Research, Society and Development, v. 10, n. 16, e313101623937, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23937

O ensino de função polinomial do 2º grau por construção de aplicativos: uma análise semiótica

Teaching high school polynomial function by building applications: a semiotic analysis

Enseñar la función polinomial en la escuela secundaria mediante la creación de aplicaciones: un análisis semiótico

Recebido: 26/11/2021 | Revisado: 02/12/2021 | Aceito: 03/12/2021 | Publicado: 12/12/2021

Antonio Cleyton da Silva Pinheiro
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5636-3597
Secretaria de Educação e Cultura, Brasil
E-mail: antoniocleytondasilvapinheiro@gmail.com
Fábio José da Costa Alves
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6458-8702
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: fabio@edumatematica.net
Gustavo Nogueira Dias
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1315-9443
Colégio Federal Ten. Rêgo Barros, Brasil
E-mail: gustavonogueiradias@gmail.com
Wagner Davy Lucas Barreto
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0675-9005
Colégio Federal Ten. Rêgo Barros, Brasil
E-mail: profwlucas@yahoo.com.br
Gilberto Emanoel Reis Vogado,
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4763-4767
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: gvogado@globo.com
Katiane Pereira da Silva
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7864-6467
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: Katiane.silva@ufra.edu.br
Antonio Thiago Madeira Beirão
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1366-5995
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: Thiago.madeira@ufra.edu
Nazaré Doriene de Melo Reis
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1711-8633
Estácio do Pará Faculty, Brasil
E-mail: n.dmelo@hotmail.com
Herson Oliveira da Rocha
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2494-6277
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: herson@ufra.edu.br
Cássio Pinho dos Reis
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2211-2295
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: cassio.reis@ufms.br
Pedro Roberto Sousa da Silva
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1780-5705
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: prof.pedromat@hotmail.com
Ricardo Daniel Soares Santos
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8486-4807
Colégio Federal Ten. Rêgo Barros, Brasil
E-mail: rdsantostina@yahoo.com.br

Resumo
O artigo teve a intenção de responder a seguinte questão: A utilização de uma sequência didática que faz uso de construção de aplicativos melhora o ensino e aprendizagem da função polinomial do 2º grau? Com o objetivo de analisar a construção de aplicativos, a partir da programação em bloco, no App Inventor, em uma sequência didática,

para o entendimento e resolução de problemas envolvendo função Polinomial do 2º Grau. O lócus da pesquisa foi em uma escola pública no município de São João de Pirabas-PA, Brasil. Os sujeitos foram 40 estudantes do 1º ano do Ensino Médio. Os dados foram obtidos a partir de registros escritos e gravações de áudio para serem analisados segundo as teorias da análise microgenética e semiótica de Durval. A metodologia usada na confecção das atividades foi a Modelagem Matemática e a de pesquisa a Engenharia Didática. A sequência didática proposta apresenta três atividades voltadas ao ensino de funções polinomiais do segundo grau. Com resultado da pesquisa observamos, a partir da aplicação da sequência didática, que os alunos se mostraram mais entusiasmados em aprender o assunto estudado, além de alcançarem o entendimento dos assuntos com mais rapidez, em um ambiente colaborativo e participativo, em que se viu avanço na autonomia desses, resultando em melhor desempenho nas resoluções das questões.
Palavras-chave: Educação matemática; Ensino de matemática por modelagem; Função polinomial do 2º grau.

Abstract
The article intended to answer the following question: Does the use of a didactic sequence that makes use of building applications improve the teaching and learning of the polynomial function of the 2nd degree? In order to analyze the construction of applications, from block programming, in App Inventor, in a didactic sequence, for the understanding and solving of problems involving 2nd Degree Polynomial function. The locus of the research was in a public school in the city of São João de Pirabas-PA, Brazil. The subjects were 40 students from the 1st year of high school. Data were obtained from written records and audio recordings to be analyzed according to Durval's theories of microgenetic and semiotic analysis. The methodology used in the preparation of the activities was Mathematical Modeling and the research methodology Didactic Engineering. The proposed didactic sequence presents three activities aimed at teaching polynomial functions in high school. As a result of the research, we observed, from the application of the didactic sequence, that the students were more enthusiastic about learning the subject studied, in addition to reaching an understanding of the subjects more quickly, in a collaborative and participatory environment, in which progress was seen. in the autonomy of these, resulting in better performance in the resolution of the issues.
Keywords: Mathematics education; Teaching mathematics by modeling; 2nd degree polynomial function.

Resumen
El artículo pretendía dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿El uso de una secuencia didáctica que hace uso de aplicaciones de construcción mejora la enseñanza y el aprendizaje de la función polinomial del 2º grado? Con el fin de analizar la construcción de aplicaciones, desde la programación de bloques, en App Inventor, en una secuencia didáctica, para la comprensión y resolución de problemas relacionados con la función Polinomial de 2º Grado. El lugar de la investigación fue en una escuela pública de la ciudad de São João de Pirabas-PA, Brasil. Los sujetos fueron 40 alumnos de 1º de bachillerato. Los datos se obtuvieron de registros escritos y grabaciones de audio para ser analizados de acuerdo con las teorías de análisis microgenético y semiótico de Durval. La metodología utilizada en la elaboración de las actividades fue el Modelado Matemático y la metodología de investigación Ingeniería Didáctica. La secuencia didáctica propuesta presenta tres actividades dirigidas a la enseñanza de funciones polinomiales en la escuela secundaria. Como resultado de la investigación, observamos, a partir de la aplicación de la secuencia didáctica, que los estudiantes se mostraron más entusiasmados con el aprendizaje de la materia estudiada, además de alcanzar una comprensión de las materias de manera más rápida, en un ambiente colaborativo y participativo, en los cuales se vieron avances en la autonomía de estos, resultando en un mejor desempeño en la resolución de los asuntos.
Palabras clave: Educación matemática; Enseñanza de las matemáticas mediante modelos; Función polinomial de segundo grado.

1. Introdução

A facilidade de lidar com a programação visual (programação que acontece montando blocos como em um “quebra cabeça”) em blocos no ambiente do MIT App Inventor (2016), contribuiu para fácil aquisição de como lidar com a programação neste ambiente, pois os blocos precisam ser encachados corretamente, caso contrário, a programação sobre o desenvolvimento da sequência disposta para a solução do problema não ocorrerá corretamente. Este fato pode ser constatado paralelamente ao desenvolvimento da programação. As conexões possíveis, são: usb, QR Code, download do apk para o computador, caso o aluno não tenha o celular e WIFI, pode ser utilizado pelo emulador diretamente no computador.

Atualmente, o processo de ensino e aprendizagem apresentou avanços significativos, principalmente, no que se refere ao ensino remoto, devido à pandemia da covid-19 (Dias, et al, 2020).

A proibição do contato entre pessoas através de aglomerações, seja em sala de aula, reuniões ou outra forma de união, estimulou muitos docentes a buscarem novas formas de ensinar e aprender por meio de ferramentas tecnológicas (Dias, G. N. et al, 2020),

Monteiro & Santos (2019), afirmam que as tecnologias têm impactado a educação de tal forma que têm mudado a sua forma de concepção, demandando um novo olhar para as metodologias, estratégias e, inclusive, o modo de se comunicar.

Nos últimos anos, as tecnologias estão sendo utilizadas para melhorar o desempenho dos alunos e o processo de trabalho docente, dentre os quais destacam-se as formas como são realizadas as avaliações do ensino.

De acordo com Deslandes e Coutinho (2020), há milhões de pessoas no mundo inteiro que se viram obrigadas a interromper bruscamente boa parte das interações humanas face a face (presenciais). De uma hora para a outra a transmissão de dados por meio digital, genericamente chamada de Internet, tornou-se o único meio disponível para a não interrupção completa das interações sociais e de trabalho. Nesse sentido o isolamento social foi um dos causadores e do efeito multiplicador desse “boom” tanto no ensino remoto quanto na utilização da internet em inúmeras atividades educacionais, como também na utilização de aplicativos de celular.

Vale frisar que esta diversidade de conectividade facilita sua utilização e correção concomitantemente, durante a criação do aplicativo. Os pontos elencados, como: facilidade de manuseio, gratuidade, ambiente virtual de aprendizagem, programação visual em bloco no ambiente do App Inventor (MIT Media Lab, 2016), despertou-me para utilizá-lo como recurso; a partir da metodologia de Ensino da Modelagem Matemática, em que o estudante a cada solução encontrada para o problema em questão, cria um modelo para situação disposta. Para tanto, faz-se necessário o uso dos conhecimentos matemáticos de maneira ordenada, correta, verificando-se a ocorrência de fato da aprendizagem a cada momento do desenvolvimento do aplicativo.

Na concepção de Dias et al (2021) nesse momento de isolamento social o afeto e a colaboração entre alunos e professores, a utilização de aplicativos para facilitar o instrução é uma forma de motivar a todos a continuar o processo de ensino e aprendizagem. A comunicação afetiva, com o apoio das tecnologias, nos ajuda a aprender a partir das histórias de vida e dos sonhos de cada um dos alunos. O clima de acolhimento, confiança, incentivo e colaboração é decisivo para uma aprendizagem significativa e transformadora.

A programação para o desenvolvimento do aplicativo da função do 2º grau, em particular foi decisiva, pois ao programar uma fórmula matemática no momento da construção do aplicativo, o mesmo servirá para proporcionar a solução desejada de um problema. Vale destacar que as variáveis, servirão como valores de entrada e a sequência do desenvolvimento da programação deve ser correta, reforçando o entendimento por parte do estudante que está na fase de aprendizagem, relacionando todos os conhecimentos prévios, com os conhecimentos inerentes ao ano de estudo, durante as aulas.

As reflexões pertinentes sobre a utilização deste recurso e as dificuldades verificadas ao longo da prática docente, contribuíram para elencar a proposta de ensino que envolvesse a plataforma do App Inventor (MIT Media Lab, 2016), que é totalmente grátis podendo qualquer pessoa acessar [podendo ser acessada on-line de forma gratuita]. Sendo que a finalidade principal é de reverter a situação de falta de compreensão sobre função afim e quadrática, além de mostrar o quanto de matemática há para o desenvolvimento dos recursos computacionais e seu funcionamento e suas funcionalidades. As inovações voltadas para o âmbito da Educação Matemática alcançam patamares cada vez mais pertinentes, mediante pesquisas desenvolvidas, com o intuito de proporcionar resultados e produtos inerentes às metodologias de ensino. A utilização de vários recursos que indicam situações para modificar e/ou melhorar situações diversas que o professor se depara e vivência durante suas práticas docentes. A Educação Matemática segundo Machado (2012, p.12) está nas confluências das tentativas de busca por metodologias que possibilitem o alcance de entusiasmos em querer conhecer ou se apropriar dos conhecimentos da matemática para a explicação dos acontecimentos da vida. “[...] Mais do que despertar o interesse pelas suas aplicações práticas, é fundamental desvelar sua beleza intrínseca, sua vocação para a apreensão de padrões e das regularidades [...]" (Machado, 2012, p.13).

