

SOFTWARE GEOGEBRA: UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA POTENCIALIZAR A INTERPRETAÇÃO GRÁFICA DA FUNÇÃO QUADRÁTICA

GEOGEBRA SOFTWARE: AN EDUCATIONAL PROPOSAL TO HIGHLIGHT THE COMPREHENSION OF THE QUADRATIC FUNCTION

Elisama de Mendonça Felipe
Colégio Pedro II – CPII
lisa-rj@hotmail.com

Edite Resende Vieira
Colégio Pedro II – CPII
edite.resende@gmail.com

Resumo

Neste artigo apresentamos reflexões acerca das ações que os estudantes do 1º ano do Ensino Médio empreenderam em uma sequência de atividades utilizando a tecnologia digital. Tais reflexões originaram-se de alguns episódios de pesquisa de mestrado profissional, em andamento, que se propôs a analisar em que medida a utilização do *software GeoGebra* pode auxiliar os alunos na interpretação gráfica da função quadrática. O referencial teórico foi construído a partir da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Duval; e dos estudos de Bairral sobre os dispositivos móveis na Educação Matemática. No tocante à metodologia de estudo, optamos pela concepção de Zabala referente à sequência didática como prática educativa. A análise interpretativa revelou que as atividades no respectivo *software* possibilitaram uma abordagem diferenciada, uma vez que proporcionou reflexões dos discentes relacionadas aos conceitos, às propriedades e à interpretação gráfica da função quadrática. Ficou evidente também que a visualização simultânea das representações gráfica e algébrica, propiciada pelo *GeoGebra*, favoreceu o estabelecimento de relações entre tais representações pelos alunos. Além disso, os dados sinalizaram que os alunos apresentaram dificuldade em utilizar a língua materna para registrar suas observações sobre o comportamento da função.

Palavras-chave: Função Quadrática, *GeoGebra*, Sequência Didática, Dispositivos Móveis, Tecnologias Digitais.

Abstract

In this article we present reflections about the actions that students of the 1st year of High School have undertaken in a sequence of activities, using digital technology. These reflections originated from some episodes of research of professional masters, in progress, that proposed to analyze to what extent the use of *GeoGebra* software can help the students in the graphical interpretation of the quadratic function. The theoretical framework was constructed from Duval's Theory of Semiotic Representation Records; and Bairral's studies on mobile devices in Mathematics Education. Regarding the methodology of study, we chose Zabala's conception of the didactic sequence as an educational practice. The interpretative analysis revealed that the activities in the

respective software enabled a differentiated approach, since it provided reflections of the students related to concepts, properties and the graphic interpretation of the quadratic function. It was also evident that the simultaneous visualization of the graphical and algebraic representations, favored by GeoGebra, favored the establishment of relations between such representations by the students. In addition, the data showed that the students had difficulty using the mother tongue to record their observations on the behavior of the function.

Keywords: Quadratic Function, GeoGebra, Didactic Sequence, Mobile Devices, Digital Technologies.

INTRODUÇÃO

A linguagem matemática se manifesta por meio de diversas representações e a necessidade em reconhecê-las e associá-las exige do aluno a apropriação de vários conceitos e significados. Diante de tais exigências, observamos, desde os anos iniciais de escolaridade, as dificuldades que os alunos enfrentam no dia a dia escolar ao se depararem com situações envolvendo conteúdos matemáticos.

No Ensino Médio, um dos problemas apresentados pelos alunos do primeiro ano refere-se à leitura e à análise dos gráficos da função quadrática. Ainda que o estudo da respectiva função se apresente por dois anos escolares no Estado do Rio de Janeiro, ou seja, do 9º ano do Ensino Fundamental ao 1º ano do Ensino Médio, a dificuldade encontrada pelos alunos em interpretar o gráfico das funções, em particular, da função quadrática, é evidente.

Portanto, quando uma dificuldade de aprendizagem é detectada pelo professor, cabe a ele refletir sobre tal circunstância a fim de que seja possível utilizar estratégias apropriadas e recursos educacionais adequados que contribuam para minimizar as dificuldades encontradas pelos alunos.

Atualmente, sabemos o quanto as transformações impulsionadas pelo avanço acelerado das tecnologias digitais vêm exercendo uma perceptível influência na maneira de o indivíduo ensinar e aprender, agregando desafios ao atual cenário educacional. Os alunos convivem diariamente com as tecnologias móveis, em especial os *smartphones*. Essa é uma realidade também na sala de aula!

