

ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE BHASKARA, AL-KHWARIZM E VIÈTE PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DA EQUAÇÃO DO 2º GRAU NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Homailson Lopes Passos¹, Wanessa Cristine Costa e Silva¹, Gerson Barbosa da Silva¹, Graziela Zamponi¹, Sandra Giacomini Schneider¹, Antonio Sérgio Cobiانchi¹

¹Universidade de São Paulo (USP), Escola de Engenharia de Lorena (EEL)
homailson@usp.br

Eixo temático: Didática, Metodologia e Práticas na Educação Básica.

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo a aplicação de três métodos distintos para o ensino de equação do 2º grau, a saber, método de Bhaskara, método de Al- Khwarizm e método de Viète, para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. As atividades foram desenvolvidas em três escolas públicas dos seguintes municípios: Guaratinguetá, Lorena e Cruzeiro, todos do interior do Estado de São Paulo, Brasil. O processo didático foi analisado antes, durante e depois das aplicações dos métodos, com abordagens de ensino diferenciadas. Os resultados oferecem parâmetros para análise da sequência de aplicação dos métodos mais eficaz para o ensino-aprendizagem da equação do 2º grau.

Palavras-chave: ensino de matemática, equação do 2º grau, Bhaskara, Al- Khwarizm, Viète.

Abstract: This study aimed the application of three different methods for the teaching of 2nd degree equation, namely, Bhaskara, Al-Khwarizm and Viète, for the ninth year of Elementary School. The activities were developed in three public schools at the following municipalities: Guaratinguetá, Lorena and Cruzeiro, all in the state of São Paulo, Brazil. The didactic process was analyzed before, during and after of methods application, with differentiated teaching approaches. The results provide parameters to analyze the application sequence of the methods more effective in teaching and learning of quadratic equation.

Key words: mathematics teaching, quadratic equation, Bhaskara, Al- Khwarizm, Viète.

1 Introdução

O conteúdo “equação do 2º grau”, relacionado ao ensino de Matemática, é um componente curricular do 9º ano do Ensino Fundamental (EF). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) enfatizam o estudo das equações nas séries finais do EF, pois ele proporciona ao aluno a capacidade de resolver problemas aritmeticamente insolúveis (BRASIL, 1997, p. 39). É importante ressaltar que tal é pré-requisito para aprendizagem de conteúdos da Matemática e Física, em níveis mais avançados.

A equação do 2º grau, em seu percurso histórico, acompanhou as necessidades humanas e científicas de cada época, passando por transformações. Alguns dos principais estudiosos da Matemática envolvidos na criação de métodos para sua resolução foram: Brahmagupta (598 – 670), Abdu-Abdullah Muhammah Ibn Musa Al-Khwarizm (aprox. 780 – 850) e Bhaskara Acharya (1114 – 1185) (KATZ, 2010). Além desses estudiosos, o francês François Viète (1540 – 1603) também desenvolveu um método com a mesma finalidade.

Desses métodos, os mais ensinados são o de Al-Khwarizm e Bhaskara, normalmente apresentados nessa sequência nos livros didáticos; o de Viète não é ensinado pelos professores e não consta nos materiais didáticos direcionados ao EF. Porém, Amaral (1988) sugere que o método de Viète seja aplicado como acessório para a abordagem de equações do 2º grau.

É importante dizer que cada método foi apresentado acompanhado do contexto histórico dos seus respectivos estudiosos matemáticos. Observamos que os três métodos aqui focalizados foram criados em diferentes períodos da história cultural da humanidade.

Al-Khwarizm viveu em um período do apogeu cultural e predominância da cultura árabe no mundo. De acordo com Roque (2012), pode-se dizer que a álgebra teve origem no estudo sistemático dos métodos para classificar e resolver equações, com estudos iniciados por Al-Khwarizm. Os componentes para o desenvolvimento dessa teoria das equações já existiam nos trabalhos dos gregos e indianos, mais sua explicitação somente aconteceu com uma nova perspectiva com os árabes.