2. Referencial Teórico

2.1 Sequência Didática

A Engenharia Didática em nossa pesquisa serviu como suporte para todos os momentos de desenvolvimento, pois a sua utilização no processo de desenvolvimento de pesquisas com o foco na práxis do professor e a investigação da didática do mesmo.

Artigue (apud Sá & Alves 1996) mostra que a Engenharia Didática possui um retrospecto de pesquisa baseada nos registros das ações ocorridas na sala de aula, por meio de um estudo de caso e a maneira como ocorre a validação inerente aos registros obtidos, acontece, a partir da comparação dos resultados previamente estabelecidos com os resultados obtidos na pesquisa.

Carneiro (apud Sá & Alves 2005) reforça uma característica um pouco divergente das atribuídas por Artigue (1996) e Pais (2001), por enfatizar que a engenharia didática corresponde mais a uma teoria, pois ela proporciona meios científicos suficientes para a produção de recursos para prática docente futura. Sendo considerada pelo autor mais como teoria a uma metodologia.

A verificação de uma pesquisa embasada na Engenharia Didática segue as seguintes etapas ou fases, são elas: 1) análises prévias, 2) concepção e análise a priori das situações didáticas da engenharia, 3) experimentação, e 4) análise a posteriori e validação.

A sequência didática deve contemplar os aspectos pedagógicos dos recursos a serem utilizados durante toda a aplicação, não sendo necessariamente exclusiva a uma tendência, mas pode ser feito uma ação coordenada de duas ou mais tendências, com a intenção de superar as dificuldades verificadas nas análises prévias e alcançar as habilidades e competências em relação ao conteúdo elencado para a pesquisa. As habilidades e competências podem abranger assuntos diversos ou restringir ao assunto específico.

Artigue (apud Sá & Alves 1996) identifica na análise a priori o momento onde serão elencadas as hipóteses relacionadas às reações possíveis dos alunos, diante as situações pertinentes da sequência didática, pois são estas hipóteses que serão verificadas por meio da comparação das análises a priori e a posteriori, respectivamente, na análise da primeira o pesquisador descreve todas as possíveis reações dos estudantes, já na análise segunda é o momento da prescrição dos acontecimentos no decorrer da proposta didática.

2.2 Modelagem Matemática

A Modelagem Matemática e o Modelo assumem a configuração que, de acordo com Almeida (2013), "[...] visa propor soluções para problemas por meio de modelos matemáticos. O modelo matemático..., é o que "dá forma" ... e a Modelagem Matemática é a "atividade" de busca por essa solução." (Almeida, 2013, p. 15).

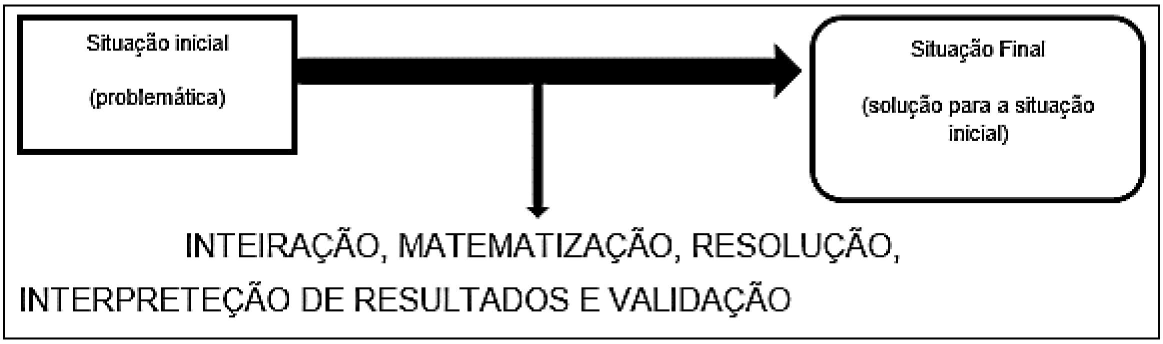
Segundo Vogado et al (2020), O aluno tem que sair da postura de um mero espectador e ir de encontro com uma postura no qual irá produzir o seu próprio conhecimento, passando assim a refletir sobre as suas ideias, sendo assim o primeiro passo para a constituição de significados pelos estudantes.

Cabral (2017) fala da necessidade que o aluno saia da postura fortalecida pelo modelo tradicional de ensino, definição, exemplo e exercício, ou seja, sai da postura passiva para uma postura ativa e o docente adote uma conduta de provocador e organizador de ideias.

O retrospecto que a Modelagem Matemática assume neste contexto está entrelaçado, com a busca por respostas sobre o problema inicialmente proposto pelos estudantes, que pode ser de cunho social, físico, cultural e até mesmo matemático, ou seja, todos os fenômenos e/ou acontecimentos que envolvem o homem e o meio onde está inserido. Portanto, esta compreensão nos remete ao fato de verificar que, a busca por repostas inerente à problemática deparada inicialmente é o motivo pelo qual a Matemática se desenvolve, com relações diretas de importância e aplicabilidades estabelecidas.

As fases que constituem a Modelagem Matemática, cada uma tem papel importantíssimo, como aponta Almeida (2013), Figura 1:

Figura 1 - Fases da Modelagem Matemática.



Fonte: Almeida (2013, p. 15).

Inteiração: esta primeira fase com o foco voltado para a aquisição do máximo de informação inerente à situação-problema, que podem ser quantitativas e/ou qualitativas, obtidos através de recursos de coletas de dados, ou através de contato direto ou indireto com os sujeitos envolvidos. Onde a sua sustentação é embasada em metas a serem alcançadas, a partir de indagações que surgem mediante dúvidas e perguntas, com a finalidade de obter o entendimento. Podendo este perdurar por todo o processo que exija respostas para dúvidas que surgirão antes e durante o processo.

Matematização: nesta segunda fase a finalidade principal volta-se à transformação do problema inicialmente em sua forma da linguagem natural, para a linguagem matemática, com a atribuição de proporcionar toda a formalização cabível ao seu domínio. Permeada por caracterização de variáveis, com a tentativa de contemplar o máximo de elementos da situação real, pois, quanto mais variáveis são elencadas, maiores são as chances de proximidade dos resultados, que traduzem a problemática da situação real.

Resolução: esta terceira fase o modelo matemático é analisado, pensando-se as relações possíveis entre os valores, incógnitas, tabelas, gráficos dentre outras manifestações que venham emergir durante o processo de construção do modelo matemático, sempre voltada para o contexto da problemática suscitada inicialmente, com o principal intuito de responder às perguntas e suas generalizações capazes de atribuir previsões.

Interpretação de resultados e validação: Durante o desenvolvimento desta fase, exigem do estudante avaliar suas construções, seus resultados e atribuições acerca dos resultados obtidos, com a finalidade de buscar melhorias para suas propostas. A validação é parte integrante deste processo, pois, permite fazer aplicações instantâneas promovendo uma relação de sincronismo entre a ideia e seus resultados, com a intenção de primar pela qualidade da proposta e minimizar os erros acerca da situação considerada ótima e promover o dinamismo entre as partes da Modelagem Matemática.

As fases definidas por Almeida (2013), quando identificadas no processo pedagógico de ensino e aprendizagem, caracteriza a Modelagem Matemática, possibilitando a ação direta dos participantes, a partir de um tema não necessariamente de cunho Matemático. Mas, que ao passar por cada fase indicada anteriormente, permitem explorar assuntos diversos da Matemática, imbuída nos mais diversos ambientes, sejam eles: sociais, políticos e culturais do cotidiano. Permitindo uma análise crítica do meio, com suas respectivas análises, debates e contribuições entre os integrantes do grupo, pois um dos detalhes desta atividade é que ela acontece com as intervenções entre os participantes, tornando-os ativos e participativos durante todo o processo do desenvolvimento da atividade.

Portanto, a modelagem matemática como proposta de ensino ultrapassa o fator somente de mecanização da utilização do conhecimento, em estabelecer um processo que dispõe de criatividade, pesquisa, entendimento, despertando no estudante a arte de modelar, sobre os preceitos da matemática, indo além de resolução somente de problemas sem significado, mas, na sua problemática, enquanto seu processo de interpretação.

2.3 Semiótica

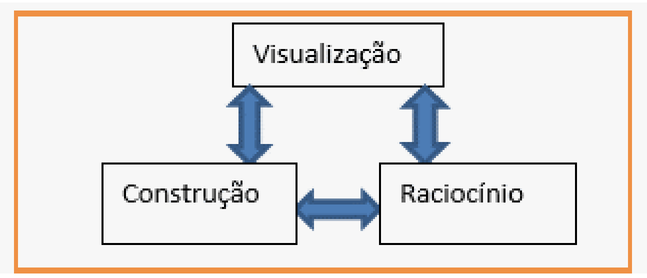
A semiótica foi escolhida como suporte de análise, por propiciar segundo Santaella (1983, p.4) a investigação de todas as manifestações de linguagens, a partir de qualquer fenômeno e atitudes produzidas com significado e sentidos próprios. Os signos tornaram-se objeto de estudos, segundo Duval (2011), a partir das manifestações científicas, que se manifestam de diversas formas com representações simbólicas, fornecendo os suportes necessários para a efetivação da comunicação.

Os processos cognitivos regidos por Duval (2009) mostram que a representação de um objeto não é necessariamente o objeto em si, mas, a interpretação sugerida em relação ao objeto em questão, caracterizando-o em relação ao modo como cada indivíduo é capaz de representá-lo a sua maneira. A "representação" pode acontecer por meio de palavras e símbolos, designando ou expressando denotações. Matematicamente pode ser representado por meio de símbolos, em se tratando de números ou letras para designar numerais e valores desconhecidos, em uma equação ou expressões algébricas. Em matemática o verbo "representar", segundo Duval (2009) pode ser entendido como a maneira de exteriorizar um objeto matemático de diferentes formas, como: representação pictórica, símbolos, geometricamente e gráficos. No entanto sua interpretação está intrinsicamente relacionada ao conhecimento que cada um possui durante o processo de verificação da representação manifestada, ou seja, as representações e os efeitos causados em suas interpretações estão diretamente relacionados aos seus conhecimentos e o uso de suas linguagens, como tem sido indicado por Duval (2009).

Para este autor nem sempre há um entendimento considerado fácil por parte dos estudantes, da maneira como o professor espera que aconteça, pois durante o processo de entendimento, as conexões cognitivas do sujeito são acionadas, tornando os resultados diferentes para cada um especificamente.

Os aspectos relevantes da Teoria de Duval (2009) utilizados neste trabalho seguiram os preceitos de verificação das dificuldades, das descrições, do desenvolvimento do raciocínio mediante o seguinte processo, representado na Figura 2.

Figura 2 - Processos cognitivos importantes no ensino de Matemática.



Fonte: Adaptada Duval (2003).

