baseado em situações-problemas que considerem: os processos cognitivos; o raciocínio; as estratégias adotadas durante o processo de resolução; os estágios de desenvolvimento relativos às habilidades envolvidas. Com relação à aprendizagem da matemática, os softwares mais proveitosos podem ser aqueles que permitem interação do aluno com os conceitos ou ideias matemáticas, propiciando a descoberta, inferindo resultados, levantando e testando hipóteses, criando situações problemas.

Desse modo, nos próximos tópicos apresentaremos o Software Graph e por meio da experiência desenvolvida⁴, apontaremos as contribuições desse recurso tecnológico para o estudo de Funções Polinomiais no Ensino Médio.

2 UMA BREVE APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE GRAPH

O Graph é um software matemático de interface simples que pode ser utilizado para construir gráficos e avaliar funções matemáticas diversas em um sistema de coordenadas cartesianas. Além do gráfico outros registros de representações matemáticas podem ser explorados como uma tabela e a forma analítica da função.

O programa é de livre circulação (freeware, ou seja, é um programa que permite a redistribuição, mas não a modificação, e seu código fonte não é disponibilizado). O software suporta uma extensa variedade de funções, que podem ser feitas em diferentes estilos e cores de linha. As funções podem ser salvas como um arquivo gráfico, impressa ou exportada para outros softwares. Sombras e pontos também podem ser colocados em todo o sistema de coordenadas. O programa é gratuito e foi desenvolvido por Ivan Johansen e está disponível apenas para o Sistema Operacional Windows via internet, através do link: <https://www.padowan.dk/>.

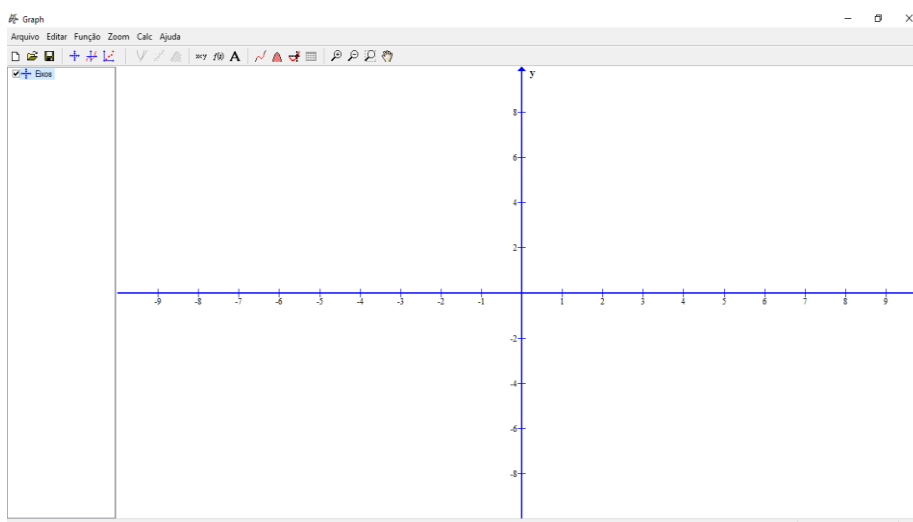


Figura 1 – Interface inicial do Software Graph.
Fonte: acervo dos autores.

⁴ Este trabalho é um recorte da pesquisa desenvolvida como Trabalho de Conclusão do Curso em Matemática Licenciatura na Universidade Federal de Alagoas/Campus de Arapiraca, orientado pelo Prof. Dr. José da Silva Barros e Coorientado pela Profa. Ma. Simone Silva da Fonseca.

3. APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES UTILIZANDO O SOFTWARE GRAPH

Para o desenvolvimento desse trabalho foi utilizada a pesquisa qualitativa, dividida em duas etapas. Na primeira etapa aplicamos três atividades envolvendo Funções Polinomiais. Na Atividade 1 foi explorado a Função Polinomial de 1º Grau Incompleta; na Atividade 2 exploramos a Função Polinomial do 1º Grau Completa; e na Atividade 3 abordamos a Função Polinomial do 2º Grau. As atividades foram aplicadas com sete alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Nossa Senhora da Conceição⁵, localizada no município de Lagoa da Canoa/AL, em fevereiro de 2018.

