

Explorando os coeficientes da função quadrática por meio do *software* *Winplot*: Uma experiência com alunos do 2º ano do Ensino Médio

Exploring the coefficients of quadratic function through *Winplot*: an experience with Second Year High School Students

Mauricio Ramos Lutz
iffmauricio@gmail.com

Aline Silva de Bona
aline.bona@osorio.ifrs.edu.br

Resumo

Este estudo é uma pesquisa qualitativa, que desenvolvi com o objetivo principal de elaborar, implementar e analisar uma sequência didática, envolvendo o conteúdo de gráficos da função quadrática. Além disso, busquei associar, reconhecer e compreender a relação entre os coeficientes da função quadrática. Realizei esta investigação em uma turma, com 16 alunos, do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, do Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete/RS. A importância da realização de tal pesquisa deve-se à necessidade de incluir o uso de tecnologias na disciplina de Matemática e à carência de material didático voltado para esse fim. Para fundamentar o processo de investigação, utilizei como metodologia os pressupostos da Engenharia Didática. Espero, com esse trabalho, contribuir para instrumentalização dos professores do Ensino Médio de maneira a favorecer a aprendizagem do conteúdo proposto.

Palavras-chave: Função quadrática; Mídias Digitais; Engenharia Didática.

Abstract

This study is a qualitative research I carried out with the main objective of implementing and analyzing a didactic sequence which involves graphs of quadratic function. Moreover, I aimed to associate, recognize and understand the relationship between the coefficients of the quadratic function. I conducted this investigation in a class of 16 students from the Technical Course of Information Technology and High School at Farroupilha Federal Institute - Campus Alegrete/RS. This research is relevant because it approaches the use of technology in Mathematics classes and the development of didactic materials. In order to implement that investigation, I applied the methodological assumptions from Engineering Didactics. By doing this work, I hope to help High School teachers as well as to encourage them to learn the subject investigated.

Keywords: Quadratic function; Digital Media; Didactic Engineering.

Introdução e a importância das Tecnologias de Informação e Comunicação

Este trabalho¹ é o resultado do desejo de contribuir para a melhoria do Ensino de Matemática, no que diz respeito ao uso de mídias digitais, em especial, à informática na educação. Durante

¹ Trabalho de pesquisa realizado para obtenção do grau de especialista em Matemática, Mídias Digitais e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

minha trajetória profissional, percebi que inúmeros alunos têm dificuldades no aprendizado de Matemática, o que acaba causando desgosto ou desinteresse pela disciplina. Com isso, vejo a necessidade de a Matemática deixar de ser aquela disciplina taxada muitas vezes de difícil ou mesmo impossível de entender, pois possuí somente números e fórmulas sem utilidade prática e passar a trabalhar com a Matemática de modo que o aluno veja a aplicação em seu cotidiano.

São inquietações que me fazem constantemente estar (re)pensando o meu fazer pedagógico. Essa inquietação vem ao encontro da temática desse trabalho, que consiste na apresentação de material para o ensino do conteúdo de Função Quadrática, com ênfase no estudo de seus gráficos, por meio da utilização de recursos digitais, como o *Winplot*, a serem incluídos na disciplina de Matemática do Ensino Médio visando atender às orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

[...] a Matemática deve acompanhar criticamente o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias nas diferentes áreas do conhecimento para se posicionar frente às questões de nossa atualidade (BRASIL, 1998, p. 18).

Também devemos levar em conta a escolha do que vamos utilizar. Segundo Niskier (1993):

A tecnologia educacional não pretende impor-se como meio pedagógico por excelência, mesmo porque nenhum meio é capaz, isoladamente, de se tornar eficaz para os propósitos do ensino. Faz-se necessária uma escolha consciente por parte dos educadores e dentro de princípios, que visem mais à aprendizagem do estudante do que ao modismo (p. 34).

De acordo com Niskier, a escolha consciente e dentro de princípios é fundamental para que a tecnologia educacional seja desenvolvida em sala de aula. Para tanto, considera-se primordiais escolhas conscientes do *software*, do público, do tempo necessário para determinado público, do conteúdo a ser desenvolvido, do quando, do por quê e do como seria desenvolvido o conteúdo. Esses são requisitos fundamentais para uma prática pedagógica efetiva e consciente. Isso significa dizer que não basta usar o computador em aula se ela não foi planejada dentro das necessidades curriculares da disciplina. A escolha consciente implica em dar sentido ao conteúdo curricular e não em usar a informática isolada do conteúdo curricular, ela serviria como apoio, suporte pedagógico, ela, evidentemente, não deve ser a atividade fim, a atividade fim é o ensino e aprendizagem dos conteúdos de Matemática.