Bhaskara viveu em um período histórico de obscurantismo cultural da humanidade e por consequência da Matemática. Segundo Roque (2012), ainda que os indianos já usassem alguns símbolos, a fórmula geral utilizada atualmente não pode ter sido proposta por Bhaskara, como comumente é conhecida, uma vez que em sua época não se dispunha de um simbolismo para os coeficientes. Muitas vezes pensamos de maneira errada, que a matemática evoluiu de modo linear. Os estudiosos da Matemática, em certo momento, teriam disponível uma obra inacabada cujas lacunas deveriam ir preenchendo, mas devido às dificuldades de

comunicação naquela época, dificilmente os estudiosos árabes teriam tido contato com os indianos. O autor indaga também que parte dessa Matemática eles realmente conheceram. Nem Bhaskara, nem Al-Khwarizm, nem outro estudioso inventou a fórmula para resolução da equação do 2º grau. Mesmo que todos eles soubessem resolver o análogo a uma equação do 2º grau nos termos da Matemática do seu tempo. Somente depois de Viète, com a introdução de um simbolismo para os coeficientes, a fórmula dessa equação pode ser escrita (ROQUE, 2012).

Viète foi o mais importante estudioso francês de matemática do século XVI. Seu feito inovador na álgebra está na denotação geral ou nas quantidades indefinidas por letras do alfabeto. Viveu no período do Renascimento, que proporcionou o aprimoramento cultural da humanidade em todos os campos e também da Matemática. Com relação à Matemática nesse período, nota-se o aumento de estudiosos dessa ciência no tópico equações algébricas, fato ocorrido principalmente nas Universidades italianas (CAJORI, 2007, p. 201-203).

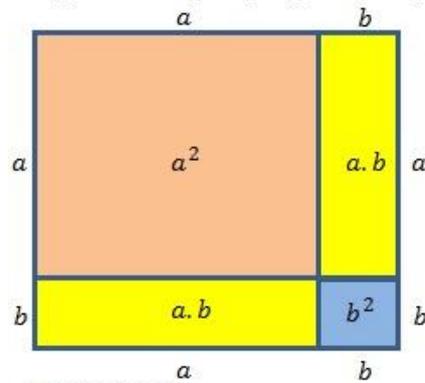
Do ponto de vista do ensino-aprendizagem, poder-se-ia esperar que a compreensão dos métodos e sua aplicação na resolução da equação do 2º grau fossem facilitadas seguindo-se a ordem cronológica da criação desses métodos. Essa hipótese se alicerçaria no fato de que o de Al-Khwarizm exige menos conhecimentos prévios (área de retângulos, fatoração, raiz quadrada e equação de 1º grau) e envolve entidades concretizadas pela visualização; já o de Bhaskara exige mais conhecimentos prévios (reconhecimento de coeficientes, valor numérico de uma equação/expressão, operações com números inteiros, raiz quadrada e simplificação de frações) e memorização da fórmula; por fim, o de Viète envolve todos os conhecimentos prévios anteriores, além do cálculo algébrico, o que lhe conferiria maior complexidade.

Neste trabalho realizamos a aplicação dos três métodos em três sequências diferentes, com o objetivo de analisar se a permutação de aplicação dos métodos influencia na aprendizagem da equação do 2º grau, buscando estabelecer a sequência didática mais eficaz.

2 Sobre os métodos

2.1 Método Al-Khwarizm. Trata-se de um método geométrico conhecido também como método de completamento de quadrados (SÃO PAULO, 2014, p. 83), baseado na interpretação geométrica grega da expressão $(a + b)^2$, aqui demonstrada com notação atual na Figura 1.

Figura 1 – Interpretação geométrica grega de $(a + b)^2$.

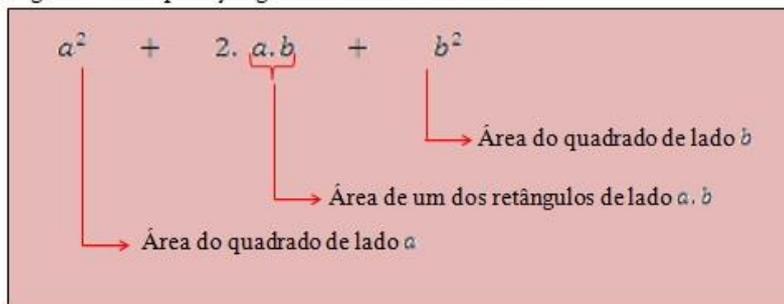


Fonte: Autores

Pela Figura 1, vemos que $(a + b)^2 = a^2 + 2 \cdot a \cdot b + b^2$.

Partindo de uma representação como a da Figura 1, Al-Khwarizm desenvolveu seu método de acordo com o raciocínio expresso na Figura 2.

Figura 2 – Interpretação geométrica de Al-Khwarizm.