Página | 233

A aplicação dessas atividades teve o intuito de investigar o uso do Software Graph nas aulas de Funções Polinomiais e sua contribuição para o aprendizado dos alunos sobre algumas propriedades envolvendo as funções, tais como: analisar os pares ordenados que definem uma função, o domínio e a imagem de uma função; identificar se uma função é crescente ou decrescente; compreender sobre coeficiente linear e angular de uma função; identificar o sinal de uma função; concavidade de uma função polinomial de grau 2; pontos máximos e mínimos de uma função de grau 2; e zeros de uma função. Na segunda etapa da pesquisa aplicamos um questionário composto por cinco questões discursivas para avaliar o desempenho dos alunos ao utilizar o software Graph nas atividades propostas.

Vale ressaltar que ambas etapas tinham o objetivo de garantir que o aluno fizesse parte do processo de construção do seu saber e não apenas assumisse um papel de mero espectador. Neste sentido, o professor, ao conduzir as atividades, fez os alunos se envolverem através de questionamentos e discussões, o que levou ao desenvolvimento gradativo dos conceitos de funções.

Atividade 1

A atividade inicia-se com o valor de um apagador que custou R\$ 2,50 (dois reais e cinquenta centavos). Com isso, foram feitas discussões a respeito do valor a ser pago por um apagador, dois, três etc. Ou seja, ao comprar dois apagadores pagou-se 2 vezes o valor de R\$ 2,50 que equivale a R\$ 5,00. Ao comprar três apagadores pagou-se 3 vezes o

⁵ A pesquisa foi desenvolvida com sete alunos porque apenas sete computadores estavam funcionando no laboratório de informática da escola.

valor de R\$ 2,50 que equivale a R\$ 7,50. Com a compreensão desses elementos podemos perceber que existe um padrão, sendo assim, tal padrão pode ser representado como mostra a tabela a seguir.

Tabela 1 – Preço do apagador

Quantidade de apagador a ser comprado [x]	Valor total a ser pago em R\$ [$y = f(x)$]
1	2,50
2	5,00
3	7,50

Fonte: Acervo dos autores.

Como podemos observar na tabela 1, a quantidade de apagador foi representada por x e o valor a ser pago foi representado por y ou $f(x)$. Dessa forma, o que temos é a função polinomial do primeiro grau: $f(x) = 2,50x$.

Esse exemplo serviu para que os alunos compreendessem, a partir de discussões e reflexões, que existe uma relação entre a quantidade de apagadores e o valor a ser pago. Ainda fica compreensivo para o discente que o valor do apagador não é variável, o que varia é a quantidade de apagadores.

Com a mediação do professor pesquisador os alunos utilizaram o software Graph para plotar o gráfico da função e fazer um estudo detalhado sobre suas propriedades. Para inserir o gráfico no programa os alunos foram na barra de ferramentas, na tela inicial do software, em seguida em “**Função**”, depois em “**inserir função**”. Ao inserir a função, o gráfico foi apresentado, como mostra a Figura 2.

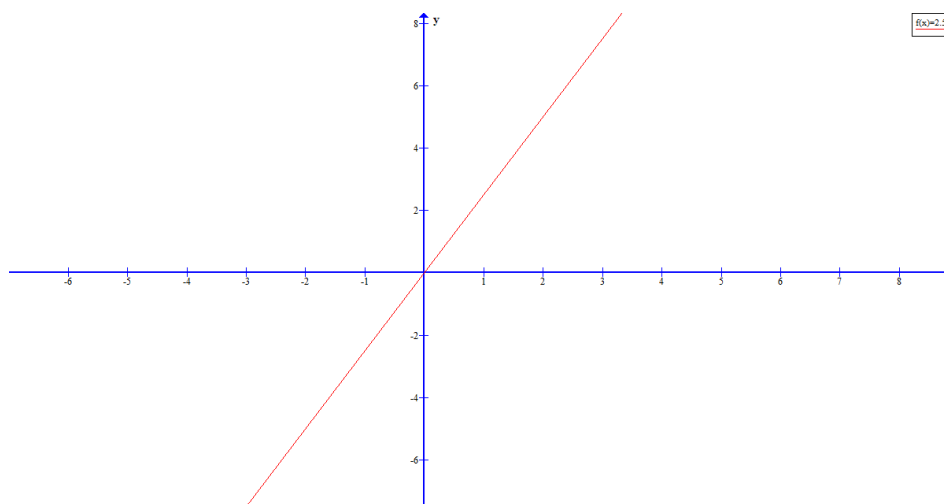


Figura 2 – Gráfico de $f(x) = 2,5x$

Fonte: Acervo dos autores.