Diante desse cenário, percebe-se a possibilidade de uso desses dispositivos móveis como recursos no ambiente escolar. Uma prática intermediada pelo professor e pelos recursos digitais propicia a construção do conhecimento de maneira interativa, em uma abordagem diferenciada, revelando aos alunos as potencialidades dos aparatos tecnológicos digitais na sala de aula

De acordo com Vieira (2013), uma nova configuração surge no mundo da mídia digital, e os alunos, como usuários plenos, percebem as potencialidades das tecnologias

digitais nas diversas áreas de conhecimento. Borba, Silva e Gadanidis (2014) destacaram em seus estudos o quanto as tecnologias digitais favorecem a investigação, a exploração e a criação de cenários alternativos para a Educação e, em particular, para a Matemática. Bairral (2009) verificou que é possível criar um ambiente que ofereça condições para que o estudante seja o protagonista no processo de construção do conhecimento, especificamente na Educação Matemática, desenvolvendo a capacidade de buscar alternativas para resolver problemas de formas variadas. Os estudos de Abrão (2015) e Silva (2015) revelaram que o uso do *software GeoGebra* proporciona uma melhor compreensão na análise e na interpretação dos gráficos de funções.

Assim, a motivação para colocar em prática a pesquisa intitulada *Interpretação do gráfico da função quadrática: uma proposta didática com o uso do GeoGebra*, ainda em fase de análise de dados, deu-se a partir da possibilidade de minimizar as dificuldades dos alunos na interpretação do gráfico da função quadrática, observadas pela primeira autora deste artigo em sua prática docente. Tal pesquisa teve como objetivo analisar em que medida a utilização do *software GeoGebra* pode auxiliar os alunos do 1º ano do Ensino Médio, de uma escola pública do estado do Rio de Janeiro, na interpretação do gráfico da função quadrática. Foi aplicada na turma uma sequência de atividades envolvendo a definição e os conceitos que compreendem a função quadrática, incluindo situações do cotidiano, com o propósito de orientar o processo de investigação, exploração e interpretação do gráfico da referida função.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico foi construído a partir da Teoria de Registro de Representações Semióticas, de Duval (2011a; 2011b; 2012); e dos estudos de Bairral, Assis e Silva (2015) sobre os dispositivos móveis na Educação Matemática. No tocante à metodologia de estudo, optamos pela concepção de Zabala (1998) relacionada à sequência didática como prática educativa.

De acordo com Duval (2012), as transformações de representações em outras transformações semióticas são atividades cruciais da atividade matemática, e a dificuldade dos alunos em compreender matemática surge da diversidade e complexidade dessas transformações. Segundo o pesquisador, as dificuldades estão relacionadas às diversas representações de um objeto e ao uso confuso que faz delas, e não ao seu conceito.

Assim, mobilizar muitos registros de representação matemática como figuras, gráficos, língua natural, escrituras simbólicas, etc., é essencial para a atividade matemática a fim de que “[...] os objetos matemáticos não sejam confundidos com suas representações e que possam também ser reconhecidos em cada uma de suas representações” (DUVAL, 2012, p.270).

Outro ensinamento de Duval (2011a) é concernente à linguagem, chamada por ele de “língua natural”. Duval (2011a) enfatiza que durante muito tempo a língua natural foi considerada como um código, transmitindo informações. Para o referido autor, o fato de ser apontada como código ou registro, influenciará na maneira pela qual analisamos e utilizamos nas pesquisas didáticas, as interações em classe ou até mesmo nas explicações verbais dos alunos (DUVAL, 2011a).

Ainda nesta mesma linha, Duval (2011a, p. 83) destaca que “a língua constitui o primeiro registro de representação semiótica para o funcionamento do pensamento. Mas não é assim que ela é em geral considerada no ensino da Matemática, no qual a reduzimos à função de comunicação”. Portanto, sendo a língua um registro de representação semiótica, e não um código, com potencial muito além da comunicação, não faz sentido algum tratá-la como um código, além de ser um prejuízo limitar e/ou omitir suas funções cognitivas (DUVAL, 2011a).

A leitura das representações gráficas requer dos alunos consciência da correspondência entre as variáveis visuais do gráfico da função e de sua relação com as variações na escrita algébrica.

Na visão de Duval (2011b), são três as abordagens para a representação gráfica: abordagem ponto a ponto; abordagem de extensão do traçado efetuado; e abordagem de interpretação global de propriedades figurais.

Na abordagem ponto a ponto, são introduzidas e definidas as representações gráficas. Tal abordagem limita-se a alguns valores específicos e aos pontos marcados no plano cartesiano e favorece traçar o gráfico de uma função e a leitura. Por outro lado, a abordagem de extensão se apoia em um conjunto infinito de pontos marcados, ou seja, nos intervalos dos pontos marcados. Essa abordagem assim como a anterior, leva em conta o traçado e não as variáveis visuais concernentes à representação gráfica, e se concentra na forma da expressão algébrica. A abordagem de interpretação global atém-se ao conjunto, traçado e eixos, que representa um objeto descrito por uma expressão algébrica. Toda modificação da imagem, leva a uma modificação na expressão algébrica.

Assim, observa-se a importância de acompanhar simultaneamente as modificações da imagem e da expressão algébrica.