Fonte: Giovanni, 1996, p. 71

Observando os exemplos contidos nos livros didáticos, notamos que o método é aplicado à equação do 2º grau em sua forma geral $ax^2 + bx + c = 0$ ($a \neq 0$, a , b e c reais)

(SÃO PAULO, 2014, p. 83). Porém, considerando o contexto histórico no qual Al-Khwarizm desenvolveu seu método, sua técnica de resolução admitia somente coeficientes e raízes com valores positivos (KATZ, 2010, p. 305). Acrescentamos que números negativos eram de impossível compreensão naquela época. Apesar dessa limitação, o método apresenta um aspecto que pode ser um facilitador da aprendizagem: a visualização de formas, que permite ao aluno concretizar um conceito abstrato por meio de figuras geométricas.

2.2 Método de Bhaskara. Trata-se de um processo algébrico por meio do qual podemos resolver qualquer equação com forma geral $ax^2 + bx + c = 0$ ($a \neq 0$, a , b e c

reais). A equação é dada por $x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$, na qual chamamos de *discriminante* ou *delta* (Δ)

$b^2 - 4ac$, sendo x_1 e x_2 as raízes (soluções) da equação $ax^2 + bx + c = 0$. Dependendo do sinal de Δ , temos diferentes soluções (FRAGOSO, 1999, p. 36).

2.3 O método de Viète. Trata-se de um método que considera duas novas variáveis chamadas de incógnitas auxiliares e no qual estão compreendidos valores reais (FRAGOSO, 1999, p. 59).

Segundo Amaral (1988), u e v constituem as incógnitas auxiliares para a resolução do problema, sendo que $x = u + v$ (u e v reais). Dessa forma, na equação, temos $a.(u + v)^2 + b.(u + v) + c = 0$ ($a \neq 0$, a , b e c reais).

Após o trabalho algébrico, reconstruímos a equação de forma que tenha base na incógnita v : $a.v^2 + (2.a.u + b).v + a.u^2 + b.u + c = 0$. Então, anulamos o coeficiente de v para demonstrar o raciocínio de Viète, fazendo $u = \frac{-b}{2.a}$, logo: $a.v^2 + a.u^2 + b.u + c = 0$

Ao estabelecermos $u = \frac{-b}{2.a}$ e substituirmos na equação acima, além de anularmos o coeficiente de v , chegamos ao método de Bhaskara, o que caracteriza estreita relação entre os dois.

3 Procedimento experimental

Para análise do ensino-aprendizagem da equação do 2º grau, foram aplicados os três métodos em três sequências diferentes. O procedimento foi realizado em uma escola pública da cidade de Guaratinguetá, Cruzeiro e Lorena, localizadas no Vale do Paraíba, São Paulo. Cada professor ficou responsável por uma sequência de aplicação. O público alvo consistiu em três turmas de 9º ano do EF, uma de cada escola, com média de 27 alunos por sala.

Os professores, em conjunto, escolheram os métodos de Al-Khwarizm, Bháskara e Viète, considerando habilidades importantes como: memorização, interpretação e abstração. Além disso, o desenvolvimento de habilidades como compreender a linguagem algébrica e expressar situações envolvendo equações do 2º grau se faz presente no currículo do 9º ano do EF, assim como resolver esse tipo de equação fazendo uso de diferentes técnicas (cálculo mental, fatoração e aplicação de fórmulas). Ressaltamos ainda que o tópico equação do 2º grau permite desenvolver a capacidade de interpretar enunciados, transpor ideias relacionadas à álgebra para geometria, generalizar e organizar dados (SÃO PAULO, 2014, p. 58).

Para aplicação dos métodos, os professores estabeleceram procedimentos que foram seguidos igualmente nas três escolas. Esses procedimentos envolveram três etapas: pré-teste, sequências de aplicação dos métodos e pós-teste (avaliação geral).

O pré-teste teve o objetivo de diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos, com base na afirmação de Libâneo (1994, p.72) de que um dos papéis do professor em seu planejamento é saber em que nível de preparo escolar eles se encontram. Para tanto, o instrumento foi elaborado com 10 questões compreendendo a resolução de equações do 1º grau e reconhecimento de seus coeficientes, potenciação, valor numérico de uma equação/expressão, raiz quadrada, simplificação de frações, produtos notáveis, área de figuras planas e números inteiros. Após a correção, os resultados foram compartilhados com os alunos visando trabalhar os principais erros cometidos, a fim de saná-los.

