



**INSTITUTO
FEDERAL**
Maranhão

**CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS
LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA**

FERNANDA DE SOUSA LIMA

**CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS PARA *SMARTPHONES* E
ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ESTUDO DE
FUNÇÕES QUADRÁTICAS**

**SÃO JOÃO DOS PATOS - MA
2020**

FERNANDA DE SOUSA LIMA

**CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS PARA *SMARTPHONES* E
ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ESTUDO DE
FUNÇÕES QUADRÁTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Maranhão- Campus São João dos Patos como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Matemática.

Orientador: Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva

**SÃO JOÃO DOS PATOS - MA
2020**

FERNANDA DE SOUSA LIMA

**CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS PARA *SMARTPHONES* E
ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ESTUDO DE
FUNÇÕES QUADRÁTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora como requisito parcial para a aprovação na disciplina de TCC II do Curso Superior de Licenciada Plena em Matemática pelo Instituto Federal do Maranhão- Campus São João dos Patos.

Orientador: Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva

Data de Apresentação

____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva (Orientador)

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA

Prof. Me. Sandra Maria de Sousa Caminha

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA

Prof. Me. Ernandes Guedes Moura

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA

SÃO JOÃO DOS PATOS – MA

2020

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus por estar sempre comigo, a minha família, minha mãe, meu pai, que sempre estiveram comigo durante todo esse tempo, me apoiando em minhas escolhas e decisões, o meu professor orientador Me. Renato Darcio Noletto Silva que teve paciência e que me ajudou a fazer este trabalho, e dedico a meus demais professores e aos meus colegas de curso que contribuíram de alguma forma.

“O espírito humano precisa prevalecer sobre a tecnologia”.
Albert Einstein – cientista.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo cuidado e proteção comigo.

À minha mãe e meu pai, por me tornarem a pessoa que sou hoje.

A meus irmãos por estarem sempre comigo.

A todos os meus familiares e amigos, pelo companheirismo.

Agradeço em especial, ao meu professor orientador Me. Renato Darcio Noleto Silva pelo empenho dedicado, confiança e orientação.

Ao prof. Me. Paulo Roberto de Sousa Gomes, pela constante disponibilidade de ajudar e co-orientar.

A prof. Me. Vilma da Silva Mesquita Oliveira, pela orientação fornecida durante a disciplina TCC II, oferecendo toda disponibilidade para esclarecer minhas dúvidas.

Aos meus companheiros que ganhei nessa caminhada, Ana Kelly Araújo Silva, Daiane Moura dos Santos, Jardel Lima Guimarães e Matheus Costa da Silva.

Aos alunos do primeiro ano, envolvidos no experimento.

Aos graduandos Elissandro, Ruan, Wanderson e Chara Kelly, pelo apoio durante o curso de Instrumentalização.

A todos os meus professores, por todos os conselhos e ajuda durante os meus estudos.

Aos meus colegas de turma, que estiveram comigo durante esses quatro anos de Curso.

Ao meu amigo João Paulo, pela amizade, pela força, apoio e carinho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de uma pesquisa que teve por finalidade observar como os alunos do 1º ano do Ensino Médio desenvolvem habilidades a partir de uma sequência didática com o uso e construção de aplicativos para smartphones, quando estudam Função Quadrática. Para alcançar tal finalidade, optamos pela Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, a qual desenvolveu-se em quatro etapas. Inicialmente foram feitas as análises prévias, concepção e análise a priori, apresentando a descrição da Engenharia Didática na concepção de Artigue, Teoria da Gênese Instrumental de Rabardel. A segunda etapa da pesquisa é composta pelos aspectos históricos e matemáticos das Funções Quadráticas. A terceira e quarta etapas da pesquisa, trazem a metodologia, experimento e análise, realizadas no Instituto Federal do Maranhão- Campus São João dos Patos com 10 alunos do 1º ano do ensino médio. Para a validação, fizemos uso as análises *a priori* e *posteriori* em cada atividade desenvolvida durante a experimentação, a qual demos tratamento qualitativo, seguida da confrontação entre os dados obtidos entre a análise *a priori* e *posteriori*. Os resultados da comparação apontam para instrumentação e instrumentalização da plataforma *App Inventor 2* e dos aplicativos construídos, e que o processo da Gênese Instrumental ocorreu pela mobilização de esquemas novos e preexistentes, constatando que na metodologia de ensino obtivemos efeitos positivos, o que acarretou em uma melhora significativa no desempenho dos discentes na resolução de questões envolvendo o conteúdo proposto. Além disso, o processo de desenvolvimento das atividades, nos mostraram que os estudantes aprenderam estruturar algebricamente as relações matemáticas existentes nas atividades e após criarem os aplicativos se mostraram motivados.