Research, Society and Development, v. 10, n. 16, e313101623937, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23937

As dificuldades mencionadas por Duval (2009) estão relacionadas ao raciocínio quanto às manifestações, de explicação, ao descrever uma situação, desenvolvimento de um cálculo ou durante a resolução de um problema. Todas essas manifestações segundo o autor perpassam por representações semióticas e quando acontecem conversões entre as representações, há aquisição de conhecimento, ou seja, aprendizagem.

As integrações dessas ações cognitivas em uma atividade de matemática contribuem para a facilitação do entendimento e consequentemente o aprendizado e o desenvolvimento matemático. Para Duval (2009) a visualização é o ponto primordial que pode trilhar por caminhos diversificados, promovendo reflexões sobre as observações, além de transformações e o raciocínio para então a objetivação da consistência do conhecimento desejado.

Durval (2009) destaca que a aprendizagem depende das transformações de convergência e tratamento de representações semióticas disponibilizadas. O processo de tratamento caracteriza-se quando as transformações semióticas acontecem apenas em um sistema semiótico, ou seja, durante a descoberta do valor de uma ou mais incógnita no processo de resolução de uma equação, suas etapas de desenvolvimento acontecem somente através das representações algébricas de sua simplificação. Para que haja a conversão é necessária a representação da equação em gráficos nos planos cartesianos, tabelas, dentre outros; contribuindo assim, para o acontecimento da conversão.

Duval (2011) distingue signos de representações, onde os signos referem-se ~~à~~ alguma coisa ou objeto enquanto, as representações apresentam um resultado ou causa com o objeto. Duval (2011) determina dois tipos de conversão: aquelas que acontecem somente na língua natural e as que acontecem somente na linguagem matemática. Segundo este autor a conversão no aspecto é a utilização de um tipo de registro mais conveniente sobre uma situação problema.

Quanto, ao aspecto cognitivo esta ação é de fundamental importância para a culminância da compreensão. As análises sugeridas por Duval (2011) remetem a uma relação direta com o contexto da Modelagem Matemática desenvolvida na execução das atividades, ~~são~~ apresentam resultados importantes para as verificações dos avanços nas conversões de suas representações. Outra aplicação, é a relação deste tipo de análise no momento da validação do experimento por ser uma das fases da Engenharia Didática, correspondendo assim, diretamente em todos os aspectos da pesquisa.

2.4 Análise Microgenética

A análise das relações existentes durante a aplicação das atividades necessita de um recurso que vise à verificação das manifestações verbais com certo detalhe entre os participantes das atividades. Possibilitando observar as mínimas modificações existentes durante o processo de interação entre os participantes de cada grupo, nas relações entre grupos e a relação no grupo maior, inclusive com o professor mediador da proposta. Com a intenção de apontar aspectos relacionados à aprendizagem dos participantes.

A intenção voltada para análises que objetivam verificar as mínimas alterações comportamentais requer planejamento, tempo e atribuições de hipóteses com suas respectivas soluções; com a intenção de verificar os mínimos detalhes e manifestações durante o processo de obtenção da aprendizagem. A contemplação dessas análises necessita diretamente de metodologia que atenda a essas perspectivas.

A análise microgenética oferece subsídios suficientes que venham satisfazer este tipo de análise, pois, segundo Kelman e Branco (2004)

> [...]a microgênese tem múltiplas funções dentro do ambiente socioculturais como o contexto escolar. Permite, entre outras possibilidades, o estudo de características do desenvolvimento humano que vão se construindo na dinâmica das interações verbais e não-verbais e na observação das negociações que ocorrem no fluxo interativo entre professor-aluno e aluno-aluno, no face-a-face[...] (Kelman & Branco, 2004,p.95)

A metodologia de "análise microgenética", segundo Goés (2000) vem contribuindo em relação a este tipo de análise, como sendo uma metodologia em ascensão quanto a sua utilização em pesquisas voltadas ao âmbito educacional como também no campo da psicologia trazendo em consideração todos os aspectos, "[...] como um zoom no estudo de determinado processo, permitindo uma análise detalhada, passo a passo, necessária à observação de mudanças desenvolvidas significativas" (Kelman & Branco, 2004, p.96).

Goés (2000) também define a análise microgenética como sendo uma área de análise investigativa, um componente de estudo de caso, como também, um trabalho que demonstra a relação pesquisador ↔ participante. O autor também traz uma diferença deste tipo de metodologia com relação a outras metodologias de pesquisas, como por exemplo, a metodologia envolvendo a análise de micro eventos [citar uma referência para análise de micro eventos].

Nas pesquisas envolvendo a teoria proposta por Piaget e Vigotsk sobre otogênese, Goés (2000) traz resultados que demonstram o desenvolvimento das manifestações espontâneas das crianças sem interferências dos adultos.

3. Metodologia

O estudo envolveu uma abordagem quali-quanti que usa os métodos quantitativos e qualitativos (Pereira et al., 2018), as atividades seguintes serão descritas ao trabalho do conteúdo de Função Polinomial do 2º grau, com a disposição de três atividades: 1- Coordenadas cartesianas e Função da Parábola; 2- Zero da Função Quadrática e 3- Coordenadas do Vértice da Parábola. As atividades propostas foram construídas com o intuito de favorecer a relação entre os alunos participantes, com o foco principal de entendimento sobre os tratados teóricos, estabelecendo conexão com a realidade vigente, entre os assuntos pertinentes ao ano de estudo e suas aplicabilidades no âmbito real.

Texto para as atividades de um a três.

O projeto escola de quadra coberta foi iniciada pelo Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação- FNDE em 2011 com a iniciativa de proporcionar melhores condições de trabalho para os professores que a utilizam, como para os alunos, a figura 11 abaixo mostra a imagem real da quadra.

Figura 3 - foto da quadra coberta na escola.

Fonte: Autores (2016).

Duas escolas municipais foram contempladas com este projeto, embora a demora para a finalização da obra tenha se estendido, no primeiro semestre do ano 2016, foi finalizado a obra de uma delas tornando o ambiente mais adequado para o desenvolvimento das atividades escolares. A demanda de utilização da quadra poliesportiva atende tanto aos alunos regularmente matriculados, em suas atividades de educação física, como também, a comunidade com horários específicos em finais de semana e horários distintos dos escolares. Além de eventos como: reuniões, apresentações culturais, ensaios de banda e formações.

A região coberta da quadra de acordo com sua planta é de 622,15 m^2 com as dimensões de 18,92m de largura por 32,88m de comprimento. Suas dimensões estruturais em visão transversal apresenta os dois pilares da extremidade com 5,5m de altura e os dois pilares situados entre os pilares da extremidade medem 8,75m de altura cada um.

A distância dos pilares da extremidade para os pilares do centro é de cinco metros e quarenta e dois centímetros; a distância entre os dois pilares do centro mede cinco metros e oitenta e seis centímetros. Sua cobertura em formato arredondado possui como sustentação pilares laterais e frontais. As distâncias entre os pilares laterais são todas iguais medindo 3m de distanciamento cada um.

Após a entrega do texto base para as três atividades seguintes espera-se que os alunos já estejam habituados com a sequência de desenvolvimentos das atividades e então, façam a leitura, os debates em seus respectivos grupos e sigam o desenvolvimento da atividade seguinte. A Atividade 1 está assim estruturada:

Figura 4 - Atividade 01.

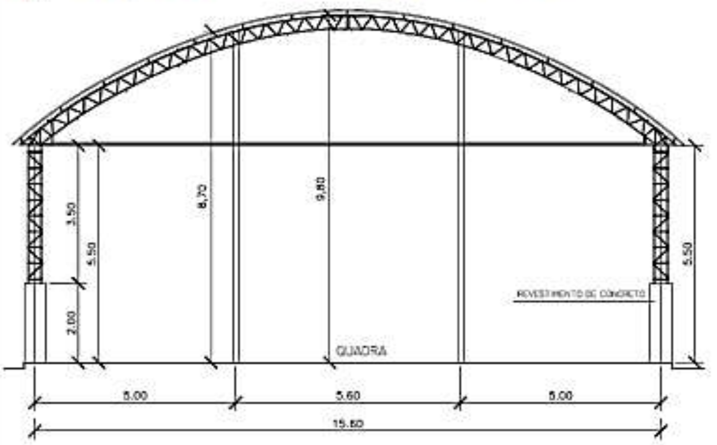
Título: Equação da parábola

Objetivo: Entender a obtenção da equação da parábola a partir de três pontos.

Material: imagem da planta da cobertura, lápis, borracha, cadernos de anotações, smartphone, internet e o texto.

Questão Proposta: O texto menciona a utilização de telhados curvos, baseados nas informações obtidas na figura 12. Determine a equação que descreve este formato, conhecendo três pontos?

Figura 12- Crocri da cobertura da quadra da escola



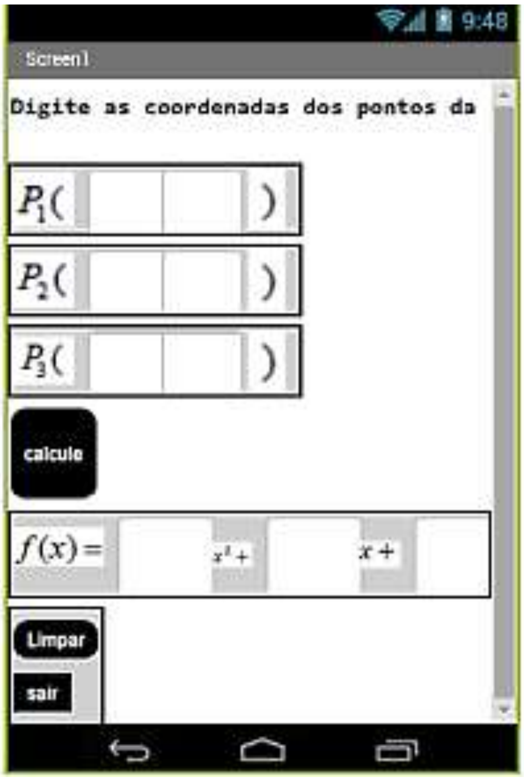
Fonte: Autores (2016).

Aplicativo no App inventor para esta atividade

1º Passo- Construção do designe

Para a obtenção do design mostrado na figura 05, abaixo, foram necessários: uma legenda para facilitar os procedimentos a serem seguidos pelo usuário do aplicativo; duas figuras, duas caixas de entrada para a entrada das coordenadas do primeiro ponto e um organizador horizontal; duas figuras, duas caixas de texto para a entrada dos valores das coordenadas do segundo ponto e um organizador horizontal; duas figuras, duas caixas de texto para a entrada das coordenadas do terceiro ponto e um organizador horizontal, um botão calcule para executar o cálculo para a determinação dos coeficientes ("a", "b" e "c"), três caixas de texto para mostrar o resultado final dos valores dos coeficientes, três figuras e um organizador horizontal para mostrar a equação da parábola, um notificador para informar os casos de pontos que não são de uma parábola, um botão limpar para dar continuidade em outras tentativas de execução do aplicativo e um botão sair para fechar o aplicativo.