A despeito disso, Duval (2011a) afirma que, para se utilizar corretamente da representação gráfica, a abordagem mais apropriada é a de interpretação global de propriedades figurais, uma vez que tal representação associa variável visual de representação e unidade significativa da expressão algébrica.

Diante do exposto, optamos pelo uso do *software GeoGebra* por apresentar as características das múltiplas representações e a correlação entre elas, podendo auxiliar os alunos na interpretação do gráfico da função quadrática. A proposta do GeoGebra, segundo Hohenwarter e Preiner (2007), é propiciar duas representações de cada objeto matemático em sua janela algébrica e gráfica. Mudando um objeto em uma dessas janelas, sua representação será imediatamente atualizada na outra, possuindo a relevante característica das múltiplas representações, destacada pelos autores.

A fim de explorar as possibilidades do GeoGebra no estudo da função quadrática, escolhemos os dispositivos móveis, especialmente, os *smartphones*. Os dispositivos móveis tornaram-se objetos indispensáveis ao cotidiano, na sociedade atual, e conseqüentemente aos estudantes.

A esse respeito, Bairral, Assis e Silva (2015, p. 21) ressaltam que o uso frequente desses “[...] dispositivos móveis - principalmente com *touchscreen* – parece assumir uma posição de destaque no ambiente escolar por parte dos discentes, pelo menos, em seu uso pessoal”. Os referidos autores também ressaltam a importância dos aplicativos para dispositivos *touchscreen* no cenário da Educação Matemática, visto que “Uma maneira de colocar literalmente a Matemática na ponta dos dedos é a utilização dos aplicativos em *tablets* e *iPads* (BAIRRAL; ASSIS; SILVA, 2015, p. 33).

Assim sendo, o aluno poderá perceber que os dispositivos móveis deixam de ser apenas um instrumento para seu uso pessoal, agregando também uma função pedagógica no cenário da Educação Matemática.

METODOLOGIA: PRESSUPOSTOS E PROCEDIMENTOS

A metodologia deste estudo foi desenvolvida na perspectiva qualitativa, com características de pesquisa-ação, em um colégio do estado do Rio de Janeiro, com alunos do 1º ano do Ensino Médio.

A escolha pela abordagem qualitativa se deve ao fato de ser mais aplicável e coerente no estudo das ciências humanas, tornando-se relevante para a investigação em educação.

De acordo com Alves-Mazotti e Gewandsznajder (2004, p. 144), as investigações qualitativas, por sua diversidade e flexibilidade, necessitam de um planejamento cuidadoso a fim de que o pesquisador não se perca em uma grande quantidade de dados sem qualquer significado. Os autores também evidenciam que “[...] nos estudos qualitativos, a coleta sistemática de dados deve ser precedida por uma imersão do pesquisador no contexto a ser estudado”. Por esta razão, inicialmente foi realizada uma intensa pesquisa bibliográfica para investigar e definir questões referentes à pesquisa em pauta.

Uma pesquisa qualitativa demanda certos cuidados, pois o valor científico de seus achados depende fundamentalmente da interpretação e descrição de suas observações. O pesquisador é quem busca os significados e a realidade que investiga de acordo com sua concepção do homem e do mundo (TRIVIÑOS, 1987). A propósito, Triviños (1987) chama a atenção do pesquisador para uma possível mudança em relação às expectativas do estudo, uma vez que não devem ser pautadas no resultado de uma análise final dos dados, mas no desenvolvimento de todo estudo, ou seja, em uma pesquisa qualitativa o pesquisador concentra-se no processo, e não apenas no resultado final.

Engel (2000) dá destaque à pesquisa-ação. Para esse autor, a pesquisa-ação busca agregar a pesquisa à prática, ou seja, o conhecimento e a compreensão são desenvolvidos em meio à prática. É uma maneira de se fazer pesquisa a partir da prática, quando se pretende melhorá-la. O autor ainda afirma que “a pesquisa-ação surgiu da necessidade de superar a lacuna entre teoria e prática” (ENGEL, 2000, p. 182).

A pesquisa que originou o presente artigo é uma pesquisa centrada no processo em que a prática foi utilizada para aprimorar o ensino e também a aprendizagem dos alunos, efetuando uma ligação entre teoria e prática. Para tal, elaboramos uma sequência didática, considerando a concepção de Zabala (1998).

Inicialmente, buscamos entender o significado de sequência didática. Na visão de Zabala (1998), a maneira como estão organizadas, as sequências de atividades definem as características da prática educativa. Além disso, o autor também afirma que, se observarmos os elementos que compõem estas sequências, podemos constatar que “[...] são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de

certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores quanto pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18).