Palavras-chave: Função Quadrática. Aplicativos. Ensino

ABSTRACT

This work aims to present the results of a research that aimed to observe how students in the 1st year of high school develop skills from a didactic sequence with the use and construction of applications for smartphones, when studying Quadratic Function. To achieve this purpose, we chose Didactic Engineering as a research methodology, which was developed in four stages. Initially, previous analyzes, conception and a priori analysis were made, presenting the description of Didactic Engineering in the conception of Artigue, Rabardel's Theory of Instrumental Genesis. The second stage of the research consists of the historical and mathematical aspects of Quadratic Functions. The third and fourth stages of the research, bring the methodology, experiment and analysis, carried out at the Federal Institute of Maranhão-Campus São João dos Patos with 10 students from the 1st year of high school. For validation, we used a priori and posterior analysis in each activity developed during the experimentation, which we gave qualitative treatment, followed by the confrontation between the data obtained between a priori and posterior analysis. The results of the comparison point to instrumentation and instrumentalization of the App Inventor 2 platform and built applications, and that the process of Instrumental Genesis occurred through the mobilization of new and pre-existing schemes, realizing that in the teaching methodology we obtained positive effects, which resulted in a significant improvement in the performance of students in solving issues involving the proposed content. In addition, the activities development process showed us that students learned to algebraically structure the mathematical relationships existing in the activities and after creating the applications they were motivated.

Key Words: Quadratic Function. Applications. Teaching

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação gráfica da Função Quadrática	28
Figura 2: Modelo de Situações de Atividades Instrumentais	33
Figura 3: Ambiente <i>Designer</i> do <i>App Inventor 2</i>	37
Figura 4: Ambiente <i>Blocks</i> do <i>App Inventor 2</i>	38
Figura 5: Atividade 1: Soma e produto das raízes de uma função	52
Figura 6: Quadro da Soma e do produto (Aluno A_3)	52
Figura 7: Atividade 2: Soma e produto das raízes de uma função com $a \neq 1$	58
Figura 8: Resposta de uma das atividades da soma e do produto com $a \neq 1$	58
Figura 9: Construção do aplicativo calculadora soma e produto de uma função com $a \neq 1$.	59
Figura 10: Programação em blocos do aluno A_1	60
Figura 11: Resposta do aluno A_1 com a utilização do aplicativo	60
Figura 12: Atividade 3: Raízes de uma função a partir do produto de binômios	62
Figura 13: Resposta de uma das atividades com as raízes da função do produto de binômios	63
Figura 14: Resposta do aluno A_1 com a utilização do aplicativo	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gênero dos alunos (as) participantes	46
Gráfico 2: Percentual de alunos que conhecem o <i>App Inventor 2</i> antes do experimento	47
Gráfico 3: Alunos que conhecem conhecimentos básicos de programação	47
Gráfico 4: Percentual de estudantes que participaram de curso de construção de aplicativos	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Aplicativos construídos no curso de instrumentalização	40
Quadro 2: Generalização do modelo de SD.....	42
Quadro 3: Codificação da identificação dos estudantes	45
Quadro 4: Opinião sobre os aspectos qualitativos do curso em percentual	49
Quadro 5: Sequências de ações para a construção do aplicativo calculadora soma e produto de uma função	54
Quadro 6: Resposta do aluno A_3 à programação dos blocos	55
Quadro 7: Sequência de ações para a construção do aplicativo calculadora a partir do produto de binômios	64
Quadro 8: Contribuições dos alunos sobre o Curso	66

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IFMA	Instituto Federal do Maranhão
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SD	Sequência Didática