Figura 5 – App função polinomial do 2º grau a partir de três pontos.



Fonte: Autores (2021).

Em seguida para fazer a programação em bloco é necessário clicar na opção bloco. A execução necessária para a obtenção dos coeficientes depende principalmente do botão calcule quando for acionado, e assim, organizar os dados de entrada de acordo com a fórmula obtida para cada coeficiente. Os blocos necessários para a programação estão dispostos na próxima página a ser entregue para os alunos.

2ºPasso

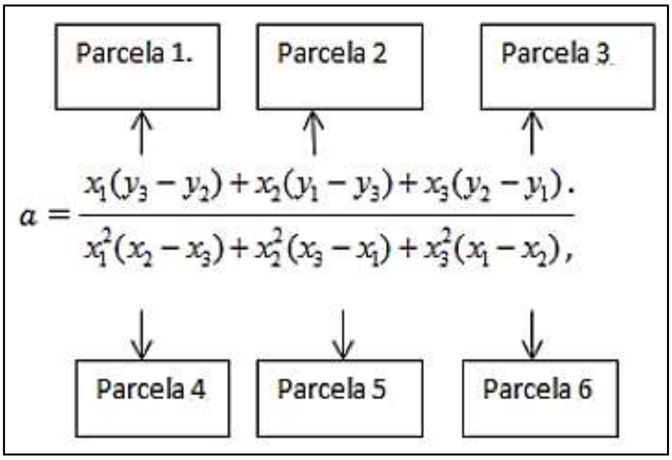
Programação em Bloco

a) Primeiramente acionamos o botão blocos para abrir a tela onde será feito a programação em bloco;

b) Vamos organizar os blocos obedecendo ao desenvolvimento lógico do algoritmo, seguindo a sequência da numeração abaixo:

1. Começaremos com a programação da fórmula que calcula o coeficiente "a", que é dado da seguinte forma:

Figura 6 - Obtenção do coeficiente ''a''.

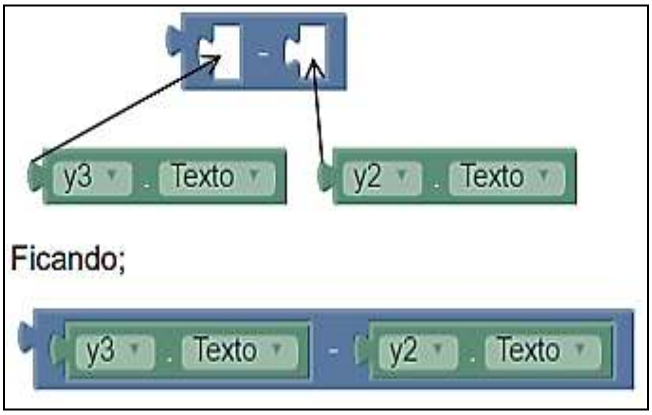


$$a = \frac{x_1(y_3 - y_2) + x_2(y_1 - y_3) + x_3(y_2 - y_1).}{x_1^2(x_2 - x_3) + x_2^2(x_3 - x_1) + x_3^2(x_1 - x_2),}$$

Fonte: Autores (2021).

Vamos primeiramente organizar a parcela 1, começando pelos parênteses e depois multiplica por x_1;

Figura 7 - etapas da programação.

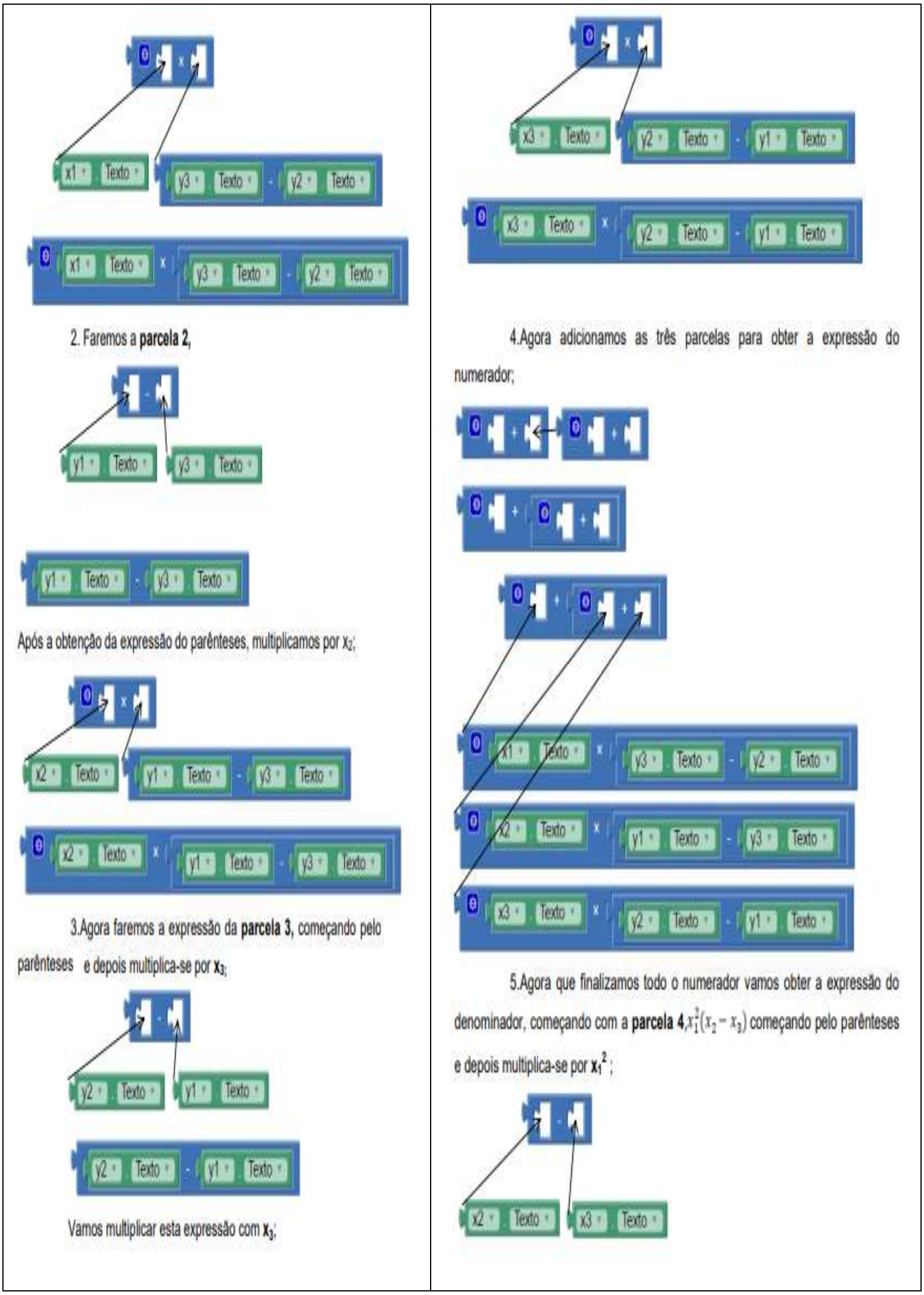


Fonte: Autores (2021).

Agora multiplicamos por x_1, assim fazendo vamos obter a Figura 8, constituindo a primeira etapa da programação utilizando o MIT App Inventor (2016):

(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23937

Figura 8 - Etapas da programação.



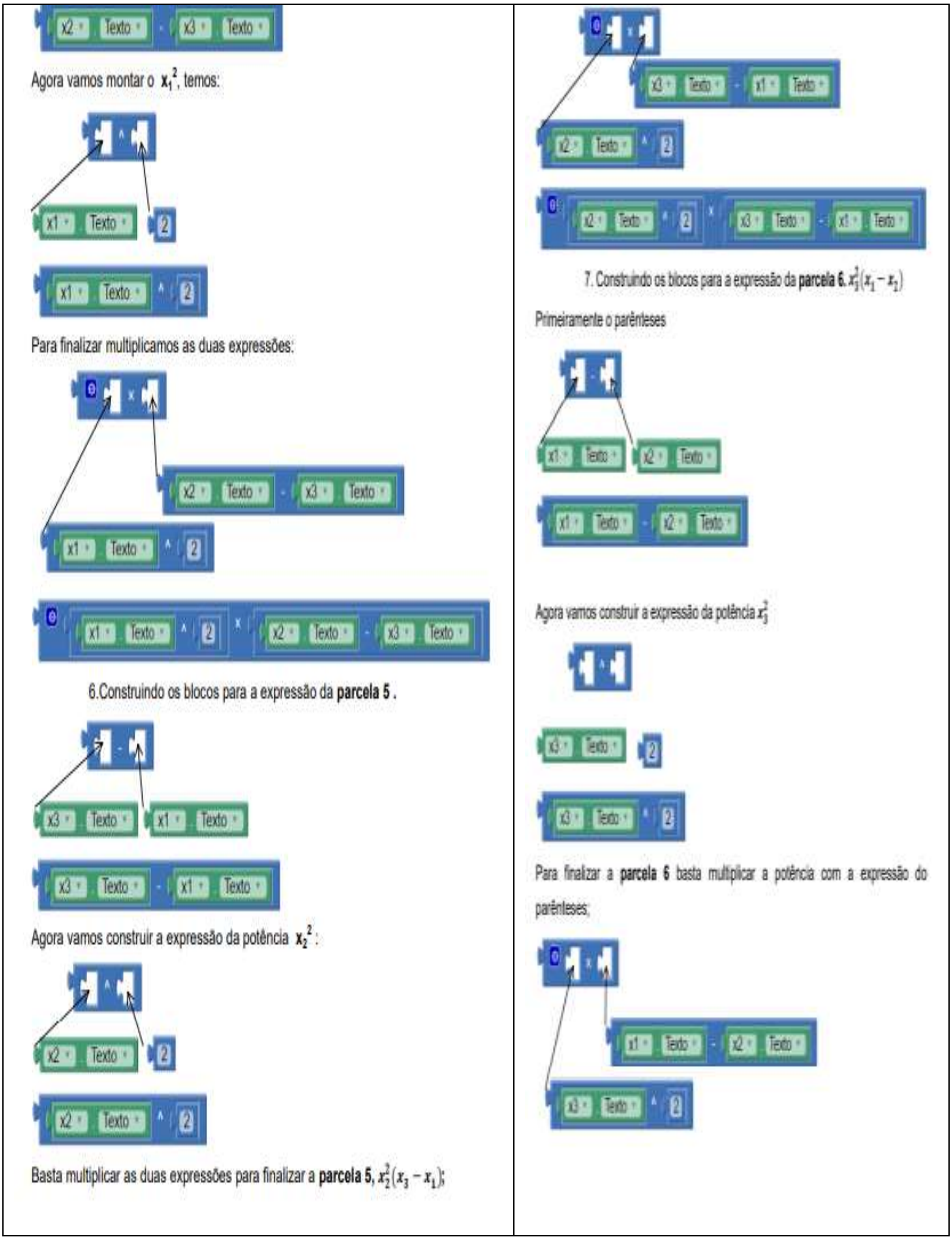
Fonte: Autores (2021).