Zabala (1998) estabelece uma série de questões acerca das diferentes sequências didáticas, a fim de reconhecer sua validade e também de orientar-nos, em uma necessidade de reforçar uma atividade ou acrescentar atividades novas. Assim, de acordo com o referido autor, é importante verificar se na sequência didática existem atividades que: apontem os conhecimentos prévios dos alunos relacionados aos novos conteúdos de aprendizagem; os conteúdos sejam sugeridos de maneira que sejam significativos e funcionais para os alunos; se adequem ao nível de desenvolvimento de cada aluno; considerem as competências dos alunos, desafiando-os a avançar com ajuda, se necessário; possibilitem a criação de zonas de desenvolvimento proximal e intervenções (ZABALA, 1998).

Sendo assim, uma sequência didática bem delineada e intencionada, com propósitos bem definidos, poderá constituir um recurso metodológico eficaz para alcançar os objetivos de aprendizagem de uma determinada área de estudo.

Os dados foram coletados em quatro etapas distintas. A primeira refere-se ao experimento piloto, no qual foram aplicadas atividades em 24 alunos de uma turma do 1º ano do Ensino Médio. Na segunda etapa, a pesquisa documental, analisamos os documentos norteadores do Ensino Médio, como as Bases Legais, os PCNEM (BRASIL, 1998) e PCNEM+ (BRASIL, 2002), além do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro. Na terceira etapa, planejamos as ações para a pesquisa de campo. Inicialmente, apresentamos à direção da escola a nossa proposta de pesquisa, além da solicitação da permissão para sua realização. A seguir, solicitamos autorização junto à Secretaria de Educação do estado do Rio de Janeiro e aguardamos a autorização do Comitê de Ética. Para finalizar, selecionamos os alunos, sujeitos da pesquisa, orientando-os no preenchimento do Termo de Consentimento¹ e de Assentimento². Dos 41 alunos da turma, apenas 33 se consolidaram como participantes.

A quarta e última etapa compreendeu a aplicação da sequência de atividades. Os alunos foram divididos em grupos de 4 e 5 e, na primeira aula, com o uso de *smartphones* realizaram atividades de familiarização com o *GeoGebra* para conhecimento e exploração

¹ O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deve ser assinado pelo responsável do aluno.

² O Termo de Assentimento Livre e Esclarecido deve ser assinado pelo aluno.

das ferramentas do aplicativo. Nas demais aulas, as atividades envolveram situações do cotidiano com foco na função quadrática.

As atividades da sequência didática foram organizadas em seis fases, de acordo com as características previamente planejadas, e os conceitos matemáticos a serem explorados e investigados.

Finalmente, para apontar evidências de que os alunos iniciaram um processo de interpretação do gráfico da função quadrática, consideramos as diferentes técnicas e procedimentos utilizados, tais como a observação participante, as anotações de campo, as gravações de áudio e vídeo e o questionário, de modo que foi possível olhar nosso objeto de estudo a partir de múltiplos focos.

Durante o 3º bimestre, entre os meses de agosto e setembro, período em que consta no currículo o estudo da função quadrática, aplicamos a sequência de atividades. Foram 8 encontros, sempre às quartas e quintas-feiras. Nesse período, houve uma pausa entre um feriado, e uma semana para a aplicação da prova bimestral, nos dias 07, 13 e 14/09/2017.

O RETRATO DA PESQUISA: APRESENTANDO E DISCUTINDO OS DADOS

Nesta seção serão analisadas as atividades 4 (Figura 1) e 7 (Figura 6), além de uma das perguntas do questionário respondido pelos alunos após a aplicação da sequência didática.

Atividade 4: O ponto em que a parábola encontra seu eixo de simetria tem o nome de Vértice da parábola. Sabemos que a expressão que representa a abscissa do vértice da parábola é $x_v = \frac{-b}{2a}$. E para determinar a ordenada do vértice basta apenas substituir x_v na expressão $y = ax^2 + bx + c$, ou utilizar a fórmula que calcula a ordenada do vértice que é dada por: $y_v = \frac{-\Delta}{4a}$. Agora, insira as funções abaixo no Geogebra, observe as parábolas, complete o quadro e responda:

Função quadrática	x_v	y_v	V (x_v, y_v)	Admite valor máximo ou mínimo?
$f_1(x) = x^2 + 2x - 3$				
$f_2(x) = -x^2 - 4x - 6$				
$f_3(x) = x^2 - 4x + 3$				
$f_4(x) = -4x^2 + 4x + 1$				

4.1. Qual é a condição para que uma função quadrática possua valor máximo? E valor mínimo?

Figura 1 – Atividade 4 da sequência didática

Fonte: Acervo da pesquisadora

Alguns discentes apresentaram dificuldade em identificar as coordenadas do vértice. Além disso, outros se equivocaram no registro dos valores das coordenadas do vértice (X_v, Y_v). No entanto, isso não os prejudicou em observar de modo satisfatório se

a função admitia valor máximo ou mínimo, pois quase todos os alunos conseguiram chegar à uma conclusão satisfatória visualizando o gráfico. A situação relatada anteriormente pode ser observada na Figura 2, em que apresenta a primeira parte da atividade 4 realizada pelo aluno 2D:

Função quadrática	x_v	y_v	$V(x_v, y_v)$	Admite valor máximo ou mínimo?
$f_1(x) = x^2 + 2x - 3$	-1	-4	(-1, -4)	Mínimo.
$f_2(x) = -x^2 - 4x - 6$	0	-2	(0, -2)	Máximo
$f_3(x) = x^2 - 4x + 3$	2	-1	(2, -1)	Mínimo
$f_4(x) = -4x^2 + 4x + 1$	0	2	(0, 2)	Máximo

Figura 2 – Atividade 4 resolvida pelo aluno 2D

Fonte: Acervo da pesquisadora

Nas funções $f_2(x)$ e $f_4(x)$, o aluno não identificou corretamente X_v , porém identificou perfeitamente as que admitiam valor máximo e valor mínimo.

A Figura 3 representa a atividade 4 no *GeoGebra*. Com essa representação, foi possível resolver também itens da atividade em questão.

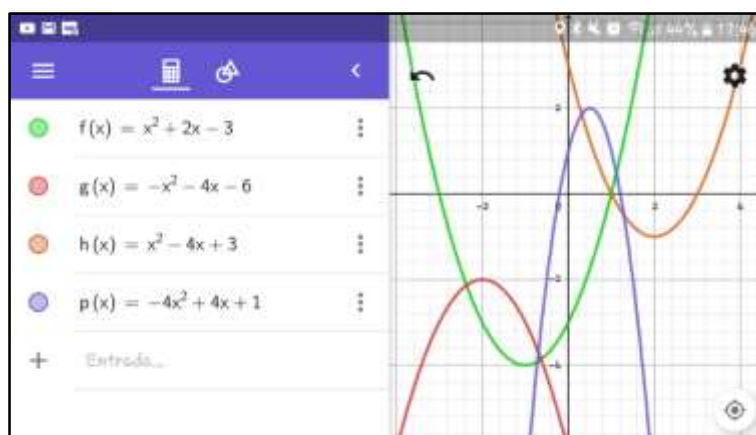


Figura 3 – Representação da atividade 4 no *Geogebra*

Fonte: Acervo da pesquisadora

No item 4.1 (Figura 4), 11 alunos associaram o valor do coeficiente **a** ser maior ou menor que zero, como fator determinante para uma função admitir valor máximo ou mínimo; 15 alunos consideraram a concavidade da parábola (Figura 5). Além de ambas as respostas serem satisfatórias, é possível observar que um grupo focou no coeficiente destacado na representação algébrica, e o outro nas variações visuais concernentes à representação gráfica. Apenas 7 alunos disseram que as coordenadas do vértice determinam o valor máximo ou mínimo de uma função.

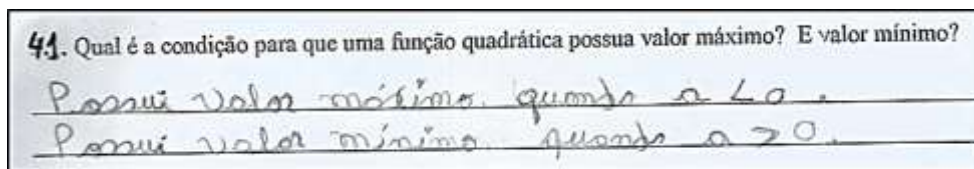


Figura 4 – Item 4.1 resolvido pelo aluno 2F

Fonte: Acervo da pesquisadora

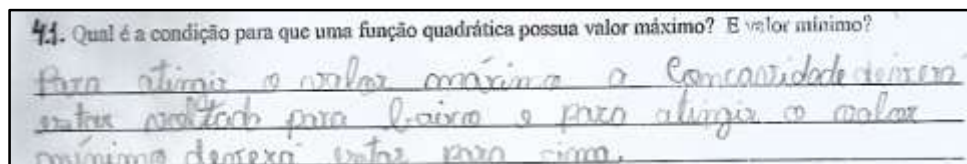


Figura 5 – Item 4.1 resolvido pelo aluno 4D

Fonte: Acervo da pesquisadora

De acordo com Duval (2011b), a leitura das representações gráficas requer dos alunos consciência da correspondência entre as variações visuais do gráfico da função e de sua relação com as variações na escrita algébrica. Como podemos observar, a atividade proposta buscou promover esta correspondência, e o *GeoGebra* com sua característica de simultaneidade entre as representações, foi um recurso imprescindível na realização deste estudo, como propõe Duval (2011a).

A proposta da atividade 7 (Figura 6), é uma adaptação do trabalho de Rocha (2013, p. 47). Essa atividade exigiu dos alunos a interpretação de uma situação cotidiana articulada ao pensamento matemático.