Como o aplicativo mostrou o comportamento da função a partir dos dados da série, os valores negativos de x foram inseridos no aplicativo, porém, como só os valores positivos de x são de interesse podemos corrigir isso da seguinte maneira: na barra de ferramentas, foi em “**Função**”, em seguida “**Editar**” e mudar para 0 (zero) a variação do argumento, indicando assim que a função tem valor para x inteiro positivo. Também pode ser adicionado uma série de pontos e as coordenadas resultando no gráfico a seguir.

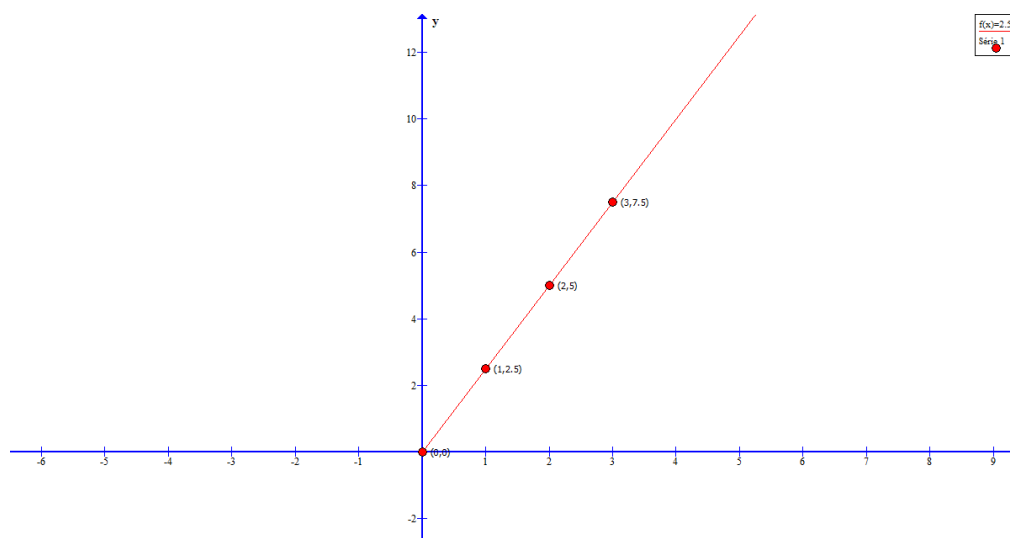


Figura 3 - Gráfico de $f(x) = 2,5x$, com $x \geq 0$

Fonte: Acervos dos autores.

Com essa atividade, os alunos puderam compreender algumas propriedades básicas das funções como: analisar os pares ordenados que definem a função, domínio e imagem da função e identificar se a função é crescente ou decrescente.

Atividade 2

Esboçar os gráficos das funções e analisar o comportamento das funções com relação aos seus coeficientes angulares e lineares.

- $f(x) = 3x + b$, com $b \in \mathbb{Z}$, $-2 \leq b \leq 2$.
- $g(x) = ax + 2$, com $a \in \mathbb{Z}$, $-1 \leq a \leq 1$.
- $h(x) = 2x + 1$, com $x \in \mathbb{Z}$, $-1 \leq x \leq 1$.

Com o auxílio do software Graph obtemos o seguinte gráfico para f :