Com o objetivo de verificar se a variação da ordem de apresentação dos métodos seria um facilitador da aprendizagem, eles foram aplicados uma única vez em diferentes sequências como mostra a Figura 3. Ao fim de cada método, propôs-se aos alunos a resolução de uma única questão para verificação do aprendizado.

Figura 3 – Sequência aplicação dos métodos por escola.



Método 1 – Bhaskara; Método 2 – Al-Khwanizm; Método 3 – Viète. Professores Wanessa Gerson e Homailson, respectivamente.

Na terceira etapa, foi realizado o pós-teste, composto por três questões e em cada uma delas os alunos aplicaram um único método de resolução.

A sequência didática realizada em 10 aulas foi organizada conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Sequência didática para avaliação e ensino-aprendizagem da equação do 2º grau.

Sequência didática		
Aula	Atividades	Objetivo da Aula
1	Pré-teste	Identificar o grau de conhecimento dos alunos em: resolução de equações do 1º grau e reconhecimento de seus coeficientes, potenciação, valor numérico de uma equação/expressão, raiz quadrada, simplificação de frações, produtos notáveis, área de figuras planas e números inteiros.
2	Correção do Pré-teste	Devolutiva do pré-teste para os alunos, com ênfase na correção das questões que apresentaram maior número de erros.

3*	Método 1* - Tradicional - Fórmula de Bhaskara	Apresentar a fórmula de Bhaskara para a resolução da equação do 2º grau, usando apenas giz e lousa.
4	Avaliação do Método 1	Solicitar aos alunos que resolvam uma questão para analisar se o conteúdo foi assimilado através do Método 1.
5*	Método 2* - Geométrico - Al-Khwarizm	Usando o mecanismo de completar quadrados, identificar os coeficientes e escrever a forma fatorada da equação, identificando dessa forma a equação do 2º grau.
6	Avaliação do Método 2	Solicitar aos alunos que resolvam uma questão para analisar se o conteúdo foi assimilado através do Método 2.
7*	Método 3* - Situação Problema – Viète	Usar a resolução de problemas para o ensino da equação do 2º grau, através do Método de Viète, compreendendo a importância dos símbolos e das letras para o aprendizado da equação do 2º grau.
8	Avaliação do Método 3	Solicitar aos alunos que resolvam uma questão para analisar se o conteúdo foi assimilado através do Método 3.
9	Pós-teste	Identificar se os alunos aprenderam a resolver equações do 2º grau utilizando os métodos apresentados.
10	Correção do Pós-teste	Devolutiva do pós-teste para os alunos, sanando as dificuldades encontradas durante a resolução das questões.
OBS*:		Os métodos 1, 2 e 3 foram aplicados em ordens diferentes, em cada uma das escolas. Após isso, será determinada, com base nos resultados, qual a sequência de aplicação dos métodos mais eficaz para o ensino-aprendizagem da equação do 2º grau.

4 Resultados e Discussão

O resultado do pré-teste indicou que os alunos apresentam defasagem no conteúdo teórico, conforme apresentado na Tabela 2, que mostra as questões (numeradas de 1 a 10), os conteúdos abordados e as principais dificuldades apresentadas pelos alunos.

Tabela 2 – Dificuldades apresentadas pelos alunos.

Questão	Conteúdo teórico	Principais dificuldades reveladas pelos alunos no pré-teste.
01	Coeficientes	Valor negativo e frações; troca de variável por coeficiente.
02	Equação do 1º grau	Não inversão das operações e não simplificação dos resultados.
03	Potenciação	Desconhecimento de como proceder em caso de expoente negativo.
04	Radiciação	Desconhecimento do valor da raiz de 1.
05	Valor numérico de uma expressão algébrica	Realização da questão como se fosse de múltipla escolha.
06	Simplificação de frações	Dificuldade em associar a figura com sua respectiva fração.
07	Área de um retângulo	Dificuldade em cálculo com números decimais; ausência de determinação da grandeza m².
08	Representação algébrica da área de um retângulo	Não identificação de termos semelhantes e não realização da soma das áreas.
09	Produtos notáveis	Desconhecimento do processo de fatoração.
10	Operações com números inteiros	Limitação em manipular valores negativos e positivos.