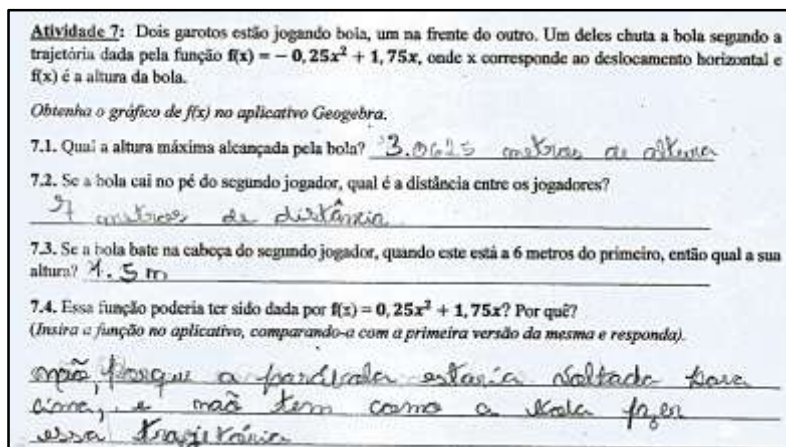


Figura 6 – Atividade 7 resolvida pelo aluno 2H

Fonte: Acervo da pesquisadora

A função quadrática, que representa a trajetória da bola, foi inserida no *GeoGebra* para que seu gráfico fosse analisado pelo aluno a fim de que o mesmo obtivesse a resolução da questão.

No item 7.1, muitos alunos tiveram dificuldades em identificar no gráfico a altura máxima da bola por ser um número decimal. Foi necessário lembrá-los do recurso de aproximação (*zoom*) para que a altura máxima (y_v) pudesse ser exibida precisamente. Bairral (2016) evidencia que os diferentes modos de tocar na tela em interfaces *touchscreen* oferece desafios de caráter cognitivo, e acrescenta que tais dispositivos proporcionam ao sujeito uma interação constante, seja com o *smartphone*, *tablet*, ou com o grupo de trabalho, possibilitando um ambiente propício para a produção do conhecimento.

No item 7.3, pouco mais da metade dos alunos, exatamente 17, não conseguiram encontrar a altura exata do segundo jogador. Entre esses 17 alunos, 9 responderam que a altura do jogador era de 3m, o que seria impossível, ainda mais tratando-se da altura de um garoto. Nesse caso, os alunos deveriam observar a distância de 6 metros no eixo x e associar ao valor de y , que representa a altura do segundo jogador, no caso, 1,5m.

No item 7.4, os alunos conseguiram concluir que a trajetória da bola não poderia ser representada pela função sugerida. Mas a discussão ficou por conta da professora, uma vez que ela precisou auxiliar vários grupos para que registrassem sua conclusão da melhor maneira possível. Observe a seguir um desses diálogos:

Aluno 1A: Aqui tá perguntando se a função pode ser ao contrário. Mas como o cara iria chutar? Só se a bola passasse embaixo da terra. A função poderia né? Porque seria ao contrário.

Professora: Poderia sim! Mas e a trajetória da bola? Também poderia?

Aluno 1A: Não, ia passar por debaixo da terra. Só se tivesse um buraco, um túnel.

Esse diálogo demonstra que o aluno, compreende que a função sugerida é possível, mas que para a trajetória de uma bola é absolutamente improvável. A discussão em uma investigação é essencial “para que os alunos desenvolvam a capacidade de comunicar matematicamente e de refletir sobre o seu trabalho e o seu poder de argumentação” (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2016, p. 41).

O aluno 2H conseguiu realizar a atividade analisando o gráfico da função (Figura 7) e compreendeu que a trajetória da bola é uma parábola com a concavidade voltada para baixo. Contudo, percebe-se a dificuldade do mesmo em utilizar os termos corretos para justificar sua resposta, pois no item 7.4 ele registra que ‘a parábola estaria voltada para cima’, quando seria ‘a concavidade da parábola’. Nesse caso, é importante destacar que o aluno não dispõe da linguagem matemática formal, fazendo-se necessário a orientação

do professor a fim de que o discente consiga expressar da melhor maneira possível sua análise.