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. ENGENHARIA DIDÁTICA	18
2.1 ESTUDOS PRELIMINARES	21
2.1.1 Estudo de Funções Quadráticas	21
2.1.2 Aspectos históricos e matemáticos	21
3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO	30
3.1 A teoria da Instrumentação	30
3.2 Atividades Investigativas no ensino de matemática	33
3.3 Processos metodológicos	35
3.3.1 Plataforma App Inventor 2	36
3.3.2 Curso de Instrumentalização	38
3.3.3 Sequência Didática (SD)	41
4. EXPERIMENTO E ANÁLISE	44
4.1 Caracterização da escola e dos sujeitos	44
4.1.1 A escola	44
4.1.2 Os sujeitos da pesquisa	45
A concepção dos sujeitos sobre o artefato	45
4.2 Análise dos resultados	50
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
6. REFERÊNCIAS	71
APÊNDICES	74
APÊNDICES A- Termo de consentimento do estudante	74
APÊNDICES B- Avaliação qualitativa	75
APÊNDICES C- Atividade 1 Soma e produto das raízes de uma função	76
APÊNDICES D- Atividade 2 Soma e produto das raízes de uma função com $a \neq 0$	78
APÊNDICES E- Atividade 3 Raízes de uma função a partir do produto de binômios	80

1. INTRODUÇÃO

A integração das novas tecnologias de informação e comunicação ao ensino da matemática pode promover mudanças nas formas de aprender e ensinar conteúdos, competências e habilidades. Nas últimas décadas o debate em torno do processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina ganhou força com o surgimento de novas tendências metodológicas e sociais. No entanto, não resta dúvida de que muitos docentes ainda priorizam práticas clássicas ou tradicionais de ensino, o que para toda sorte não se configura em aspectos apenas negativos, porém, acreditamos não ser meio mais adequado a favorecer a criatividade, muito menos à formação integral do aluno.

Em virtude das características comportamentais assumidas por docentes e discentes, o método de ensino com aspectos tradicionais podem tornar-se excludentes, conseqüentemente causar efeito contrário ao papel social atribuído à escola pública. Por outro lado, espera-se que a matemática sirva como instrumento de produção de conhecimento alinhada às novas tendências e práticas sociais e tecnológicas.

Com o avanço tecnológico não é difícil inferir sobre a dependência causada pelas facilidades e implicações imputadas ao ser humano. A frequência do uso de Tecnologias Digitais- TD na vida social, influência diretamente no ambiente escolar, levando a acreditar que o distanciamento das “velhas” práticas e a aproximação dos recursos tecnológicos torna-se praticamente irreversível, e que o professor deverá evitar abster-se de sua utilização na sala de aula.

Não obstante, muito se tem discutido acerca da inclusão digital no ambiente escolar. A esse respeito, é muito comum encontrar professores sem saber qual a melhor maneira de como utilizar as tecnologias em sala, muitos, por exemplo, optam pela proibição do uso de celulares durante a aula, já outros questionam o potencial estimulador do aprendizado. Nesse contexto, a inclusão digital caracteriza-se como uma nova prática, em que os recursos tecnológicos contribuem ao desenvolvimento, econômico, social, intelectual e cultural.

Acredita-se que um obstáculo educacional existente na esfera tecnológica põe-se em reflexão sobre a relação e o uso dessas novas ferramentas, é fazer com que os alunos sejam não apenas usuários, mas, produtores de conhecimento, onde possam aprender a transformar o que eles têm em mãos e não apenas se tornarem consumidores passivos.

Em meio a essa questão, a matemática como ciência no Brasil e no mundo, ao mesmo tempo em que se destaca na elite da matemática global, enfrenta uma profunda crise quando se

trata da escola pública, assim, exige dos sistemas de ensino bem como do professor, buscar alternativas metodológicas condizentes com “nova” realidade estudantil, nessa perspectiva o uso de recursos que permitam construir aplicativos tem se tornado um aliado, ao mesmo tempo em que está previsto e é considerado uma alternativa metodológica das prescrições curriculares.