A correção das questões do pré-teste, realizada em sala de aula com os alunos, deu ênfase principalmente aos erros cometidos pela maioria, comuns às três escolas. As mediações realizadas pelos professores durante a correção se desencadeavam de acordo com a

participação dos estudantes, que foram ativos nesse processo. Esse procedimento se apoia em Luckesi (1999, p. 57), segundo o qual, quando atribuímos uma atividade a um aluno e observamos que este não conseguiu chegar ao resultado esperado, verificamos o erro e como ele o cometeu, reorientamos seu entendimento e sua prática. O erro conscientemente elaborado possibilita a oportunidade de revisão e avanço, e os professores têm a oportunidade de serem educadores.

Foram usados os seguintes parâmetros para a correção do pré-teste: menos da metade da questão correta (<50%), metade da questão (=50%), mais da metade e menos que toda a questão (>50%), questão em branco (não fez), questão totalmente errada (erro total), acerto de toda a questão (acerto total). Os resultados das três escolas são apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Resultados do Pré-teste para as três escolas.

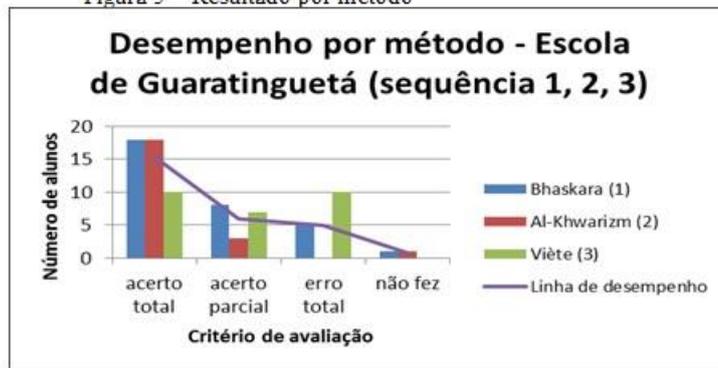


Pode-se notar que em quase todas as suas questões houve um número elevado de alunos que deixaram de resolver (não fez), pois não possuíam o conteúdo necessário ou não lembravam. Entre todos os conteúdos da Tabela 2, o menos desenvolvido pelos alunos foi o de produtos notáveis: mais de 60 alunos não resolveram a questão relativa a esse conteúdo. Os alunos também apresentaram dificuldades na resolução da questão relativa à equação do 1º grau: somente 15 alunos resolveram corretamente e 19 acertaram menos de 50% da questão. De modo geral, o resultado do pré-teste retratou uma condição precária, no que diz respeito ao conteúdo necessário para a aprendizagem da equação do 2º grau.

A seguir são apresentados os resultados, para cada escola, obtidos após a explicação de cada método. A Figura 5 apresenta os resultados da aplicação dos métodos, para resolução da equação do 2º grau, na escola de Guaratinguetá.

Os critérios de avaliação da questão foram: acerto de toda a questão (acerto total), acerto de quase toda a questão (acerto parcial), questão totalmente errada (erro total) e questão em branco (não fez).

Figura 5 – Resultado por método

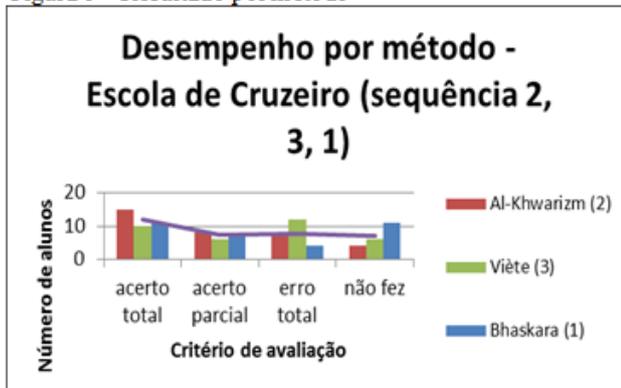


O resultado revela um bom desempenho dos alunos, considerando-se a sequência de aplicação. Tendo como parâmetro a linha de desempenho, que equivale à média dos critérios de avaliação, podemos observar que o método de Bhaskara seguido ao de Al-Khwarizm apresenta resultados acima da média nos acertos totais. Por outro lado, o método de Viète ultrapassa a média de erros totais, mas ainda assim, seus acertos totais e parciais são consideráveis. Podemos notar também, que nenhum aluno deixou de resolver a questão desse último método e apenas dois alunos não fizeram alguma questão. Enfim, o resultado dos alunos de Guaratinguetá foi satisfatório.