Sabe-se que não é fácil, mas devemos estar sempre nos reformulando e buscando novos conhecimentos, seja em livros, revistas, centros acadêmicos, formação continuada, enfim, a forma com que buscamos essa atualização não importa, mas sim saber que devemos estar sempre nesse movimento de busca de novos conhecimentos.

Tenho constantemente a inquietação com a assimilação do conteúdo de maneira a dar sentido prático para o aprendizado, e a informática é uma grande aliada desse processo. Ao preparar minhas aulas, vejo-a como um recurso motivador dentro e fora da sala de aula. Tanto para mim em minha prática quanto para o aluno, que a partir dela busca informações fora do ambiente escolar. Conseqüentemente, dando-lhe autonomia. Por isso, percebo que a utilização do computador como recurso de auxílio no processo de ensino e aprendizagem, deve ir muito além da sala de aula.

A partir do momento que comecei a utilizar a informática em minhas aulas, percebi que os alunos apresentam mais interesse pelos conteúdos desenvolvidos a partir de mídias digitais do que pelos conteúdos desenvolvidos sem o uso de mídias digitais. Com isso, a aprendizagem de conceitos matemáticos é visivelmente facilitada. Antes do uso de *softwares*, eu, muitas vezes não percebia se o conteúdo trabalhado havia sido compreendido plenamente pelos alunos.

Pensando em mudanças no processo de ensino e aprendizagem, surgiram alguns objetivos para este trabalho:

- Elaborar, implementar e analisar uma sequência didática envolvendo o conteúdo de gráficos da função quadrática;
- Associar, reconhecer e compreender a relação entre os coeficientes no gráfico da função quadrática.

Para alcançar os objetivos propostos, essa pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: a primeira etapa foi a elaboração da sequência didática por meio da confecção do material didático segundo os pressupostos da Engenharia Didática; e a segunda etapa foi a aplicação e avaliação desse material na turma do 2º ano do Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete (IF Farroupilha – CA).

A escolha deste conteúdo deu-se devido a sua grande importância dentro do contexto matemático e também por haver uma grande variedade de aplicações a outras áreas de conhecimentos, como por exemplo: Física, Química, Biologia e etc. Assim, decidi utilizar o *software Winplot* para trabalhar gráficos da função quadrática, com especial atenção à relação entre a expressão algébrica que define a função e seu gráfico no plano cartesiano.

Percebo que esse trabalho justifica-se ainda pelo fato de que, com a popularização das mídias digitais, o educador necessita e tem a possibilidade de procurar recursos e maneiras diferenciadas, que forneçam auxílio em sua prática pedagógica, e nada mais atual do que a inserção do uso do computador na sala de aula. Segundo Valente (1996, p.24) “o advento do computador na educação provocou o questionamento dos métodos e da prática educacional.” Mas percebe-se que também tem provocado certo constrangimento entre alguns educadores menos informados que ainda têm receio e se negam a utilizar recursos computacionais nas aulas de matemática. Ainda conforme Valente (1996, p. 34), “o uso do computador pode enriquecer ambientes de aprendizagem onde o aluno, interagindo com os objetos desse ambiente, tem chance de construir o seu conhecimento.”

A ideia da utilização deste recurso, *Winplot*, é trabalhar com comparações entre diversos gráficos da função quadrática e, conseqüentemente, poder analisar o que está ocorrendo nos coeficientes da função.

Nesse sentido, escolhi o *Winplot*² que é um *software* matemático de domínio público desenvolvido por *Richard Parris*, da *Philips Exeter Academ*. Pareceu-me adequada a utilização de um *software* que não exigisse o pagamento de direitos autorais.

Além de ter sido traduzido recentemente para o português, o *Winplot* tem a vantagem de ser simples, utilizar pouca memória do computador e, por outro lado, dispor de vários recursos que o tornam atraente e útil para os diversos níveis de ensino e aprendizagem. É um *software* de simples utilização, é pequeno e portátil, inclusive, está sempre atualizado.

Para finalizar essa seção gostaria de reafirmar que o presente trabalho visa apresentar uma sequência didática utilizando como ferramenta tecnológica o *software Winplot*. Entretanto é importante divulgar que existem outros *softwares*, como por exemplo, *GeoGebra*, *Graphmatica* e *GrafEq* que trabalham com gráficos de funções.