A Figura 8 refere-se a 1ª etapa da programação do aplicativo para a função do 2º grau.

A Figura 9 refere-se a continuação das etapas da programação realizada pelo MIT App Inventor (2016):

(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23937

Figura 9 - etapas da programação.



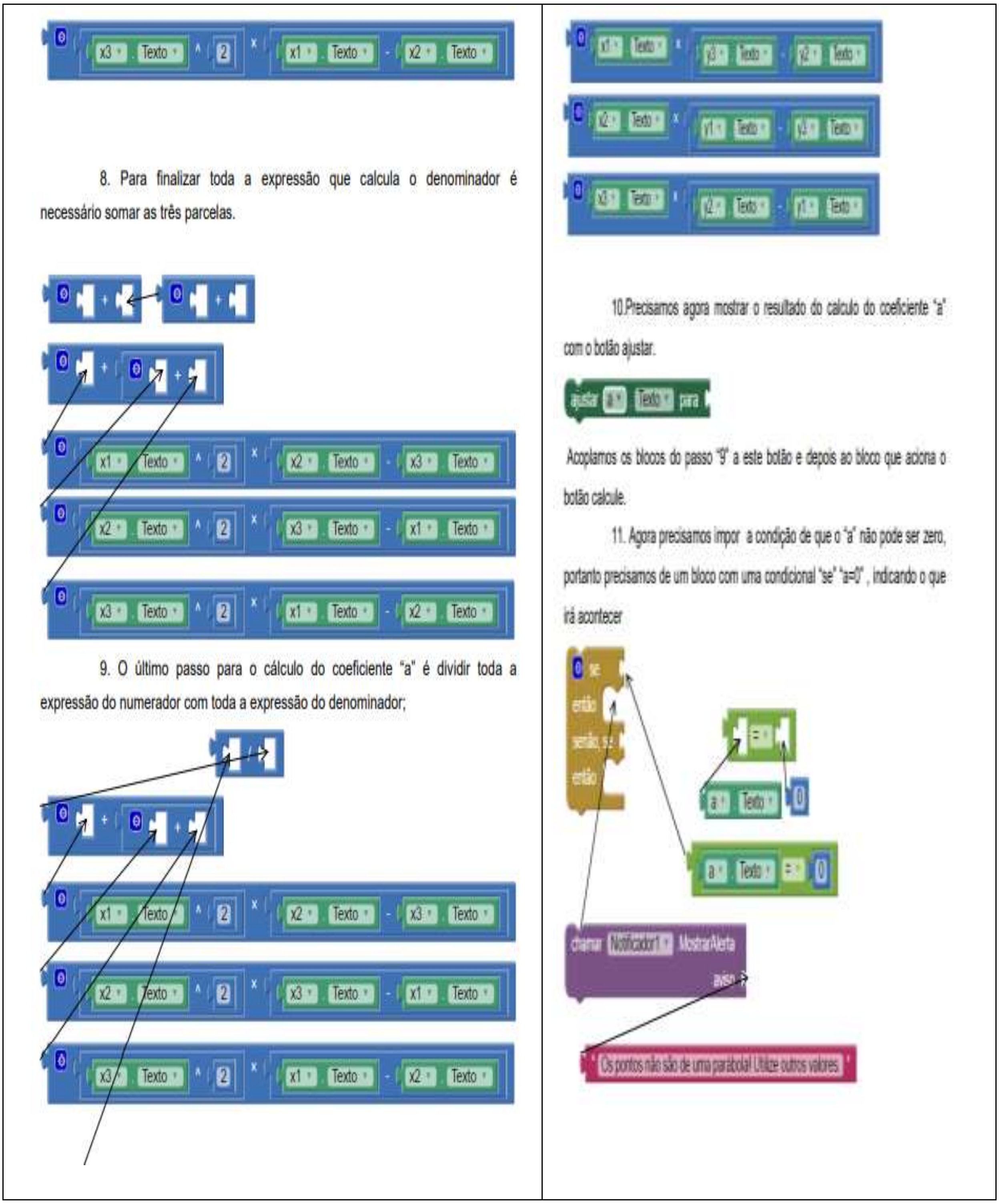
Fonte: Autores (2021).

A Figura 9 refere-se a 1ª etapa da programação do aplicativo para a função do 2º grau, dando continuidade aos passos necessários.

A Figura 10 refere-se a continuação das etapas da programação realizada pelo MIT App Inventor (2016):

(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23937

Figura 10 - etapas da programação.



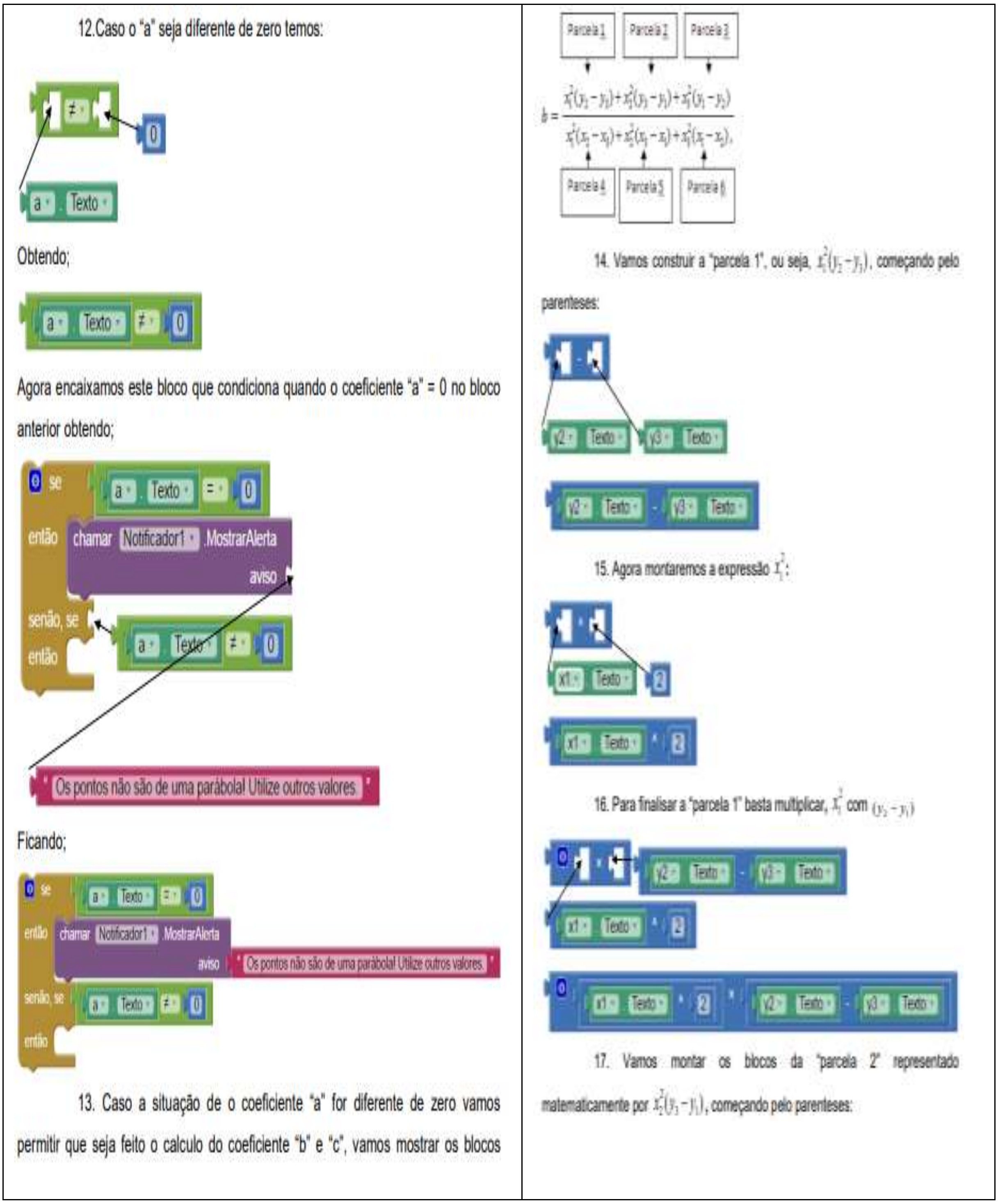
Fonte: Autores (2021).

A Figura 10 refere-se à 1ª etapa da programação do aplicativo para a função do 2º grau, dando continuidade aos passos necessários, já colocados anteriormente.

A Figura 11 refere-se à continuação das etapas da programação realizada pelo MIT App Inventor (2016):

(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23937

Figura 11 - etapas da programação.



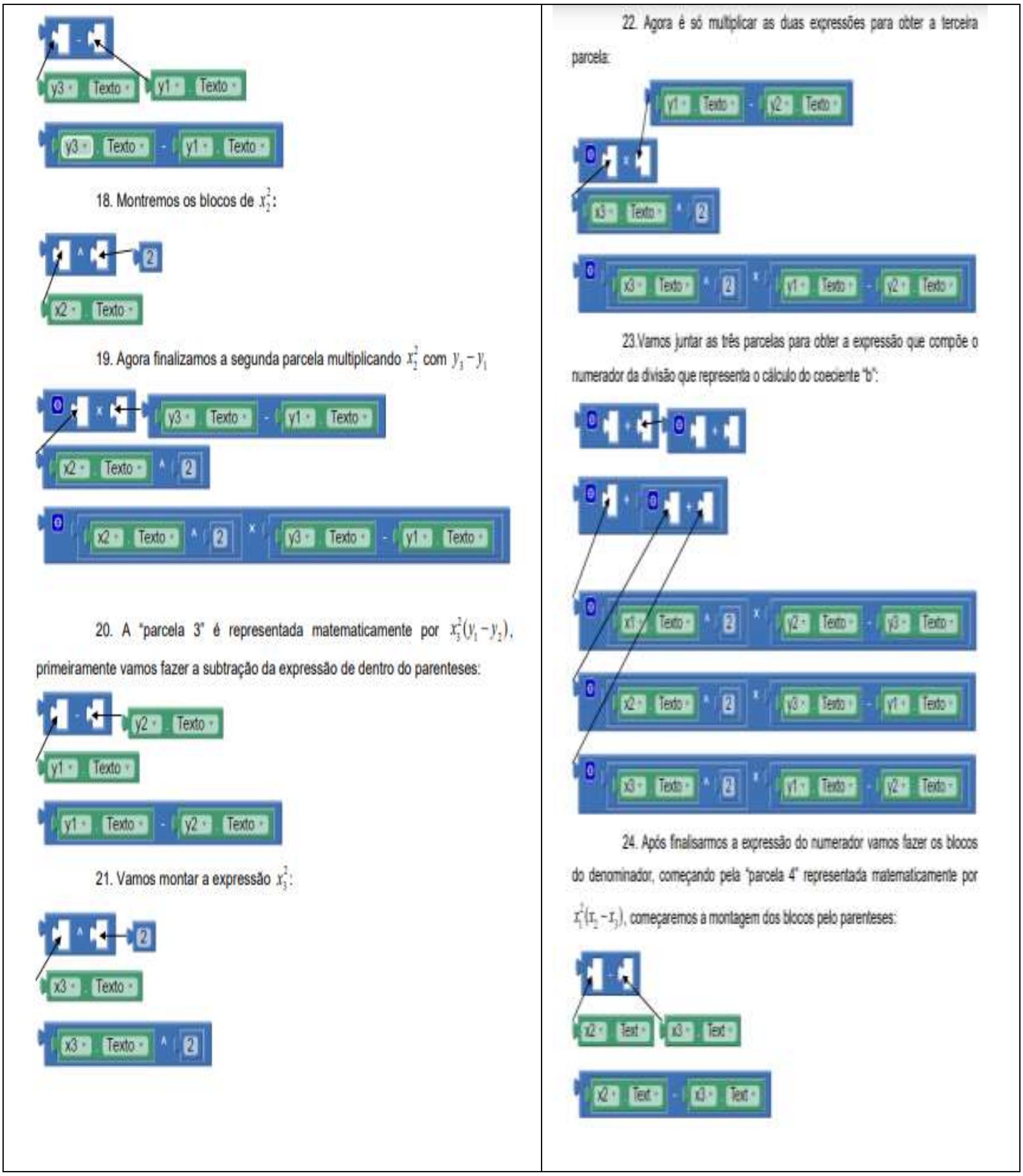
Fonte: Autores (2021).