Ao final da aplicação dos três métodos na cidade de Guaratinguetá, o professor pôde realizar conclusões importantes e perceber a evolução dos alunos em relação ao ensino do conteúdo de equação do 2º grau. Na aplicação do último Método, Viète, os alunos compreenderam a explicação e resolveram a atividade com mais facilidade. Esse método demandou, durante a sua resolução, habilidades principais como: memorização, interpretação, resolução de problemas e relacionamento da geometria com a álgebra, habilidades exigidas na compreensão dos métodos de Bhaskara e Al-Khwarizm, trabalhados anteriormente, o que facilitou o entendimento do terceiro método. Os alunos relataram que os métodos antecedentes eram de fácil assimilação, enquanto o de Viète era longo, mas não impossível de ser resolvido, pois eles já sabiam muitas etapas presentes em sua resolução.

A Figura 6 apresenta os resultados da aplicação dos métodos na escola de Cruzeiro.

Figura 6 – Resultado por método

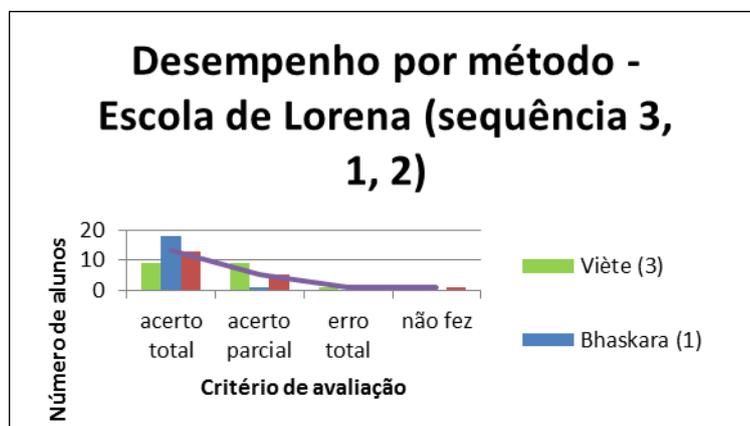


Os resultados mostram que os alunos do município de Cruzeiro assimilaram o método de Al-Khwarizm com mais facilidade, com resultado acima da média da linha de desempenho nos acertos totais, o que não ocorre com o de Viète ou de Bhaskara. Mais uma vez, o método de Viète superou a média de erros totais, além de ter alto valor de questões não feitas, comparado à linha de desempenho. O que se mostra crítico é a grande quantidade de alunos que não fez a questão do método de Bhaskara. Portanto, considerando a sequência de aplicação adotada para essa escola, o desempenho dos alunos é avaliado como regular.

Os alunos apresentaram dificuldades para resolver o método de Viète, pois não tinham o domínio na resolução das etapas necessárias; isso fez com que o professor levasse mais tempo para explicar o método que nas outras escolas. Os alunos relataram que gostaram do método de Al-Khwarizm, pois o consideraram mais atraente, pelo fato de apresentar estágios de fácil compreensão e não dispor de números negativos durante a resolução. Verificou-se, então, que a interpretação geométrica foi facilitada pela situação algébrica exibida.

A Figura 7 apresenta os resultados da aplicação dos métodos na escola de Lorena.

Figura 7 – Resultado por método (Lorena).



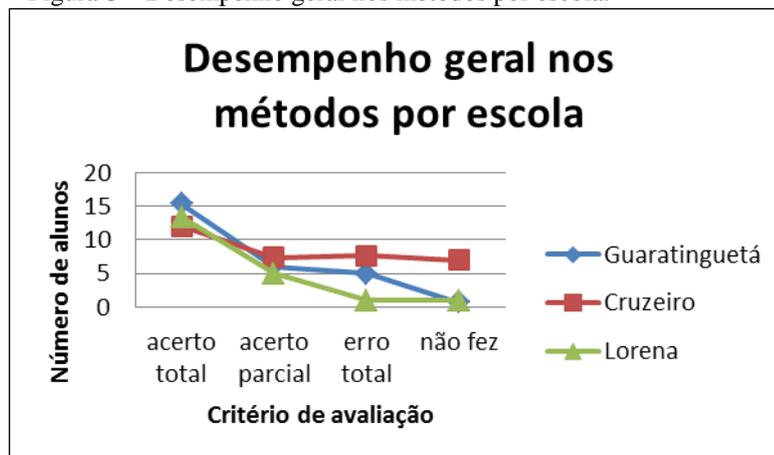
O primeiro método abordado nesse município foi o de Viète, no qual os alunos tiveram um desempenho abaixo do regular, comparado aos outros métodos, como mostra a