A Engenharia Didática

A Engenharia Didática é uma metodologia de ensino que pode ser vista como um referencial para a elaboração de produtos voltados para o ensino, nos quais existe a união da parte teórica com a prática (CARNEIRO, 2005).

A Engenharia Didática, conforme Artigue (1996) é desenvolvida em quatro fases: a primeira fase são as análises prévias; a segunda é a concepção e análise *a priori* das situações didáticas

² Disponível para download em <<http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html>>

a) Dimensão epistemológica

Para Usiskin (1995) e Ursini (2000), quando analisamos a álgebra como o estudo das relações entre as grandezas, as variáveis representam valores do domínio de uma função ou números dos quais dependem outros números. Sendo assim, a ideia de função deve surgir naturalmente. Porém, se analisarmos em um nível mais avançado, quando a álgebra é vista como aritmética generalizada, as variáveis são usadas como generalizadoras de informações numéricas.

Segundo Barreto (2008), o conceito de função é considerado um dos mais importantes da Matemática e seus aspectos mais simples estão presentes nas noções mais básicas desta ciência, como por exemplo, na contagem.

Conforme as Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

O estudo das funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria matemática. (BRASIL, 2006, p.121)

Portanto, com essas definições de propósitos, noto que a escola atual não deve mais ficar amarrada ao ensino de natureza enciclopédica, mas sim desenvolver competências, pelas quais o aluno pode ampliar habilidades de investigação, compreensão, comunicação, representação e também não menos importante, que se dê com a contextualização sociocultural. A Matemática também deve ser uma ferramenta prática utilizada para resolver problemas do cotidiano. O estudo de Funções no Ensino Médio deve viabilizar a aprendizagem da formulação de questionamentos que podem ser resolvidos através de pesquisa e formulações de hipóteses que gerem a solução do problema ou um modelo que responda o que está sendo apresentado.

b) Dimensão cognitiva

A turma, em que a sequência didática será aplicada, é composta por 16 alunos do curso Técnico em Informática (segundo ano do Ensino Médio), destes 11 são alunas e 5 alunos. Primeiramente, a fim de descobrir em que nível estava o conhecimento sobre função quadrática, fiz os seguintes questionamentos: Para você o que é uma função? O que você entende por função quadrática ou função do 2º grau?

Essas perguntas foram elaboradas com o intuito de verificar quais os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conteúdo que eu iria estudar mais adiante. Os resultados desses questionamentos serão abordados posteriormente na seção: As concepções e análise *a priori* da Engenharia Didática. A partir delas, dei início ao desenvolvimento do material que seria aplicado na sequência direcionada.

c) **Dimensão didática**

O ensino de Matemática tem se dado de forma abstrata e descontextualizada, o que gera um quadro de inúmeras dificuldades na aprendizagem dos conteúdos por parte dos alunos. Ressalto as dificuldades enfrentadas pelos professores no que diz respeito às metodologias apresentadas no material didático disponível. Em relação às metodologias, é fácil depararmos com livros didáticos que tornam os conceitos incompreensíveis, desde os mais simples até os mais complexos (ROTUNNO, 2007).

Para este trabalho, analisei cinco livros didáticos, que foram enviados pelas editoras para análise e escolha do livro do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2015), disponibilizado pelo Governo Federal.

Os livros analisados foram:

- Livro A: IEZZI, Gelson. Matemática: ciências e aplicações. Vol. 1. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- Livro B: LEONARDO, Fabio Martins de. Conexões com a Matemática. Vol. 1. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013
- Livro C: PAIVA, Manoel. Matemática. Vol. 1. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013.
- Livro D: SMOLE, Kátia Stocco; DINIZ, Maria Ignez. Matemática: Ensino Médio. Vol. 1. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- Livro E: SOUZA, Joamir Roberto de. Novo Olhar: Matemática. Vol. 1. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

Todos os livros trazem um número considerável de páginas destinadas ao conteúdo de função quadrática em comparação com os outros conteúdos propostos e também um elevado número de exercícios.

Existem poucas diferenças entre os livros. Destaco o Livro D e E, que trouxeram a utilização de recursos computacionais, eles sugeriram o uso do *software Winplot* para trabalhar funções afim e quadrática.

A respeito dessa pesquisa, saliento que a análise da bibliografia em questão não tem o objetivo de verificar qual livro é mais adequado, e sim analisar se o conteúdo foi contemplado e que tipo de abordagem apresenta.