A Figura 11 refere-se à 1ª etapa da programação do aplicativo para a função do 2º grau, dando continuidade aos passos necessários, atingindo já 17 linha de programação.

A Figura 12 refere-se a continuação das etapas da programação realizada pelo MIT App Inventor (2016):

(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23937

Figura 12 - etapas da programação.

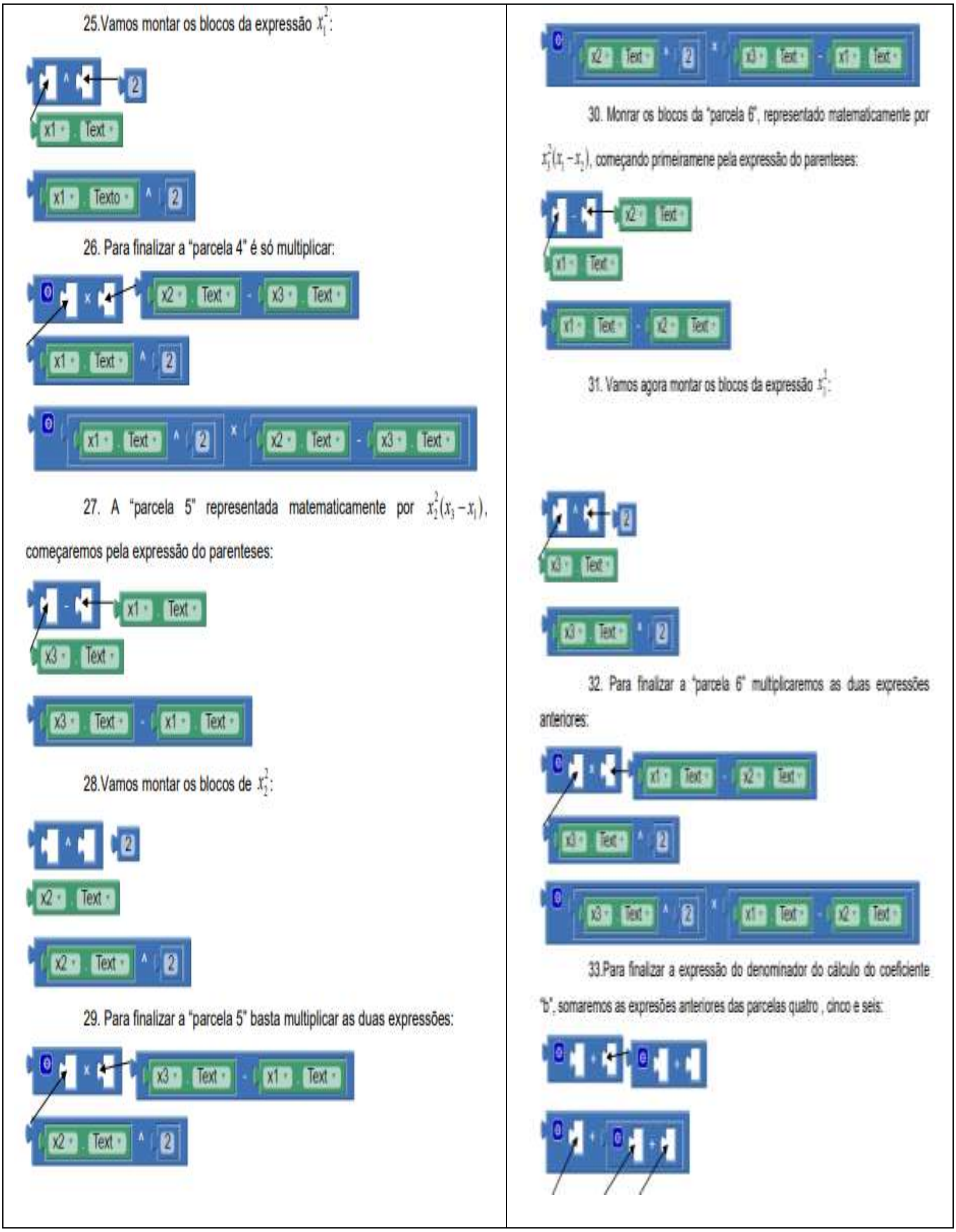


Fonte: Autores (2021).

A Figura 12 refere-se a 1ª etapa da programação do aplicativo para a função do 2º grau, dando continuidade aos passos necessários atingindo a 24 linhas de programação.

A Figura 13 refere-se à continuação das etapas da programação realizada pelo MIT App Inventor (2016):

Figura 13 - etapas da programação.

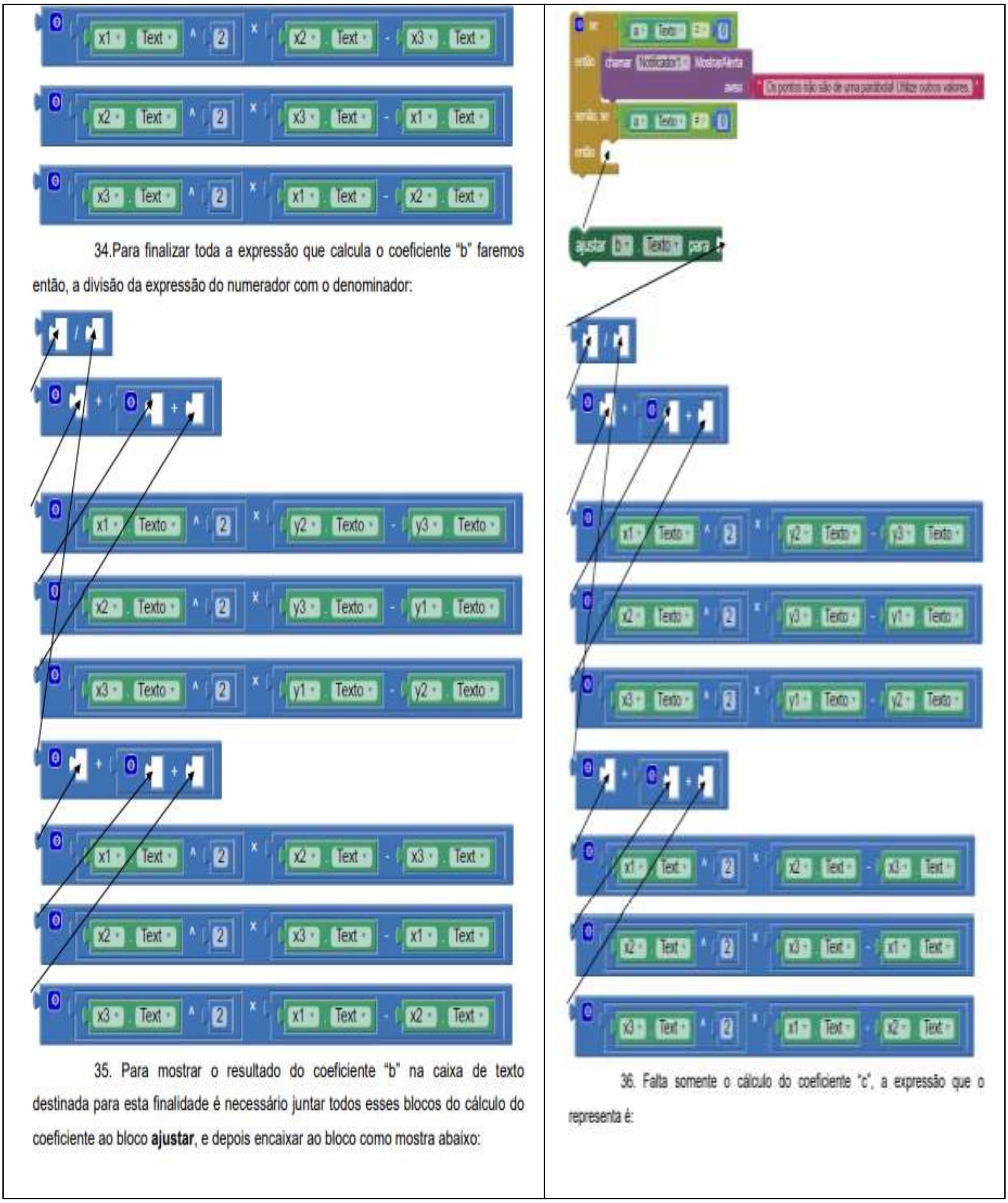


Fonte: Autores (2021).

A Figura 13 refere-se à 1ª etapa da programação do aplicativo para a função do 2º grau, dando continuidade aos passos necessários atingindo a 33 linhas de programação.

A Figura 14 refere-se à continuação das etapas da programação realizada pelo MIT App Inventor (2016):

Figura 14 - etapas da programação.