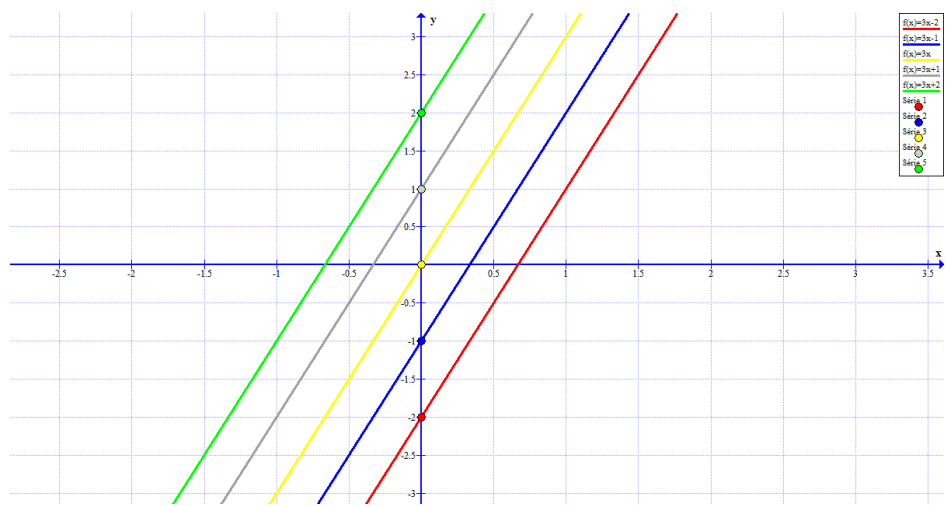


Figura 4 – Gráfico de f , com b entre -2 e 2
Fonte: Acervo dos autores.

Nesse caso, como apenas b está variando, o aluno compreendeu que o coeficiente b (coeficiente linear) determina o ponto onde a função toca o eixo y .

Posteriormente analisamos o comportamento da função $g(x) = ax + 2$, com $a \in \mathbb{Z}$, $-1 \leq a \leq 1$. Com o auxílio do Graph, temos:

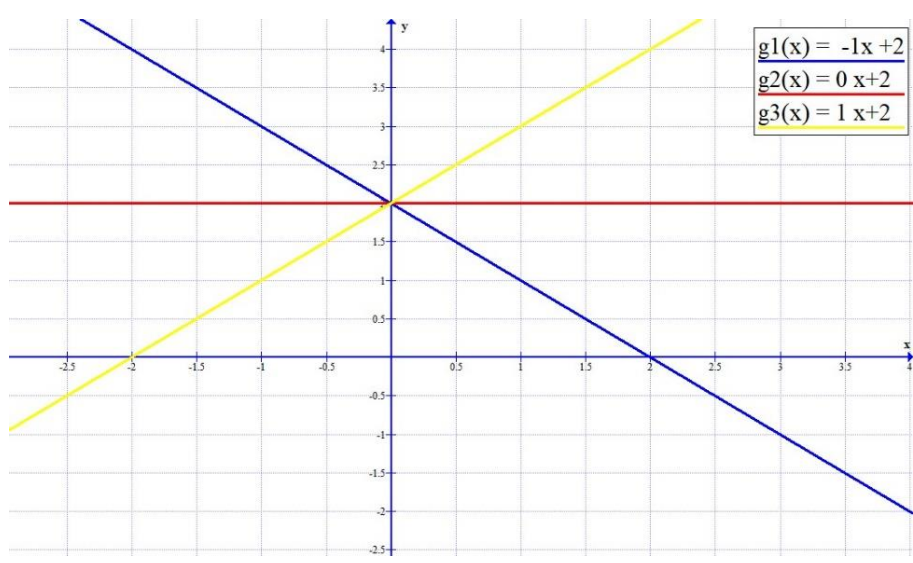


Figura 5 - Gráfico de g , com a entre -1 e 1
Fonte: Acervos dos autores.

Nesse caso, os alunos compreenderam que ao manter o coeficiente $b = 2$, o coeficiente a está relacionado com a inclinação da reta no gráfico, ou seja, o ângulo no

qual a reta faz com o eixo x, daí a designação de coeficiente angular. Além disso, percebe-se que a função é crescente quando o coeficiente a for positivo e decrescente quando o coeficiente a for negativo. Fazendo o esboço do gráfico de h , temos o gráfico a seguir.