Analisando as atividades, percebe-se que a maioria dos autores direciona os exercícios propostos de forma contextualizada, ou seja, situações nas quais os alunos podem se deparar em seu cotidiano, realizando questionamentos, fazendo com que o aluno reflita na situação proposta.

As concepções e análises *a priori* da Engenharia Didática

No decorrer deste texto, foram explicitadas a proposta didática, os objetivos e as escolhas no âmbito local, quando descrevo as atividades propostas, os recursos a serem utilizados e o público alvo. É nessa fase, “As Concepções e Análises *a priori* da Engenharia Didática”, que são descritas as escolhas no âmbito global e as escolhas no âmbito local.

a) Caracterização da turma de aplicação da sequência didática

A caracterização da turma foi baseada na ficha de matrícula disponibilizada pela Secretaria de Registros Acadêmicos do IF Farroupilha – CA. Além disso, houve conversas informais que auxiliaram na realização da caracterização.

Essa caracterização foi realizada no início do mês de abril de 2015, na segunda série do Ensino Médio de turma do Curso Técnico em Informática do IF Farroupilha – CA, com o intuito de conhecer o público de aplicação da atividade proposta.

Todos os alunos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, o qual explica a proposta do trabalho, deixando claro que a participação não é obrigatória.

A turma, que foi o objeto de investigação deste trabalho, é formada, por 16 alunos, sendo 11 meninas e 5 meninos, dos quais 10 estavam presentes no dia da aplicação da proposta.

Com relação à faixa etária, a composição da turma é bastante homogeneia, com idades variando entre 16 e 17 anos, com uma média de idade de 16 anos e 3 meses. Destes alunos, 57% têm 16 anos.

Em relação à etnia, verifiquei que a maioria dos pesquisados, representado por 83%, identificaram-se como brancos e os demais como mulatos ou negros.

Ainda pude constatar outro dado importante: 100% dos alunos são originários de escolas públicas de Alegrete e arredores.

b) A sequência aplicada na turma do Técnico em Informática

Após os alunos terem aceitado participar, foram propostas duas perguntas “Para você o que o que é uma função?” e “O que você entende por função quadrática ou função do 2º grau?”. A ideia desta pergunta surgiu para verificar e valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, com o intuito de elaborar e propor um material que valorizasse esses saberes e também pudesse realizar a associação entre a teoria e prática cotidiana.

Segundo Ribemboim (2013) pode-se definir uma função:

Denotando por X e Y dois conjuntos não vazios de números reais, damos uma regra de correspondência que associa a cada número real x no conjunto X um número real y em Y. Uma tal correspondência é dita uma FUNÇÃO, definida no conjunto X e com valores no conjunto Y. Dizemos também que é uma função de X em Y (p. 93).

Para Lima (2006, p. 127) “Uma função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ chama-se quadrática quando existem números reais a , b e c , com $a \neq 0$, tais que $f(x) = ax^2 + bx + c$ para todo $x \in \mathbb{R}$.”

Para definir função e função quadrática, selecionei dois autores renomados no Brasil. Não diria que houve respostas totalmente erradas, diria que nenhuma resposta era condizente com a que o professor esperava a julgar pelo renome dos autores que definiam o conteúdo proposto. Percebi que todos, ou quase todos, tiveram o intuito de associar função a uma relação entre conjuntos ou variáveis x e y . A seguir algumas repostas apresentadas para a definição de função:

“Função é uma relação entre dois conjuntos.” (Resposta do Aluno B).
“Função é a definição dada a uma relação que busca valores possíveis para determinado termo” (Resposta do Aluno E).
“É uma associação de conjuntos, onde há relação de variáveis, ...” (Resposta do Aluno H).

Para a pergunta sobre o que é função quadrática, apresento algumas respostas:

“É toda função elevado ao quadrado.” (Resposta do Aluno A).
“ $ax^2+bx+c=0$ ” (Resposta do Aluno C).
“É uma função quadrática $ax^2+bx+c=0$.” (Resposta do Aluno D).
“Função quadrática é do tipo $f(x)=ax^2+bx+c$ onde a , b e $c=0$ são números e a tem que ser diferente de zero.” (Resposta Aluno F).

Percebi através das respostas que os alunos não têm claro o que é uma função quadrática ou uma equação quadrática, pois a grande maioria associou a função quadrática como sendo $ax^2+bx+c=0$ e não $f(x)=ax^2+bx+c$.

A partir da apreciação das respostas dadas pelos alunos, tive o ponto de partida para desenvolver um material direcionado aos seus conhecimentos prévios acerca do conteúdo.