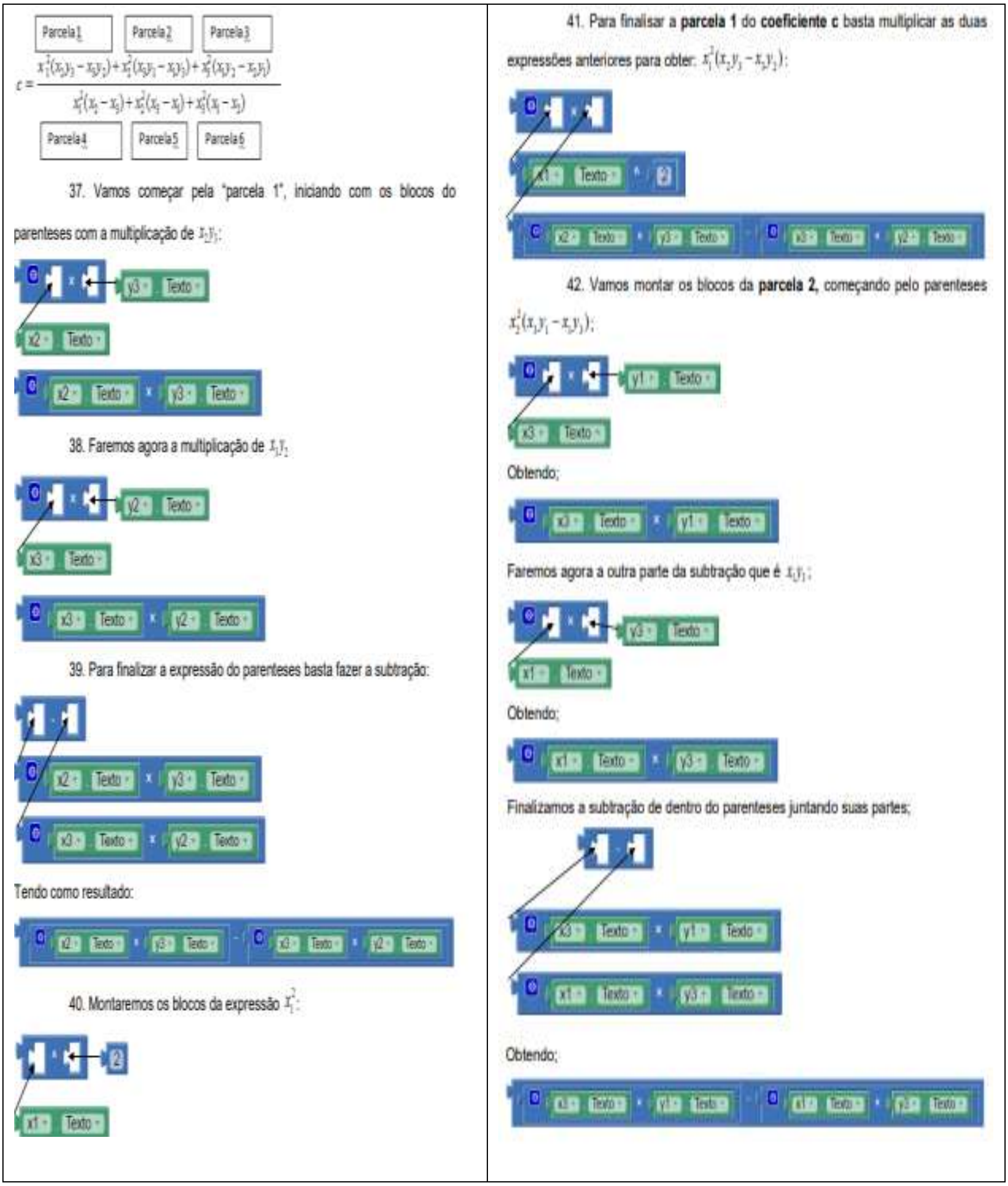


Fonte: Autores (2021).

A Figura 14 refere-se a 1ª etapa da programação do aplicativo para a função do 2º grau, dando continuidade aos passos necessários atingindo a 36 linhas de programação.

A Figura 15 refere-se à continuação das etapas da programação realizada pelo MIT App Inventor (2016):

Figura 15 - etapas da programação.



Fonte: Autores.

A Figura 15 refere-se à 1ª etapa da programação do aplicativo para a função do 2º grau, dando continuidade aos passos necessários atingindo a 42 linhas de programação.

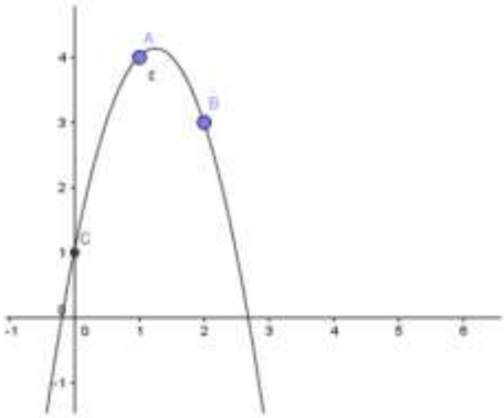
As Figuras de 8 a 15 resumem todas as etapas da programação da função do 2º grau pela utilização do recurso do aplicativo constituindo todas as etapas da programação realizada pelo MIT App Inventor (2016).

4. Resultados e Discussões

Com a finalização da programação pode-se utilizar o aplicativo diretamente no objetivo procurado. Abaixo está a atividade proposta com os alunos da escola, a fim de utilizar o aplicativo:

Figura 16 - atividade proposta.

Um telhado no formato parabólico no seguinte formato indicado na figura abaixo disposto sobre o plano cartesiano ortogonal. Conhecendo-se três pontos desta parábola. Determine a equação do segundo grau que define esta parábola, sendo as coordenadas dos pontos A=(1, 4) , B=(2, 3) e C=(0,1).



2-Determine a equação da parábola que possui os pontos $P_1 = (-1,4)$; $P_2 = (0,2)$; $P_3 = (1,4)$.

3-João obteve as medidas de um telhado parabólico, fixou um plano cartesiano e obteve os seguintes pontos A=(0, 0) ; B(1, 1) e C=(2, 2). Determine a equação da parábola definida por esses pontos.

Fonte: Autores (2021).

Análise a priori: Esta atividade busca que os estudantes desenvolvam o entendimento do cálculo da determinação da equação que representa a parábola, a partir do conhecimento de três pontos da mesma. O processo de programação em relação ao desenvolvimento lógico do algoritmo da fórmula resolutiva do sistema com três equações, além de resolver o problema real disposto no texto inicial com as devidas transformações de medidas reais em coordenadas cartesianas.

O propósito de verificar a consistência e as possíveis modificações na sequência didática, a atividade foi testada junto aos alunos da graduação em matemática e aos professores da rede pública estadual. Como também, o experimento didático junto aos estudantes do Ensino Médio com suas respectivas análises dos dados obtidos durante a execução da sequência didática.

A proposta foi submetida inicialmente à coordenadora do campus da UFPA na cidade de Capanema Pará, como forma de minicurso para os alunos do curso de matemática, todavia o motivo de existir um laboratório pequeno, contendo somente nove computadores em perfeito estado de funcionamento, todos com acesso à internet, tanto por meio de cabos, como também sem fio (WiFi).

Foi oferecido o número de vagas compatível ao número de computadores do laboratório, não atendendo assim, o total de estudantes das turmas de Licenciatura em Matemática, resolvemos selecionar estudantes das duas turmas existentes atualmente de forma aleatória. Ao apresentar a estrutura da sequência didática, iniciamos a utilização do recurso da programação em bloco para a criação dos aplicativos inerentes a cada uma das seis atividades no ambiente do App Inventor.

As disponibilidades para desenvolver as atividades propostas no minicurso em dois dias contribuíram para trabalharmos com mais cautela, mas sem perder a agilidade para então atender o objetivo para que os futuros professores aprendessem como utilizar mais um recurso didático, mais uma a qual poderão fazer uso em suas práticas futuras, juntamente com a metodologia de Ensino da Modelagem Matemática doravante usada como (MM).

A finalidade do minicurso foi de mostrar a sequência didática organizada em dois livretos para melhor acompanhamento dos participantes, com uma breve apresentação sobre a Metodologia de Ensino da MM admitida como proposta para favorecer a participação e envolvimento dos estudantes durante o processo de execução na Escola, aos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. Iniciamos o minicurso às oito horas da manhã sem alteração que impedisse ou dificultasse o início.

Com a maioria dos alunos presentes começamos a apresentação da proposta, logo depois a iniciação chegaram mais dois estudantes, totalizando nove participantes que permaneceram até o final. Comunicamos todos que seria necessário possuírem e-mail na Gmail, fato interessante que todos já possuíam, segundo eles, por haver a necessidade para o cadastramento nos aplicativos de relacionamentos, o mais citado foi o Whatsapp e o Facebook, havendo apenas a necessidade de cadastramento dos celulares de todos à rede WiFi da instituição, com a observação de que, entre os participantes uma aluna possuía o smartfone com sistema operacional diferente do Android, impossibilitando-a de obter o aplicativo em seu aparelho, porém a sua colega mais próxima ofereceu o dela e fizeram em dupla. Enquanto os celulares estavam sendo cadastrados começamos a acessar a plataforma do App Inventor no computador e o acompanhamento no livreto entregue a todos.

O momento da programação em bloco foi marcado inicialmente com a atenção de todos, pois notei que eles ainda queriam verificar como agir neste novo ambiente, uma aluna pediu para retornar para ela ver como fazer para ter acesso a esse novo ambiente, visto que a mesma ainda estava finalizando o design do aplicativo, retornei e mostrei. Assim que todos já estavam no mesmo ambiente, procedemos a programação do botão calcule, com seus respectivos blocos.

Logo depois de mostrar como obter alguns blocos, percebemos que os alunos iam acompanhando no livreto diretamente sem voltar a atenção para lousa, quando percebemos que todos conseguiam fazer somente com a utilização do livreto, ficamos apenas ajudando quando solicitado, com a intenção de não interferir. A intervenção aconteceu para a aquisição do bloco “ajustar”, a obtenção do bloco relacionado à programação do botão limpar e o bloco fechar aplicação, encontrado dentro do bloco responsável pela programação do botão fechar aplicação.

No turno da tarde continuamos com a programação, recolhemos os livretos entregues no primeiro momento e entregamos os livretos necessários para o desenvolvimento das três atividades voltadas ao Ensino da Função Polinomial do Segundo Grau. A montagem do design foi simples, assim que eles viram nos seus livros foram logo fazendo. No momento da programação da primeira atividade da função polinomial do segundo grau, como a fórmula para obtenção dos coeficientes desta função é muito extenso, eles decidiram ir logo fazendo seguindo os passos indicados no livreto, após um certo tempo, percebemos que já haviam finalizado o cálculo do coeficiente angular, comentamos sobre a montagem da condicional “SE” , e a necessidade de adicionar os blocos para limpar após a notificação, os demais blocos eles conseguiram, todavia foram necessários bastante tempo para a montagem dos blocos do cálculo dos coeficientes “b” e “c”. O tempo não foi suficiente para o término da atividade um da função polinomial do segundo grau, pois o tempo destinado para nós no laboratório de informática acabou. Ficando então a finalização para o dia seguinte.