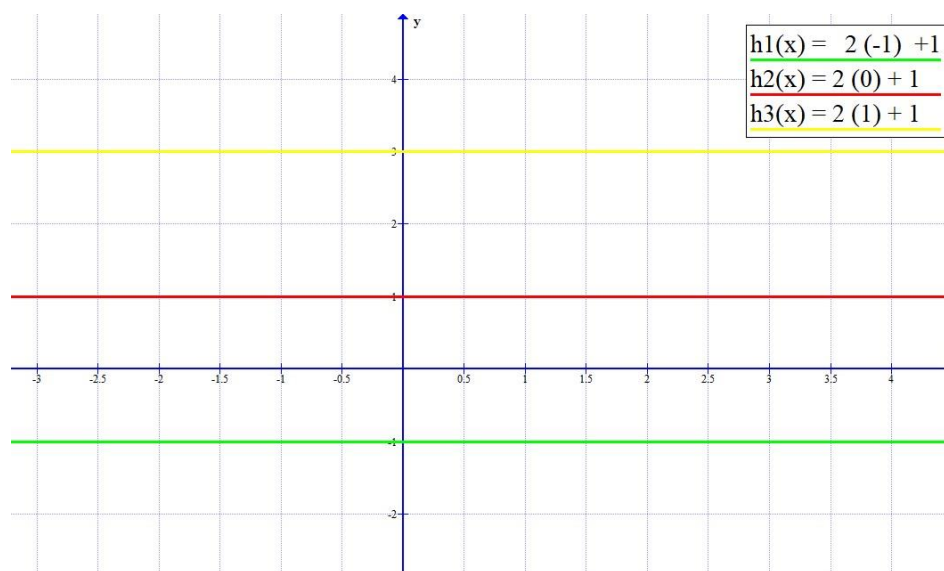


Figura 6- Gráfico de h com x entre -1 e 1
Fonte: Acervos dos autores.

Observando o gráfico, é possível concluir que:

$$h(x) > 0, h \text{ é positiva.}$$

$$h(x) < 0, h \text{ é negativa.}$$

$$h(x) = 0, h \text{ é nula.}$$

Com esse estudo os alunos obtiveram uma compreensão sobre o comportamento dos coeficientes angulares e lineares de uma Função Polinomial de 1º grau, além de compreender o sinal de uma função de uma forma interativa através de análises e discussões com o auxílio do Software Graph.

Atividade 3

Esboce os gráficos das funções a seguir e analise o comportamento das funções com relação aos seus coeficientes.

- $f(x) = x^2 + 2x + 1$
- $g(x) = -x^2 + 2x + 1$

Ao construir os gráficos das funções $f(x)$ e $g(x)$, os alunos notaram que a diferença de uma função para a outra está no sinal do coeficiente a . Vejamos os gráficos a seguir.

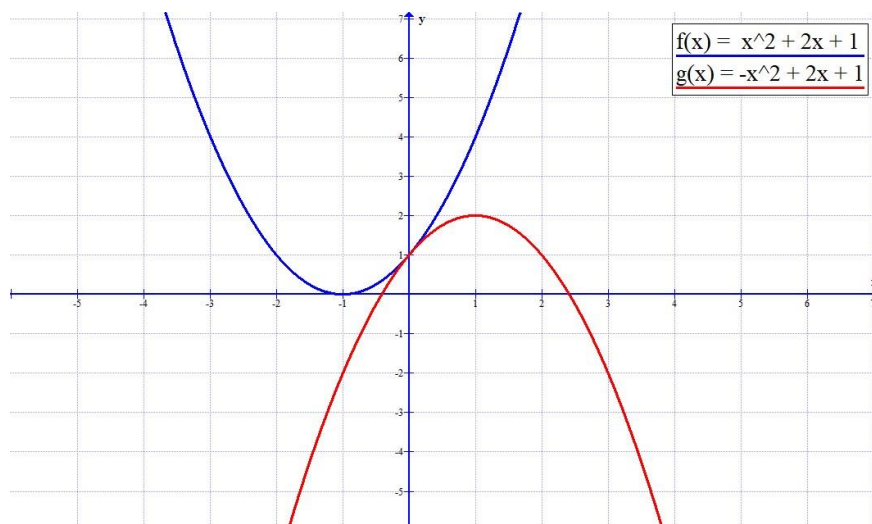


Figura 7- Gráficos de f e g .
Fonte: Acervos dos autores.

Com a construção do gráfico de f (azul) e g (vermelho) os alunos puderam compreender a variação da parábola ao mudar somente o coeficiente a . Nesse caso, o sinal do coeficiente a determinou a concavidade da parábola. Quando o sinal do coeficiente angular é positivo a concavidade da parábola é voltada para cima e quando o sinal do coeficiente angular é negativo a concavidade da parábola é voltada para baixo.