Figura 7. Entretanto, comparado às outras escolas, os alunos de Lorena foram os que mais o assimilaram, visto que apenas 1 aluno errou totalmente a questão desse método. Nos acertos totais, o método de Viète apresentou baixo rendimento, porém com acerto parcial acima da média, conforme a linha de desempenho. Nessa escola, o método apreendido melhor pelos alunos foi o de Bhaskara, com alto número de acertos totais, muito acima da média. No que diz respeito ao método de Al-Khwarizm, nota-se que os alunos da escola de Lorena o assimilaram regularmente, uma vez que em acertos totais e parciais atingiram a média. É interessante ressaltar a boa participação dos alunos dessa escola, pois apenas um aluno não fez. Assim, consideramos o desempenho dos alunos de Lorena pouco acima do regular, quanto ao processo de aplicação dos métodos.

Nesta escola a maior dificuldade dos alunos foi durante a explicação do primeiro método, de Viète, por exigir abstração e os alunos possuem defasagem nessa habilidade, visto que os outros métodos não haviam sido trabalhados. Devido esse obstáculo, o professor precisou de mais tempo que o professor de Guaratinguetá para explicar esse método. Os alunos apresentaram facilidade em compreender o método de Bhaskara, por sua articulação com o de Viète, apresentado anteriormente. Essas observações foram feitas pelos próprios alunos. Ainda de acordo com eles, o último método trabalhado, Al-Khwarizm, foi de fácil assimilação. Pode-se atribuir essa facilidade ao caráter concreto do método e da preparação anterior à qual os alunos tinham sido submetidos.

A Figura 8 apresenta o desempenho geral das três escolas na aplicação de suas sequências, de acordo com suas linhas de desempenho.

Figura 8 – Desempenho geral nos métodos por escola.

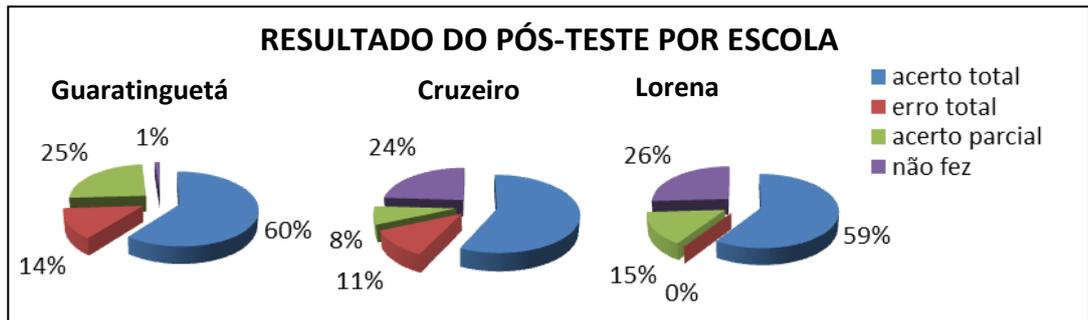


Ao sobrepor as linhas de desempenho, verificamos que os alunos do município de Guaratinguetá obtiveram maior número de acertos totais. Em acertos parciais os alunos de Cruzeiro têm maior número. Na escola de Lorena, seus alunos praticamente não erraram

totalmente alguma questão. Comparado às outras escolas, foi na de Cruzeiro onde os alunos menos participaram, com média de 7 alunos não fazendo alguma questão. Considerando uma sala numerosa, a maior quantidade de erros totais foi dos alunos de Guaratinguetá.

Após a aplicação dos métodos e seus testes, foi aplicado o pós-teste, para finalmente verificar qual a suposta melhor sequência de aplicação. A Figura 9 apresenta esses resultados por escola.

Figura 9 – Desempenho do Pós-teste por escola



Observando os resultados do pós-teste, pode-se ver que a quantidade de acertos totais é quase a mesma em todas as escolas, o que nos remete aos erros totais, questões não feitas e acertos parciais. Considerando as questões com erro total, nota-se que os alunos de Lorena tiveram um desempenho muito bom, e os de Guaratinguetá o pior. Nas questões não feitas, a escola de Lorena supera todas as outras, permanecendo Guaratinguetá com menor percentual entre as outras duas. Quanto aos acertos parciais, nota-se que os alunos de Guaratinguetá tiveram bom desempenho, já nos outros municípios os resultados foram piores. Além disso, apenas 1% dos alunos da escola desse município deixou de fazer alguma questão.