O material foi dividido em quatro aulas (4 horas/aula) e trabalhado em uma única tarde no laboratório de informática.

A análise das atividades dos alunos

Nessa seção, descrevo como se deu a aplicação da terceira fase do que propõe a metodologia da Engenharia Didática, a qual consiste em aplicar a sequência didática elaborada a partir da fase um e dois (Análises Prévias e Concepção e Análise *a priori*) realizando observações e anotações. Foi dada ênfase às respostas apresentadas pelos alunos e a partir delas foram feitas algumas análises.

O material didático entregue aos alunos apresenta, além das atividades propostas, um pequeno tutorial de acordo com a necessidade de cada questão sobre o uso do *Winplot*. Também foi entregue um segundo material, no qual os alunos deveriam responder as atividades propostas para posterior análise do professor.

Abaixo, apresento as atividades propostas seguidas das respostas esperadas e algumas repostas apresentadas pelos alunos participantes.

a) Usando o *Winplot* para estudar o coeficiente a da função quadrática.

Para essa primeira parte, 8 questões foram pensadas.

Foi pedido, inicialmente, que fosse construído o gráfico da função $f(x) = x^2 - x - 2$.

A partir do gráfico proposto, os alunos realizaram algumas análises.

Questão 1) Qual o coeficiente a da função trabalhada?

Resposta esperada: o coeficiente a é 1.

Questão 2) Quanto à monotonicidade, esta função quando corta o eixo x no ponto -1 é?

() Crescente

(x) Decrescente

Questão 3) Por quê?

Resposta esperada: Analisando, com valores próximos, observa-se que ela é decrescente num intervalo I quando para qualquer par de pontos x_1 e x_2 , com $x_1 \leq x_2$, tem-se $f(x_1) \geq f(x_2)$.

Nesta questão nenhum aluno chegou a resposta esperada, a metade associou o fato de a função ser decrescente naquele intervalo ao valor negativo -1 a outra metade tentou associar que y_1 é menor que y_2 e por isso a função naquele intervalo seria decrescente.

Questão 4) Quanto à monotonicidade esta função quando corta o eixo x no ponto 2 é?

(x) Crescente

() Decrescente

Questão 5) Por quê?

Resposta esperada: Analisando com valores próximos observa-se que ela é crescente num intervalo I quando para qualquer par de pontos x_1 e x_2 , com $x_1 \leq x_2$, tem-se $f(x_1) \leq f(x_2)$.

Nesta questão aconteceu algo semelhante ao que aconteceu na questão 3, metade associou o valor 2 como sendo crescente e a outra metade tentou associar que y_2 é maior que y_1 .

Utilizando o *Winplot* e não apagando o gráfico da função anterior, mude o valor do coeficiente α (mantendo os demais coeficientes inalterados), coloque valores entre 0 e 1 (valor 0.5), maiores do que 1 (valor 4, 8 e 12). Observe o que está acontecendo.

Continuando a análise, foi pedido para que os alunos respondessem à questão abaixo.

Questão 6) Com valores positivos no coeficiente α , o que você observou que aconteceu na concavidade do gráfico?

Resposta esperada: A concavidade permaneceu voltada para cima.

Agora apague os gráficos anteriores deixando somente o gráfico. Mude o valor do coeficiente (mantendo os demais coeficientes inalterados), porém agora com valores negativos, coloque valores -0.5, -2, -4, -8, -12. Observe o que está acontecendo.

A partir da construção dos gráficos, propus as seguintes questões:

Questão 7) Com valores negativos no coeficiente α , o que você observou que aconteceu na concavidade do gráfico?

Resposta esperada: A concavidade do gráfico ficou voltada para baixo.

Questão 8) Conforme foram sendo aumentados ou diminuídos os valores do coeficiente a , o que você observou quanto à abertura da concavidade?

Resposta esperada: A concavidade permaneceu voltada para baixo, porém quando mais os valores se afastavam do ponto de origem do gráfico $(0, 0)$ a concavidade ia ficando mais fechada.

Aqui novamente as respostas ficaram divididas. Somente 50% dos alunos perceberam que aumentando e diminuindo os valores do coeficiente a , a abertura da concavidade alterava-se.

b) Usando o *Winplot* para estudar o coeficiente b da função quadrática.

Apague todos os gráficos e construa a função $f(x) = x^2 + x - 2$.

Após essa construção varie os valores do coeficiente b mantendo inalterados os demais coeficientes, atribuindo os valores -12, -8, -5, -1, 3, 5, 8, 12.