Vale ressaltar que ao observarmos o gráfico, constatamos que o coeficiente angular também determina se a função tem ponto de máximo ou ponto de mínimo, que é o vértice da parábola. No caso se a concavidade for voltada para baixo, implica que a função possui ponto de máximo. Já se a parábola tiver a concavidade voltada para cima, significa dizer que a função possui ponto de mínimo.

Outro fato importante a ser observado na Figura 7 é o estudo dos zeros das funções ou raízes das funções. Para esse estudo foi conveniente fazer uma aproximação entre a representação geométrica com a algébrica. Para isso, os alunos calcularam algebricamente as raízes de f como uma equação quadrática: $x^2 + 2x + 1 = 0$.

Os alunos identificaram os coeficientes da função e aplicaram a fórmula de Bhaskara. Resolvendo temos que: $a = 1, b = 2$ e $c = 1$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$\Delta = 4 - 4 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{0}}{2}$$

$$x = -1$$

A partir dessa resolução, obtivemos duas informações importantes para o estudo do gráfico, que são: o valor do discriminante $\Delta = 0$ e a raiz da equação $x = -1$. Como pode ser observado a equação possui apenas uma raiz real.

Agora, o mesmo deve ser feito com a função g . Assim temos: $-x^2 + 2x + 1 = 0$

$$\Delta = 8, \quad \Delta > 0$$

$$x \cong -0,4 \text{ e } 2,4$$

Como pode ser observado, a função f possui somente uma raiz, graficamente isso significa que f intercepta o eixo x em apenas um ponto, onde o mesmo é a raiz da função. Como pode ser visto na Figura 7, f toca o eixo x no ponto $x = -1$.

A função g possui duas raízes reais, dessa forma, a função f intercepta o eixo x em dois pontos, onde tais pontos são as raízes de g . Como pode ser observado na Figura 7, a função g toca o eixo x nos pontos $x \cong -0,4$ e $x \cong 2,4$. Outra informação importante a observar em relação a f e g é que o sinal do discriminante indica se a função intercepta o eixo x em um ponto ($\Delta = 0$), é o caso da f , em dois pontos ($\Delta > 0$), é o caso da g , ou em nenhum ponto ($\Delta < 0$).

3.1 Análise do questionário aplicado aos alunos

Após a aplicação das atividades propostas, desenvolvemos a segunda etapa da pesquisa, a aplicação de questionário discursivo contendo cinco perguntas sobre a experiência com o uso do Software Graph para a resolução dos problemas com Funções

Polinomiais. Nesta pesquisa identificamos as respostas dos alunos utilizando o código A1, A2, A3, e assim sucessivamente.

Questão 1: Os professores realizam, regularmente, atividades utilizando softwares? Se sim, de que forma e com que frequência?

Página | 240

Para essa questão 100% dos alunos responderam que não. De acordo com Silveira (2011) o uso dos softwares na escola é algo muito novo ainda e o despreparo dos profissionais é um dos maiores problemas encontrados para que sua utilização seja realizada com sucesso. A maioria dos professores não recebem cursos de capacitação das escolas e não procuram se capacitar, com isso não conseguem alcançar o objetivo esperado. Cabe ressaltar que os PCN+ (BRASIL, 2006) recomendam o uso da tecnologia como instrumento capaz de aumentar a motivação dos alunos, mas se a proposta de trabalho não for interessante, os alunos rapidamente perdem a motivação.

Questão 2: Quais são as maiores dificuldades referente ao conteúdo de Funções Polinomiais?

Identificamos que a maior dificuldade dos alunos em relação ao conteúdo Funções Polinomiais é a construção do gráfico. Para o aluno A1, a aplicação da atividade com o software Graph: *“ajudou bastante a compreender a construção de gráficos, pois a interação com o software facilita muito na visualização e aprendizado de conceitos como pares ordenados e coeficientes”*. Além disso, o aluno A2 apontou que: *“a manipulação dos dados no aplicativo gera uma percepção bem mais apurada de tais conceitos, garantindo um aprendizado mais eficaz”*. Segundo o aluno A3: *“a diferença de estudar funções com o auxílio de um software é muito grande, pois no quadro o aluno não tem a possibilidade de interagir com os valores de forma tão simples”*.