Nesse sentido, o objetivo principal desse projeto, é produzir reflexões sobre a potencialidade da aprendizagem matemática através do uso de recursos tecnológicos, mais especificamente com o auxílio da construção de aplicativos para *smartphones* para o estudo de Funções Quadráticas. Ao considera-se o perfil tecnológico da plataforma *online App Inventor 2*, suas ferramentas e potencialidades, bem como a busca por uma matemática dinâmica e significativa, acredita-se que a ferramenta proposta seja suficiente para desafiar, propor reflexões e construir significados nas aulas de matemática.

Nesse contexto, para que a escola contribua com a sociedade e exerça satisfatoriamente suas funções, tais conhecimentos devem ser aprendidos de maneira satisfatória pelos alunos. Surge então, a necessidade de uma reconstrução nos processos de ensinar e aprender matemática, pois, na era tecnológica que estamos inseridos, as informações e os saberes, estão acessíveis a todos, sejam por meios eletrônicos ou impressos.

A matemática, atualmente é considerada como parâmetro de conhecimento, de nível cultural, de posição social, e de papel fundamental para o desenvolvimento da tecnologia, conseqüentemente na construção humana e na formação de indivíduos críticos e capazes de transformar o meio em que vivem. De acordo com Moran (2013, p. 08) “Aprender por sua vez, é passar da incerteza a uma certeza provisória, pois dará lugar as novas descobertas, não há estagnação no sistema de aprendizagem e descobertas. Por isso é importante termos educadores, com amadurecimento intelectual, que facilite o processo de aprendizagem”.

A esse respeito, acredita-se que utilizar Tecnologias Digitais nas aulas de matemática educacional propõe um novo cenário que coloca uma ferramenta tecnológica na posição de mediadora da aprendizagem, facilitadora de abstração e permite o desenvolvimento de outras habilidades não previstas no currículo do ensino da matemática, incapazes de prever os limites a que o estudante poderá chegar.

Porém, percebe-se ainda que nem sempre tais questões são devidamente amadurecidas no meio dos profissionais da educação, especialmente entre os professores das escolas públicas. A Base Nacional Comum Curricular- BNCC recomenda a inserção da tecnologia e a modernização de recursos metodológicos e das práticas pedagógicas com o objetivo de formar habilidades e competências específicas (BRASIL, 2017). Na matemática, por exemplo, o documento sugere a utilização de *softwares* para o ensino e aprendizagem de geometria, voltado

para a construções geométricas, áreas de figuras planas, transformações geométricas, área de um círculo e comprimento de uma circunferência.

Por outro lado, deve-se levar em conta que mesmo sabendo, como toda tendência de ensino a utilização de recursos tecnológicos não está focada na solução final dos problemas, longe disso, todas essas tendências possuem seus limites e suas possibilidades, portanto, destaca-se que a tecnologia deve ser considerada apenas como um objeto de estudo, mas ser vista como uma ferramenta estratégica de ensino, no que diz respeito aos aspectos curriculares de matemática.

Dessa forma, adquire-se, um novo olhar para as transformações em que as inovações tecnológicas estão cada vez mais presentes nas disciplinas como uma oportunidade de desenvolver no aluno sua capacidade de refletir e ampliar seus conhecimentos acerca de suas concepções relacionados as possibilidades de debater, justificar, discutir e relacionar situações matemáticas.

Nesse sentido, busca-se que os docentes incentivem os alunos a pesquisar, analisar situações, interpreta-las e tentar formular soluções para tal problema. Por outro lado, visualizar como inserir as Tecnologias Digitais no ambiente escolar, remete ao desafio de compreendê-la como uma contribuição no processo de ensino.

Dessa forma pretende-se, neste trabalho delimitar quais as contribuições da construção de aplicativos matemáticos para a compreensão de questões de aplicação de Função Quadrática. Em meio a essa questão, busca-se compreender processos que contribuam para um ensino no qual ocorra a inclusão de ferramentas tecnológicas, como aliado complementar ao ensino clássico da matemática (baseado na tríade definição, exemplo, exercício) com a construção de aplicativos para *smartphones*. Para isso, foi proposta uma oficina de construção de aplicativos com questões de aplicação de Funções Quadráticas realizadas na plataforma *App Inventor 2*.