Importante ressaltar que todas as avaliações foram corrigidas com os três professores presentes, assim como a análise e discussão dos resultados ao final de cada etapa. O objetivo foi manter o mesmo padrão de correção, analisando as dificuldades encontradas pelos alunos e discutindo os obstáculos deparados pelos professores ao explicar os métodos.

5 Considerações Finais

As atividades envolvendo o conteúdo equação do 2º grau, com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental (EF), revelaram aspectos importantes na aplicação dos métodos. De modo geral, percebemos que a maioria compreendeu os métodos e que grande parte dos erros apresentados relacionava-se aos conteúdos prévios.

Buscando observar o desempenho dos alunos nos métodos, notamos que o método de Bhaskara foi mais eficaz. Compreendemos que isso se deve ao fato dos alunos estarem

habituaados a aprender por meio de memorização mecânica, apresentando dificuldades para assimilarem outros métodos que exijam interpretação e abstração.

O método de Al-Khwarizm, por envolver conceitos concretos da geometria, foi considerado de fácil aprendizagem pela maioria dos alunos, apesar de alguns apresentarem dificuldade na compreensão. Mesmo estando presente nos livros didáticos, nota-se que é pouco explorado por professores do EF no ensino público.

Considerando os erros e dificuldades, os alunos conseguiram desenvolver o método de Viète, de resolução mais longa e que demanda mais conteúdos prévios. Na escola de Guaratinguetá, esse método foi aplicado por último e o tempo de aplicação foi menor que o das outras escolas; certamente, por envolver conteúdos abordados nos dois métodos anteriores, o que facilitou aos alunos dessa escola compreender esse método. Portanto, considerados os três métodos, o de Viète será mais bem assimilado pelos alunos após a aplicação dos dois anteriores. É importante ressaltar que alguns alunos chegaram a esse entendimento durante o processo de aplicação.

Os métodos propiciaram a participação ativa da maioria dos alunos durante as aulas, pois no decorrer das explicações muitos argumentaram, expuseram ideias e interagiram com seus pares. Ao perceber que alguns colegas apresentavam dificuldade, o aluno que já havia aprendido mostrava-se disposto a ensinar o outro, que estava com defasagem.

Sabemos que nem todos os alunos chegaram ao fim com total compreensão dos métodos, porém, a reprodução de um único método para esse conteúdo não apresenta alternativas para a pluralidade de abordagens por parte dos alunos. Esse estudo mostra que a aplicação de diferentes métodos é válida, considerando sua sequência de aplicação, pois em todas as escolas, mais da metade dos alunos entenderam e resolveram equações do 2º grau.

Com base nas observações e resultados, a sequência de aplicação dos métodos aqui apresentados mais eficaz para resolução de equações do 2º grau é a sequência 1 (Bhaskara, Al-Khwarizm e Viète). Além disso, o método de Viète mostra-se aplicável à turmas de 9º ano do EF ou em outro momento da escolarização, quando outros conceitos forem surgindo e puderem ser abstraídos, estabelecendo relação com conceitos trabalhados anteriormente. Essas questões poderão ser aprofundadas em novas pesquisas por pessoas que se interessem pelo mesmo tema.

6 Referências

AMARAL, J. T. Método de Viète para Resolução de Equações do 2º Grau. **Revista do professor de Matemática**, nº13, 1988, p. 18-20.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997. 92 p.

CAJORI, F. **Uma História da Matemática**. Rio de Janeiro. Editora Ciência Moderna Ltda. 2007. p. 201-203

FRAGOSO, W. C.. **Equação do 2º grau**: Uma abordagem histórica. Ijuí: Unijuí, 1999.

GIOVANNI, José Ruy. **Matemática: Pensar e descobrir**. São Paulo: FTD, 1996. 303 p.

KATZ, V. J.. **História da Matemática**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010. 1 v.

LIBÂNEO, J. C.. **Didática**. São Paulo, Cortez, 1994, 263 p.

LUCKESI, C. C.. **Avaliação da Aprendizagem Escolar**. São Paulo: Cortez, 1999. 180 p.

ROQUE, T.. **História da Matemática: Uma visão crítica desfazendo mitos e lendas**. Rio de Janeiro: Zahar, 2012. p. 248-249.

SÃO PAULO. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo. **Caderno do professor: Matemática**. São Paulo: SEE, 2014. 120 p.