A partir da observação do gráfico, responda a pergunta abaixo:

Questão 9) Conforme os valores do coeficiente b aumentavam ou diminuía o que você observou quanto a inclinação da parábola quando ela corou o eixo y ?

Resposta esperada: A análise do coeficiente b nos diz sobre a inclinação que a parábola toma após passar o eixo y . Se o b é negativo ($b < 0$), ao seguir a parábola para direita a partir do ponto de corte do eixo y , iremos descer. Se o b é maior que zero ($b > 0$), a partir do ponto de corte do eixo y , iremos subir.

Apenas 4 alunos observaram e associaram o valor negativo do coeficiente para ser decrescente naquele ponto ou se o valor positivo para ser crescente.

Agora atribua o valor zero para o coeficiente b e responda a questão 10.

Questão 10) Com o valor zero para o coeficiente b , o que você observou quanto à inclinação da parábola quando ela corta o eixo y ?

Resposta esperada: A parábola não possui inclinação.

Todos os alunos observaram que quando o valor do coeficiente é nulo a parábola não cresce e nem decresce naquele ponto.

c) Usando o *Winplot* para estudar o coeficiente c da função quadrática.

Apague todos os gráficos anteriores e construa a função $f(x) = x^2 + 3x - 2$. Responda a questão 11.

Questão 11) Quais são as coordenadas do termo independente da função?

Resposta esperada: (0, -2)

Agora vamos manter inalterados os valores dos coeficiente a e b e variar os valores do coeficiente c . Atribuo os valores -5, -3, -1, 0, 1, 3, 5. Observe o que acontece com o gráfico.

Após a construção do gráfico responda a questão 12.

Questão 12) Conforme foram modificando os valores do coeficiente c , o que aconteceu com a parábola em relação ao eixo y ?

Resposta Esperada: O ponto onde a parábola corta o eixo y estava mudando. O valor do ponto era o mesmo do termo independente.

Houve 100% de acerto nas questões 11 e 12.

Esse material didático foi pensado para que os alunos exercitassem a argumentação na discussão de resultados investigados. Isso não deve ocorrer somente com relação ao conteúdo de função quadrática, mas também diante de outros conteúdos. Esta construção de argumentos deve basear-se em informações e observações.

Na Tabela 1, há um resumo das atividades da sequência didática aplicada.

Tabela 1: Resultados das atividades da sequência didática aplicada

Questões	Número de alunos que acertaram	% de acertos
1	10	100
2	9	90
3	0	0
4	10	100
5	0	0
6	10	100
7	10	100
8	5	50
9	4	40
10	10	100
11	10	100
12	10	100

Análise a posteriori e validação da Engenharia Didática

Da mesma forma que iniciamos essa pesquisa com as duas perguntas. Encerramos a aplicação desta sequência com outra pergunta pessoal para passarmos para a quarta fase da Engenharia Didática, a análise *a posteriori* e validação. A pergunta proposta foi: O que você achou do material didático trabalhado em sala de aula?

O material foi avaliado de forma satisfatória, a maioria achou muito interessante e de fácil compreensão. Vejamos alguns relatos:

“Gostei muito, porque a visualização do aluno é muito importante poder ver como acontece o comportamento das parábolas e dos coeficientes.” (Resposta do Aluno A).

“Gostei, pois permite observar como se comporta a concavidade, seu crescimento e decrescimento de um modo prático.” (Resposta do Aluno E).

“Um método onde podemos visualizar o comportamento do gráfico ou da parábola quando manipulamos os coeficientes a , b e c .” (Resposta do Aluno G).

“Interessante, mas é preciso tempo para se desenvolver estas atividades diferenciadas, mas creio que práticas assim tornam o ensino mais lúdico e significativo.” (Resposta do Aluno H).

Percebo, através das respostas apresentadas, que todos os alunos gostaram do material e da atividade proposta.

A partir das respostas, deduzo que o material ficou bom para a proposta desta aula. A sequência foi aplicada na segunda quinzena de abril de 2015, e as respostas para a pergunta anterior foram coletadas no final da aula. Percebo que cada aluno tem o seu tempo de aprendizagem, acelerar o desenvolvimento da atividade não seria viável, por isso optei por desenvolver o conteúdo com no mínimo 4 horas/aulas, o que foi suficiente.

Com relação ao material, foi produzido com o intuito de expor o conteúdo proposto e as atividades com linguagem objetiva e fluída. O desempenho dos alunos e as respostas apresentadas que deram para a pergunta final comprovam que o material atingiu os objetivos propostos.