Nessa perspectiva, justifica-se a escolha do tema **Construção de Aplicativos para smartphones e Atividades Investigativas para o Estudo de Funções Quadráticas** por acreditar que o processo de construção de aplicativos atende as expectativas quanto a introduzir noções entre resoluções de atividades relacionadas com Funções Quadráticas, por meio de atividades que motivem os estudantes e justifique a importância do uso de tecnologias no ensino.

Como metodologia da pesquisa, embasou-se nos pressupostos teóricos da Engenharia Didática, orientada, em primeiro momento, a apresentação de análises preliminares, ou seja, tratou-se da compreensão da análise epistemológica dos conteúdos, como: aspectos históricos e aspectos matemáticos.

No segundo momento serão abordados as concepções e análise *a priori*, onde pretende-se investigar o modo de agir sobre uma determinada quantidade de variáveis do sistema não fixadas de acordo com as informações preliminares, a partir da teoria da Abordagem Instrumental de Rabardel (1995) e a metodologia da pesquisa com a Engenharia Didática (Artigue, 1995). Por fim, serão tratados da experimentação e análise *a posteriori*, inicialmente será constituída pelo período de aplicação e experimentação das atividades anteriormente planejadas, capaz de produzir dados sobre a investigação desenvolvidas com sujeitos e *locus* da pesquisa definidos.

Para objeto de pesquisa optou-se por explorar os conceitos de Função Quadrática, para apropriação e manuseio das ferramentas da plataforma, inicialmente foi ofertado um curso de instrumentalização da plataforma *App Inventor 2* que disponibiliza a construção de aplicativos em dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets* e em seguida aplicou-se uma sequência didática que tratou de questões investigativas sobre o objeto da pesquisa.

Assim, esse estudo, tem por finalidade observar e analisar os resultados obtidos com a aplicação de uma sequência didática com a construção de aplicativos para *Smartphones* com a utilização de questões de aplicação de Funções Quadráticas.

Para o bom desenvolvimento da pesquisa e consignação de parâmetros a partir do objetivo geral, estabelece-se especificamente:

- Realizar um curso de instrumentalização da plataforma *App Inventor 2* para alunos do 1º ano do Ensino Médio no Instituto Federal do Maranhão- Campus São João dos Patos.
- Identificar as ações que os estudantes mobilizam na construção dos aplicativos e por consequência aprendem sobre Funções Quadráticas.
- Observar como o ambiente de construção de aplicativos pode contribuir para a aprendizagem de Funções Quadráticas.
- Construir uma Sequência Didática que oportunize o estudo de Função Quadrática.

O registro das atividades ocorreu por meio da memória da própria plataforma da tela do computador para registrar a construção dos aplicativos com o *software* livre “Ocam”, além das fichas de atividades.

2. ENGENHARIA DIDÁTICA

A Engenharia Didática tem como finalidade acompanhar um conjunto de estudos e análises a partir de fenômenos técnicos. Esse tipo de investigação é indispensável para estudar sistematicamente e experimentalmente modelos de aprendizagem de ensino. Segundo Almouloud e Coutinho (2008) as pesquisas em Didática da Matemática (escola francesa) são geralmente de tipo experimental que submetem o fenômeno à experimentação e a uma intervenção a partir da organização sistemática dos fenômenos observados.

Assim, essa metodologia torna-se uma forma de planejamento do professor para favorecer sua prática em sala como uma construção de novos significados a serem assimilados pelo aluno sobre este saber. A atividade metodológica da Engenharia Didática é formada por quatro fases, sejam elas, análises prévias; concepção e análise a priori; experimentação, análise a posteriori e validação.

- **Análises prévias;**

Nessa fase é onde são estudadas as possíveis causas do problema de pesquisa, são desenvolvidas principalmente para aprimorar a concepção da engenharia na qual se realizam as análises preliminares. Na concepção de Guimarães, Barlette e Guadagnini, análises preliminares

[...] nos estudos preliminares se busca construir um panorama desta tradição abrangendo três domínios: o domínio epistemológico que envolve o conceito/conteúdo a ensinar; o domínio didático relativo ao funcionamento do ensino; e o domínio cognitivo relativo ao público para quem será dirigida a experiência (GUIMARAES, BARLETTE E GUADAGNINI, 2015, p. 217)

Esta fase possibilita a identificação das variáveis didáticas, realizadas através de considerações acerca do quadro teórico didático geral. Nesta etapa, iniciou-se um estudo preliminar sob o conteúdo deste trabalho, de modo a contemplar em seus aspectos históricos e matemáticos.