O aluno A5 respondeu que:

Uma das vantagens de utilizar o programa é que dá pra modificar os valores dos coeficientes e instantaneamente percebe-se o comportamento do gráfico em relação a esses coeficientes, o que ajuda a compreender de forma simples sobre os coeficientes e os pares ordenados de uma função e o comportamento do gráfico da mesma, algo que não se pode fazer ao estudar função apenas com o professor desenhando no quadro (ALUNO A5).

Abrahão e Palis (2004) abordam as concepções e as dificuldades de professores ao construir e interpretar gráficos de funções levando-os a reverem e reavaliarem seus conhecimentos. Desse modo, o uso de um software possibilita ao professor e ao aluno uma visualização de como devem ser as representações gráficas, além disso, os professores ganham tempo porque evitam fazer vários cálculos para construir gráficos no quadro, e os autores apontam ainda que “o tempo de sala de aula geralmente gasto em cálculos e construção manual de gráficos pode ser usado para explorar exercícios mais complexos e mais variado” (ABRAHÃO; PALIS, 2004, p. 35).

Questão 3: Você sentiu dificuldades para desenvolver as atividades propostas com a utilização do Software Graph?

Apesar de quase todos os alunos responderem que não sentiram dificuldades com o Software Graph para desenvolver as atividades, vale ressaltar que o único aluno que disse sentir dificuldade com o software argumentou sobre a interface do programa, dizendo ter dificuldades em encontrar as ferramentas necessárias para esboçar o gráfico, dificultando um pouco no andamento das atividades, porém com a mediação do professor pesquisador a atividade foi finalizada com sucesso.

Cinco alunos responderam que não sentiram dificuldades com o aplicativo por ser fácil de manusear e por deixar as atividades mais fáceis de serem compreendidas, devido ao leque de possibilidades que o programa dispõe com relação ao estudo de funções.

O aluno A6 respondeu que “*sentiu um pouco de dificuldade no desenvolvimento das atividades por conta do curto período de tempo que teve para conhecer as ferramentas disponíveis no programa*”. Em geral, os alunos não demonstraram dificuldades na compreensão do conteúdo estudado, mas o que foi notado é que o pouco contato com a ferramenta atrasou um pouco o andamento das atividades, sendo assim, é recomendado para o professor que, antes da aula com o software, que faça uma abordagem sobre a interface para que os alunos possam ter uma facilidade maior para com as ferramentas do Graph antes da aplicação das atividades.

Questão 4: Você considera que o software Graph contribuiu para a aprendizagem das funções polinomiais? Se sim, em quais aspectos?

De forma geral, 100% dos alunos afirmaram que o Graph contribuiu de alguma forma no aprendizado de funções. Além disso, 100% dos alunos que participaram das atividades responderam que o software facilitou no estudo e análise de gráficos devido à interação e manipulação de dados que o Graph dá como possibilidade para os usuários, oportunizando uma análise mais simples e completa dos gráficos. Os três alunos que citaram a contribuição do Graph no estudo dos coeficientes de uma função, relataram basicamente que a parte geométrica torna mais fácil a compreensão dos coeficientes, pois ao manipular os dados no Graph fica visível o comportamento dos coeficientes no gráfico, facilitando o aprendizado de tal conceito.

Além disso, os alunos destacaram que a junção da parte algébrica com a geométrica deu uma melhor compreensão sobre o conteúdo função, isto é, o software Graph ajudou a aproximar a parte algébrica da geométrica.

Questão 5: Quais os pontos positivos que você pode destacar com relação ao estudo de funções polinomiais feito com o uso do Software Graph?

Os alunos apontaram que o software proporcionou interação e praticidade para a compreensão dos conceitos básicos sobre funções, fazendo com que as lacunas deixadas no ensino algébrico sejam recompensadas na forma geométrica trazida pelo programa, tornando o aprendizado mais eficaz.