Considerações finais

Um recurso muito utilizado nas escolas como apoio didático é o livro didático, porém deve-se ter em mente que existem outras metodologias que podem ser utilizadas. Uma dessas

metodologias inclui o uso de recursos tecnológicos que permitem ao educador aprofundamento e melhorias quanto ao processo de ensino e aprendizagem.

Também devido ao mundo informatizado, o computador e os softwares educativos estão presentes no cotidiano de nossos alunos, deve-se aproveitar e inserir práticas educativas que envolvam ambientes virtuais. Assim, com o auxílio de tecnologias, o computador acaba sendo inserido nas escolas com o objetivo da melhoria do processo de ensino e aprendizagem promovendo e instigando a construção do conhecimento, organização do pensamento e desenvolvimento do raciocínio lógico nos alunos.

Neste trabalho, busquei sugerir uma sequência didática envolvendo o conteúdo de função quadrática. Ao longo da pesquisa, foi possível observar que os alunos tornam-se mais participativos e interativos quando esse conteúdo é tratado de forma informatizada, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais significativo. Foi possível trabalhar diferentes conhecimentos matemáticos, como gráfico da função quadrática, coeficientes, coordenadas, plano cartesiano, entre outros.

Vejo que nesse tipo de abordagem, o professor assume papel de mediador, de orientador, de questionador, o qual, por meio de questionamentos durante a aplicação da sequência didática, acaba revisando o conteúdo trabalhado em sala de aula. Essa autonomia assumida pelo aluno leva-o a tornar-se participativo e interativo, tornando o processo de ensino e aprendizagem de matemática significativo e estimulante. Além disso, esse tipo de atividade proporciona uma mudança na concepção que o aluno tem da matemática e de seu papel, muda também a concepção que o aluno tem do papel do professor no processo de ensino e aprendizagem. Mas, sobretudo, muda a forma como o professor executa a sua prática didática e instiga os questionamentos no que diz respeito aos limites da informática na educação. Dessa maneira, tendo a crer que os limites são infinitos.

Em relação aos recursos digitais, em especial o uso das tecnologias no ensino, Lèvy (1995, p.9) afirma que, a informática é um "campo de novas tecnologias intelectuais, aberto, conflituoso e parcialmente indeterminado." Nesta situação a questão da utilização desses recursos, particularmente na Educação Matemática, deve ocupar uma posição central no Ensino de Matemática, e por isso é importante (re)pensar constantemente as mudanças educacionais provocadas por essas tecnologias, propondo novas práticas docentes e buscando proporcionar experiências de ensino e aprendizagem para os alunos.

Sabemos que, pelos mais diversos fatores, nem sempre é possível utilizar atividades como a que propus até porque os recursos, embora sejam muitos, ainda são limitados para determinados conteúdos. Nesse sentido, meu intuito foi mostrar que a prática docente diária pode ser diversificada e que a utilização de recursos tecnológicos é uma boa opção de introdução de mudanças no processo de ensino e aprendizagem de Matemática. É de extrema necessidade que os professores compreendam como interagir e integrar o computador na sua atividade pedagógica, e também sejam capazes de superar dificuldades técnicas e pedagógicas quanto ao uso das novas tecnologias como ferramentas de ensino e aprendizagem. Com o apoio e cooperação de seus alunos tais cuidados possibilitam abandonar progressivamente o sistema fragmentado de ensino, conteúdo após conteúdo, para uma prática integradora não apenas de conteúdos, mas também da relação de ensino que existe entre aluno e professor.

Chamo a atenção para a importância que os PCN do Ensino Médio dão para o uso de tecnologias:

[...], cabe a Matemática do Ensino Médio apresentar ao aluno o conhecimento de novas informações e instrumentos necessários para que seja possível a ele continuar aprendendo. [...] É preciso ainda uma rápida reflexão sobre a relação entre Matemática e tecnologia. (Brasil, 1999, p.83).

Assim, posso concluir que a utilização do *software Winplot* configurou-se como uma ótima oportunidade de oferecer aos meus alunos um ambiente de estudo mais dinâmico, participativo e interessante. Quero esclarecer que essas mudanças não ocorrerão do dia para a noite, mas este é o momento de começar a repensar nossa postura enquanto educadores, para que com um preparo pedagógico-tecnológico e infraestrutura adequada possamos realizar verdadeiras transformações em nossas aulas.