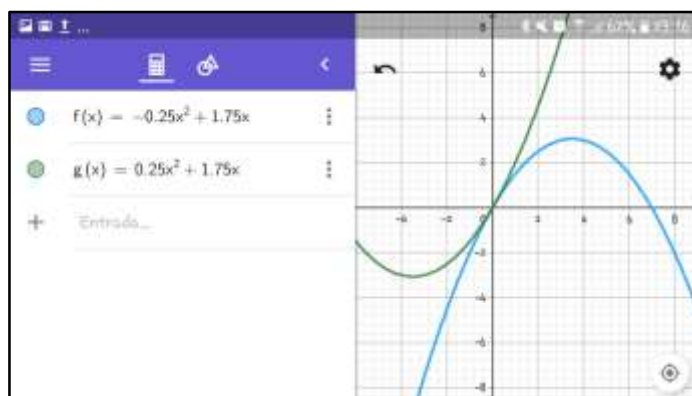
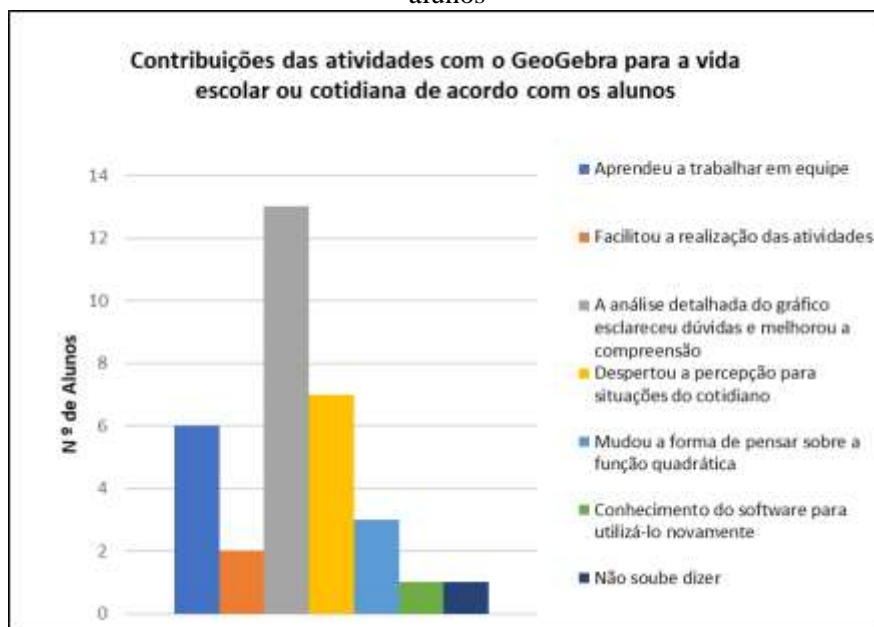


Figura 7 – Representação da atividade 7, no *GeoGebra*, pelo aluno 2H
Fonte: Acervo da pesquisadora

De acordo com Duval (2011a), a produção escrita desenvolve a consciência das operações discursivas, próprias aos raciocínios matemáticos, pois a redação na Matemática exige um trabalho de tomada de consciência das referidas operações. Compartilhando dessa concepção, Powell e Bairral (2006) afirmam que a escrita força os interlocutores a refletir sobre suas experiências matemáticas, a construir e reconstruir o sentido num processo mediado pelo professor, passando a expressar suas ideias com mais clareza e sabendo selecionar o tipo de linguagem apropriada para descrever suas percepções. Por esta razão, este estudo buscou analisar os fenômenos durante a realização das atividades, valorizando a linguagem oral e escrita dos alunos.

Sobre o questionário, uma das perguntas buscou saber dos alunos se a realização das atividades com o *GeoGebra* trouxe contribuições para a vida escolar ou cotidiana dos mesmos. Dentre os 33 alunos, apenas um discente respondeu que as atividades não trouxeram contribuição alguma. O gráfico 1 apresenta os motivos pelos quais as atividades realizadas contribuiriam para a vida cotidiana e escolar dos discentes:

Gráfico 1: Contribuição das atividades com o *GeoGebra* para a vida escolar ou cotidiana dos alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o gráfico, observamos que a contribuição mais destacada entre os alunos refere-se à análise do gráfico como uma forma de esclarecer dúvidas e melhorar a compreensão. Tal contribuição é ratificada nas pesquisas de Abrão (2015) e Santos (2011).

Outra contribuição evidenciada pelos alunos diz respeito à percepção despertada para as situações do cotidiano, o que corresponde à proposta deste estudo. Um dos alunos relatou que seu conhecimento foi ampliado, pois aprendeu muito, até o que não imaginava, incluindo situações do dia a dia em que a parábola se apresenta, mudando sua forma de pensar acerca da função quadrática.

Ficou evidente também para alguns alunos que as atividades os impulsionaram a trabalhar em grupo, se comunicando com os colegas e discutindo opiniões. O aluno 3B percebeu que não sabia trabalhar em grupo, apresentando inicialmente dificuldade em mudar esse hábito. Entretanto, após a realização das atividades propostas no grupo, ele percebeu o quanto era egoísta trabalhando sozinho, sem auxiliar os colegas. Zabala (1998) destaca que os grupos fixos são uma estrutura apropriada para criar situações que promovam debate, conflitos cognitivos, cooperação e solidariedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propostas de atividades no contexto da sala de aula com o uso de dispositivos móveis despertam nos alunos interesse em aprender de forma mais significativa e

prazerosa, como também possibilita que eles percebam outra função em tais recursos, além da de uso pessoal. Assim, o uso do *software GeoGebra*, em *smartphones*, associado a atividades elaboradas com a finalidade promover a interpretação do gráfico da função quadrática, propiciou uma abordagem diferenciada no decorrer da pesquisa em pauta.