Vale ressaltar que o interesse dos alunos pelo conteúdo estudado aumentou devido ao uso do software por se tratar de uma nova metodologia, diferente das que estavam acostumados, facilitando o ensino e aprendizado. Foi possível perceber que conceitos básicos que antes eram tidos como muito complexos pelos alunos, como por exemplo, encontrar os zeros de uma função, pares ordenados de uma função, coeficientes angulares e lineares de uma função, puderam facilmente ser compreendidos com o auxílio do Software Graph, pois a mistura da parte algébrica com a geométrica ajudaram a assimilar tais conceitos, de modo que, os conceitos visto algebricamente puderam ser compreendidos de forma simples, geometricamente, e quando foi feita essa ponte entre esses dois ramos, a compreensão e o aprendizado dos conceitos se tornou bem mais eficaz.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca por métodos que auxiliem o professor a proporcionar uma didática mais simples e eficaz para o ensino e aprendizagem de Funções Polinomiais, esta pesquisa objetivou investigar a contribuição do Software Graph no estudo de Funções Polinomiais no Ensino Médio. Durante a aplicação do questionário discursivo foi possível identificar diferentes dificuldades apresentadas pelos alunos em relação ao conteúdo função, sendo que a mais relatada pelos alunos foi a construção de gráficos. Foi identificado também que o Software Graph tem inúmeras potencialidades e permite ao professor de matemática utilizá-lo para explicar diferentes funções e seus elementos constituintes.

Em relação as dificuldades na utilização do Software Graph, cinco alunos responderam que não sentiram dificuldades com o aplicativo por ser fácil de manusear e por deixar as atividades mais fáceis de serem compreendidas, devido ao leque de possibilidades que o programa dispõe com relação ao estudo de funções. E dois alunos sentiram dificuldades para manusear as ferramentas disponibilizadas no programa. Ao perguntarmos se o Software Graph contribuiu para o aprendizado de funções, 100% dos alunos afirmaram que sim. Além disso, 100% dos alunos que participaram das atividades responderam que a utilização do software facilitou no estudo e análise de gráficos devido à interação e manipulação de dados que o Software Graph dar como possibilidade para os usuários, proporcionando uma análise mais simples e completa dos gráficos. Segundo os alunos respondentes, a utilização do Software Graph contribuiu efetivamente na aprendizagem dos mesmos com relação ao conteúdo de Funções Polinomiais devido a interação e praticidade do programa por meio da mediação do professor.

O estudo mostrou que o software Graph ajudou os alunos a compreenderem conceitos básicos sobre funções de forma simples fazendo com que as lacunas deixadas no ensino algébrico fossem recompensadas na forma geométrica trazida pelo programa, tornando o aprendizado mais eficaz. Vale ressaltar que mesmo utilizando um reduzido número de sujeitos para essa pesquisa, esperamos que este trabalho incentive outros professores de matemática a investigar de que modo os recursos como os softwares educacionais podem facilitar o envolvimento dos alunos nas tarefas propostas e, por conseguinte, proporcionar uma aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, A. M. C.; PALIS, G. L. R. A Questão da Escala e as Concepções de Professores ao Analisarem Gráficos de funções $f:R$ em R obtidos em calculadoras. **Revista da SBEM**, ano II, n. 16, p. 31-36, 2004.

BLANCO, M. M. G. **Conocimiento Profesional del Profesor de Matmáticas. El Concepto de Función como Objeto de Ensenanza-Aprendizaje.** Grupo de Investigación en Educación Matemática. Universidade de Sevilla, 1998.

Página | 244

BRASIL. **Orientações educacionais complementares para os Parâmetros Curriculares Nacionais:** ensino médio. Brasília: MEC, 2006.

CARAÇA, B. J. **Conceitos Fundamentais da Matemática.** 9ª edição. Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora, 1989.

FERNANDES, N. L. R. **Professores e computadores:** Navegar é preciso. Porto Alegre: Mediação, 2004.

LÉVY, P. **Tecnologias da inteligência.** O futuro da inteligência na era da informática. 1993.

SILVEIRA, P. C. F. **Software livre e Educação: vantagens e desvantagens das novas tecnologias.** 2011. Disponível em <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/ueadsl/article/download/2871/2830>. Acesso em: 20 de fev. 2018.

WALLE, J. A.V. **Matemática no Ensino Fundamental:** formação de professores e aplicação em sala de aula. Tradução: Paulo Henrique Colonese. - 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ZUFFI, E. M. et al. Alguns aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de função. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, n. 9/10, abr. 2001.

Submetido em: 10 de março de 2019.

Aprovado em: 07 de maio de 2019.