O segundo dia do curso iniciou com O segundo dia do curso iniciou com a finalização do aplicativo da primeira atividade do dia anterior, e logo depois, a segunda atividade direcionada ao cálculo do zero da função polinomial do segundo grau. Sobre a construção do design, as intervenções foram no sentido de apenas relembrá-los da necessidade de renomear as caixas de textos e botões. As modificações foram observadas, os aplicativos mostravam a particularidade e a criatividade de cada participante. No momento da programação destacamos a necessidade da escolha de um bloco com uma condicional para o valor do coeficiente angular e as suas implicações. Além das condições necessárias também para os valores possíveis do delta e o cálculo das raízes da função. A programação dos botões limpar e fechar ocorreu naturalmente sem intervenções.

Assim que finalizaram o aplicativo da segunda atividade instalaram e validaram a sua funcionalidade, mediante as questões propostas para validar o aplicativo. Dois alunos me perguntaram se os valores que o aplicativo calculava era somente valor exato, constatei que o valor exato de outras funções atribuídas pelos alunos não era totalmente correto, pois a largura da caixa de texto era pequena, eles fizeram as modificações e reinstalaram.

A terceira e última atividade da função polinomial do segundo grau foi a mais rápida de ser finalizada, tanto o design como a programação; não houve dificuldades em todo o processo de construção dos aplicativos. O que mostra a evolução diante de cada novo aplicativo a ser construído.

Os alunos fizeram observações sobre as questões utilizadas para testar a funcionalidade do aplicativo da atividade 3, afirmando que as questões serão bastante consistentes em contribuir para o entendimento do significado do valor encontrado de cada uma das coordenadas do vértice. Tanto da abcissa, como da ordenada do vértice, além da verificação se é ponto de máximo ou mínimo. Um formulário com perguntas sobre cada uma das atividades desenvolvidas, além da gravação de áudio de cada um, respondendo algumas perguntas relacionadas à coerência das atividades com o conteúdo apresentado, motivação dos alunos em querer aprender mediante a utilização da metodologia de Ensino da Modelagem Matemática e o recurso da construção de Aplicativos.

5. Considerações Finais

É necessário destacarmos o que motivou a execução deste minicurso com os estudantes de graduação. Ressaltando a necessidade de verificar a implicação do uso do recurso, construção de aplicativos para celular a partir da proposta metodológica de Ensino que subsidiasse o interesse dos alunos, para enfim, galgar por maior envolvimento com o assunto abordado, melhoria de entusiasmo em querer aprender e por fim, o processo de Ensino e Aprendizagem no ensejo da Modelagem Matemática.

O trabalho com a programação em bloco, para a construção dos aplicativos, com o intuito de resolver um problema real disposto inicialmente aos alunos, mostrou que o despertar da curiosidade dos estudantes, o entendimento dos elementos que compõem as funções polinomiais do primeiro e segundo grau e suas implicações foi expressivamente observado por todos os participantes. Estes elementos proporcionaram situação oportuna para a verificação de que os recursos estavam bem elaborados. Pois associamos que "[...]à medida que a tecnologia informática se desenvolve nos deparamos com a necessidade...de nossos conhecimentos sobre o conteúdo ao qual ela está sendo integrada. [...]".(Borba & Penteado, p. 64, 2015).

As análises feitas mediante a verificação das respostas mostraram a participação efetiva de todos, ensejando para o favorecimento do processo de Ensino e Aprendizagem conciliando aos recursos do computador, do celular e internet, como meios facilitadores para o entendimento dos assuntos abordados. Alguns alunos mostraram certo desconforto inicialmente por não terem habilidades no manuseio dos recursos para construção do design, como também da programação, mas que após debates entre os participantes, conseguiram finalizar as atividades. O desconforto verificado por alguns estudantes provocou a oportunidade de discussões necessárias para o entendimento de especificidades de cada uma das atividades, despertando para o debate de assuntos importantes para o entendimento da função polinomial do segundo grau, como: as variáveis, zero da função, coeficientes e interpretações dos gráficos.

De acordo com Barbosa (2003) as intervenções tanto dos estudantes como do professor, são fatores preponderantes para a criatividade, entendimento e entusiasmo, contribuindo consequentemente para o aprendizado dos participantes em meio ao ambiente dialógico criado no processo de desenvolvimento da MM.

Em todas as etapas da realização das atividades houve grande envolvimento dos participantes, este fato facilitou a manifestação da participação quanto as suas criações. O entusiasmo notório diante a participação mostrou a satisfação dos estudantes, a verificação desta manifestação foi notadamente expressa em suas respostas, quando perguntados ao final das atividades, que em sua totalidade apresentaram respostas coerentes com suas ações no decorrer do processo de execução das atividades.

Como apontam Kelman e Branco (2004), a observação das manifestações verbais feitas pelos estudantes, em relação às atividades nos ajudaram a constatar a consistência e as contribuições das atividades no que tange o Ensino e Aprendizagem do conteúdo, além do favorecimento do despertar da curiosidade e vontade de adquirir o conhecimento sobre o conteúdo abordado. Fato este que contribuiu para apontar que as atividades estavam bem elaboradas e 180 prontas para a execução com os estudantes do Ensino Médio, necessitando apenas de algumas correções de ortografia e pequenos ajustes, conforme as contribuições dos participantes.

Os cuidados que devem ser tomados por parte do professor-pesquisador, como também, as ações que podem surgir com os alunos do ensino médio, foram verificadas, pois as manifestações durante a execução das atividades, segundo Goés (2000), diante dos preceitos das análises da microgenética são de suma importância e contribuem para as ações comportamentais para execuções posteriores.

Desta forma, por todos os aspectos evidenciados diante das manifestações dos estudantes, tanto das respostas do questionário, como das respostas às perguntas mencionadas por parte do professor pesquisador, além da observação das modificações de registros, oportunizada por estarem em ambientes diversificados, para a transcrição dos conhecimentos matemáticos, como: representação algébrica, linguagem de programação e verificação do funcionamento dos aplicativos e por todo o envolvimento proporcionado a partir da MM para o Ensino de Matemática, contribuindo assim para o envolvimento significativo dos participantes em todos os momentos das atividades propostas, de forma mediada valorizando a autonomia, a autoestima e a capacidade crítica dos estudantes.

Portanto é neste sentido que concluímos a possibilidade de promover o uso dos artefatos tecnológicos em correspondência com a metodologia da MM, por mais uma demonstração da aceitação que esta metodologia dispõe para o Ensino Básico, uma vez que desperta a formação do cidadão capaz de intervir criticamente sobre o meio onde vive.

Os sujeitos participantes da pesquisa formavam uma classe heterogênea com dificuldades diversas, no que tange conhecimentos de conceitos básicos de matemática. Porém os avanços alcançaram a todos, a participação durante a execução da proposta foi mútua, sendo alguns com maior destaque por se manifestar mais vezes que os demais do grupo, mas cada um com suas contribuições na atividade. A pesquisa apesar de ter contemplado o objetivo desejado, despertou outras indagações, que nós consideramos importante para o processo de ensino e aprendizagem, como o uso de outros recursos das novas tecnologias da informação e comunicação, de utilidade frequente dos estudantes.

A escola possui algum ambiente virtual de aprendizagem disponível para a extensão da continuidade dos estudos após o momento presencial? Qual a receptividade da escola às novas propostas metodológicas? Qual (ais) recursos das novas tecnologias da informação e comunicação os professores fazem uso durante suas práticas docentes? O uso de softwares dinâmicos, que relacionam as expressões algébricas com os gráficos ajuda na interpretação e entendimento sobre acontecimentos reais do seu cotidiano, tornando o conhecimento mais significativo? A construção de protótipos robóticos para o ensino de matemática ajuda na motivação e no aprendizado de assuntos matemáticos? Essas perguntas fazem parte do novo caminho que pretendo seguir, que servirão como referências para pesquisas futuras.

Referências

Almeida, L. W. de et al (2013). *Modelagem matemática na educação básica*. Contexto.

Artigue, M. (1996). *Engenharia didáctica*. In: Brun, J. Didáctica das Matemáticas. Instituto Piaget. 193-217.

Borba, M. de C. & Penteado, M. G. (2015). Informática e Educação Matemática. (5a ed.), Autêntica.

Brasil, Ministério da Educação (2011). ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio. Matriz de Referência para o ENEM 2011. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. MEC.

Cabral, N. F. (2017). Sequências Didáticas: estrutura e elaboração/ Natanael Freitas Cabral. SBEM / SBEM-PA

Deslandes S. F. & Coutinho T. (2020). O uso intensivo da internet por crianças e adolescentes no contexto da Covid-19 e os riscos para violências autoinflingidas. Instituto Fernandes Figueira, Fiocruz. Brasil.

Dias G. N.; Vogado G. E. V.; Barreto W. D. L., et al. (2020). Retorno às aulas presenciais no sistema educacional do estado do Pará Brasil: Obstáculos e desafios durante a epidemia de Covid-19(Sars-Cov-2) *Braz. J. of Develop.*, 6(6), 37906-37924.

Dias G. N. et al (2021) A utilização do Formulários Google como ferramenta de avaliação no processo de ensino e aprendizagem em tempos de pandemia de Covid-19: Um estudo em uma escola de educação básica. *Research, Society and Development*, 10(4), e44910414180

Duval, R. (2003). Registros de Representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: Machado, S. D. A. (Org.). Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica. Campinas, Papirus editora.

Duval, R. (2009). *Semiósis e pensamento humano: registro semiótico e aprendizagens intelectuais.* Editora Livraria da Física.

Duval, R. (2011). *Ver e ensinar matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar os registros de representação semiótica.* Editora PROEM.

Goés, M. C. R. de (2000). *A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade*. 20, Cadernos Cedes.

Kelman, C. A. & Branco, A. U. (2000). Análise microgenética em pesquisa com alunos surdos. *Revista Brasileira Educação Esp.*, 10(1), 93-106.

Machado, N. J. (2012). *Matemática e educação: alegorias, tecnologias, jogo, poesia*. (6a ed.) Cortez.

MIT App Inventor (2016). *Instituto de Tecnologia de Massachusetts*. Massachusetts Avenue, Cambridge, MA, EUA. http://web.mit.edu/

Monteiro, R. L. S. G.; & Santos, D. S. (2019). A utilização da ferramenta Google Forms como instrumento de avaliação do ensino na Escola Superior de Guerra. *Revista carioca de Ciência, Tecnologia e Educação (on line).* 4(2).

Pais, L. C. (2001). *Didática da Matemática: uma análise da influência francesa.* Autêntica.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM, https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/LicComputacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

SÁ, P. F., & Alves, F. J. da C. (2011) A engenharia didática: alternativa metodológica para pesquisa em fenômenos didáticos. In: Maria Inês Marcondes; Ivanilde Apoluceno de Oliveira; Elizabeth Teixeira. (Org). Abordagens teóricas e construções metodológicas na pesquisa em educação. EDUEPA, 1, 145-160.

Santaella, L. (1983). *O que é semiótica*. Brasiliense.

Vogado G. E. R., Lobato F. S., Dias G. N. et al (2020). Ensino-aprendizagem de Matemática: Análise dos aspectos Social, Metodológicos e Avaliativo dos Discentes do 3º ano do Ensino Médio. Research, Society *and Development*, 9(11), e50691110076