As análises parciais apresentadas indicaram que o *GeoGebra*, com sua característica de simultaneidade entre as representações, foi um recurso imprescindível para promover a leitura da representação gráfica da função e de sua relação com as variações na escrita algébrica. O ambiente de geometria dinâmica, característico do aplicativo, oportunizou reflexões, auxiliando os alunos na resolução das atividades, embora alguns tenham apresentado dificuldades em identificar as coordenadas do vértice e em registrar seus valores.

Os dados apontam ainda que o aluno não dispõe da linguagem matemática formal, sendo necessário a orientação do professor a fim de que consiga expressar da melhor maneira possível sua análise. Nesse momento, ficou claro a importância do papel do professor nesse processo, atuando como mediador entre as atividades e a tecnologia, conduzindo o aluno para um cenário investigativo, promovendo debates e apontando alternativas para propiciar um ambiente favorável à aquisição de conhecimentos.

Foi possível perceber também que, a partir dessa abordagem, os alunos mudaram a forma de pensar acerca da função quadrática, uma vez que vivenciaram situações do cotidiano em que a parábola se apresenta. Outra contribuição importante foi a possibilidade de se trabalhar em grupo. Essa prática favoreceu a comunicação entre os alunos, a troca de opiniões, a discussão e reflexão, impedindo o isolacionismo entre eles.

Para finalizar, é importante ressaltar que o uso de tecnologia digital por si só não garante um ambiente propício à aprendizagem, ainda que seja um recurso educacional que pode favorecê-la. É fundamental que sua utilização seja articulada com a prática educativa que se pretende realizar. Portanto, nesse estudo, as atividades organizadas em uma sequência didática foram pensadas e planejadas para possibilitar investigações, discussões e reflexões sobre o comportamento do gráfico da função quadrática, explorando as possibilidades do aplicativo utilizado.

REFERÊNCIAS

ABRÃO, F. B. **Contribuição da otimização de funções polinomiais no ensino médio utilizando recursos computacionais**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado Profissional

em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

ALVES-MAZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: Pesquisa quantitativa e qualitativa.** São Paulo: Pioneira, Thompson Learning, 2004.

BAIRRAL, M. A. **Tecnologias da Informação e Comunicação na Formação e Educação Matemática.** Vol.1, Rio de Janeiro: Ed. da UFRRJ, 2009.

BAIRRAL, M. A. O que fazer quando os dispositivos móveis entram em sala de aula? Algumas reflexões a partir da educação matemática. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 12, 2016, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo, 2016. p.1-6.

BAIRRAL, M.; ASSIS, A.; SILVA, B. C. da. **Mãos em ação em dispositivos touchscreen na educação matemática.** Seropédica, RJ: Ed. da UFRRJ, 2015.

BORBA, M. de C.; SILVA, R. S. R. da; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento.** Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCNEM + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias,** 1998.

DUVAL, R. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. **Revista Eletrônica de Educação Matemática.** Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 96-112, 2011a. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2011v6n2p96/21794>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

_____. **Ver e ensinar matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas.** (Org.). CAMPOS, Tânia Maria Mendonça. Tradução de Marlene Alves Dias. São Paulo: PROEM, 2011b.

_____. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revista eletrônica de Educação Matemática.** Florianópolis, v. 07, n. 2, p.266-297, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2012v7n2p266>>. Acesso em: 22 de out. 2017.

ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Educar em Revista.** Curitiba: Editora da UFPR, n.16, p. 181 191, 2000. Disponível em: <http://www.educaremrevista.ufpr.br/arquivos_16/irineu_engel.pdf>. Acesso em: 16 de jan. 2018.

HOHENWARTER, M.; PREINER, J. Matemática dinâmica com GeoGebra. **O Jornal de Matemática Online e suas Aplicações,** v. 7, 2007. Disponível em: <

<https://www.maa.org/press/periodicals/loci/joma/dynamic-mathematics-with-geogebra>>. Acesso em: 12 de jan. 2018.

PONTE, J. P; BROCARD, J; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. 3ª Ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2016.

POWELL, A.; BAIRRAL, M. **A escrita e o pensamento matemático: interações e potencialidades**. Campinas, SP: Papyrus, 2006.

ROCHA, L. A. de. **A Utilização de Softwares no Ensino de Funções Quadráticas**. 2013. 196 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2013.

SANTOS, A. T. C. **O ensino da função logarítmica por meio de uma sequência didática ao explorar suas representações com o uso do software Geogebra**. 2011, 200 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica. Mestrado em Educação Matemática, São Paulo. 2011.

SILVA, J. C. S. **As novas tecnologias no contexto escolar: uma abordagem sobre aplicações do GeoGebra em trigonometria**. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

TRIVIÑOS, A, N, S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VIEIRA, E. R. **Grupo de estudos de professores e a apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria: caminhos para o conhecimento profissional**. 2013. 251 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Submetido em 29 de setembro de 2018.
Aprovado em 02 de maio de 2019.