Também pude constatar que tanto as orientações dos PCN, quanto as orientações dos pesquisadores utilizados nesse trabalho, são unânimes na defesa da inclusão das mídias digitais no ensino, em especial a informática. Dessa maneira, a questão que proponho é fixar a ideia de que todos os docentes, independente da disciplina que trabalham, têm que destinar um tempo das suas aulas para que seja possível a real democratização do acesso a esses recursos.

Segundo o relato de Borba e Penteado (2001, p.19): “Assim o computador deve estar inserido em atividades essenciais, tais como aprender a ler, escrever, compreender textos, entender gráficos, contar, desenvolver noções espaciais, etc.” Como educador vejo a necessidade de seguir levando o uso de objetos de aprendizagem, vídeos e softwares para dentro da sala de

aula, desenvolver e/ou aprender essa nova realidade é uma necessidade de todos os nossos alunos.

Portanto, devemos estar constantemente reavaliando e refletindo sobre o fazer pedagógico em sala de aula, de forma que possamos verificar a importância do uso de metodologias diferenciadas e adequadas ao perfil do nosso aluno. Além de fazer com que as aulas de Matemática sejam mais dinâmicas, em particular, com o uso de *softwares* educacionais. Faz-se necessário que aos poucos nos adaptemos ao uso de novas ferramentas, que essa adaptação seja fomentada pela capacitação ou pelas formações iniciais e continuadas dos docentes.

A utilização das mídias digitais auxilia no processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos tornando as aulas mais dinâmicas, participativas e, sobretudo, interativas, no caso do *Winplot*. Entretanto, acredito que deve-se ter momentos em que usaremos o lápis e o papel, mas também situações ou intervenções em que se utiliza um ambiente informatizado. Existem tantos recursos hoje para serem trabalhados, cabe a nós professores sairmos da nossa “zona de conforto” e do uso inconsciente do livro didático, do ponto de vista pedagógico, e utilizar outros recursos metodológicos de maneira consciente, ou seja, sabendo o porquê, o como e o quando fazer.

Referências Bibliográficas

ARTIGUE, Michèle. Engenharia Didática. In: BRUN, Jean (direção) **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget. Horizontes Pedagógicos, 1996. p. 193-217.

BARRETO, M. M. **Matemática e Educação Sexual**: modelagem do fenômeno da absorção/eliminação de anticoncepcionais orais diários. Dissertação de Mestrado. PPG-Ensino de Matemática, UFRGS, Porto Alegre. 2008.

BORBA, Marcelo Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática na Educação Matemática**. Coleção Tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC, SETEC: Brasília, 2006.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC, SETEC: Brasília, 1999.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática. Brasília: MEC, 1998.

CARNEIRO, Vera Clotilde Garcia. Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para a formação de professores de matemática. **Zetetike**, Campinas – UNICAMP, v. 13, n. 23, p. 85-118, jan./jun. 2005.

IEZZI, Gelson. **Matemática: ciências e aplicações**. Vol. 1. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

LEONARDO, Fabio Martins de. **Conexões com a Matemática**. Vol. 1. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

LÈVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1995.

LIMA, E. L. et. al. **A matemática do ensino médio**. Vol. 1. 9. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2006.

LUTZ, M. R. **Uma Sequência Didática para o Ensino de Estatística a Alunos do Ensino Médio na Modalidade PROEJA**. Porto Alegre: UFRGS, 2012. 152f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

NISKIER, Arnaldo. **Tecnologia educacional: uma visão política**. Rio de Janeiro: Vozes, 1993.

PAIVA, Manoel. **Matemática**. Vol. 1. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

RIBEMBOIM, Paulo. **Funções, limites e continuidades**. 1. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2013

ROTUNNO, Sandra Aparecida Martins. **Estatística e Probabilidade: Um estudo sobre a inserção desses conteúdos no ensino fundamental**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007, 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SMOLE, Kátia Stocco; DINIZ, Maria Ignez. **Matemática: Ensino Médio**. Vol. 1. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

SOUZA, Joamir Roberto de. **Novo Olhar: Matemática**. Vol. 1. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

URSINI, S.; TRIGUEROS, M. **La conceptualización de la variable em la enseñanza media**. Educación Matemática, México, v. 12, n. 2, p. 27-48, 2000.

USISKIN, Z. Concepções sobre a álgebra da escola média e utilizações das variáveis. IN: COXFORD, A. F., SHULTE, A. P. (Org). **As ideias da álgebra**. São Paulo: Atual, p. 9-22, 1995.

VALENTE, José Armando. **O professor no ambiente LOGO: Formação e atuação** Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1996.