- **Concepção e análise *a priori***

É a partir das análises prévias realizadas que o pesquisador adota decisões que precisam ser realizadas sobre o problema da pesquisa para agir sobre as variáveis. São definidas por dois tipos: as variáveis macro didáticas ou globais, ou seja, são relativas à organização global da engenharia, e as variáveis micro didáticas ou locais, ou seja, relativas à organização local da engenharia.

Segundo Almouloud e Silva (2012) o pesquisador, orientado pelas análises preliminares, delimita certo número de variáveis pertinentes ao sistema sobre os quais o ensino pode atuar, chamadas de variáveis de comando (micro didáticas ou macro didáticas). É nesta fase da engenharia didática que se inicia o processo de validação em que se realiza as previsões das ações e dos comportamentos dos alunos que ocorre através de uma sequência didática.

Nessa etapa, teve-se como objetivo apresentar uma proposta de ensino, a partir dos pressupostos da Teoria Gênese Instrumental de Rabardel (1995) e um estudo desenvolvido por meio de uma Sequência Didática de Atividades Investigativas no processo de Ensino por Atividade.

- **Experimentação**

Esta é a fase da implementação da experiência ou realização da engenharia, em que a sequência didática se caracteriza por esquema experimental que é desenvolvida no campo da prática educativa.

a fase da experimentação é clássica: é o momento de se colocar em funcionamento todo o dispositivo construído, corrigindo-o se necessário, quando as análises locais do desenvolvimento experimental identificam essa necessidade, o que implica em um retorno à análise *a priori*, em um processo de complementação. Ela é seguida de uma fase de análise *a posteriori* que se apoia no conjunto de dados recolhidos durante a experimentação: observações realizadas sobre as sessões de ensino e as produções dos alunos em sala de aula ou fora dela (ALMOULOU E COUTINHO, 2008, p. 76-68).

Nesse sentido, a experimentação tem como pressupostos apresentar os objetivos e condições da realização da pesquisa, em que muitas dessas pesquisas requerem a observação direta de atividades desenvolvidas pelos alunos. Dessa forma, nesta fase descreveu-se como foi realizado a aplicação do trabalho, destacando pontos importantes no decorrer da pesquisa.

- **Análise *a posteriori* e validação**

A análise *a posteriori* e validação analisa a produção dos alunos, em um conjunto de resultados que se pode tirar da exploração dos dados recolhidos coletados a partir da experimentação. O objetivo é relacionar as observações com os objetivos definidos *a priori*. Sendo assim, a Engenharia Didática, enquanto procedimento metodológico, se fundamenta em registros de estudos de caso, cuja validade é interna e permeia o contexto da pesquisa realizada.

O problema metodológico é muito das vezes um ponto de partida da Engenharia Didática, o que permite a análise de possibilidades únicas da metodologia da investigação e da didática.

Nesse contexto, Almouloud e Coutinho afirmam que:

a Engenharia Didática pode ser utilizada em pesquisas que estudam os processos de ensino e aprendizagem de um dado conceito e, em particular, a elaboração de gêneses artificiais para um dado conceito. Esse tipo de pesquisa difere daquelas que são transversais aos conteúdos, mesmo que seu suporte seja o ensino de certo objeto matemático (ALMOULOU D E COUTINHO, 2008, p. 66).

Assim, o professor que está atuando na sala de aula, na maioria das vezes, não conhece as possibilidades da tecnologia para a aprendizagem. A sala de aula é um espaço onde existe interação, coleta de conhecimento, troca de informações, e que está completamente relacionada com os recursos tecnológicos, mas, levando em consideração suas potencialidades e limitações no contexto atual das escolas. Desse modo, utilizar ferramentas que permitam ao aluno desenvolver suas habilidades é necessário que os professores reflitam e planejem sobre a forma de como que as tecnologias devem inseridas no processo de ensino-aprendizagem da matemática.

2.1 ESTUDO PRELIMINARES

Esta etapa tem como objetivo, apresentar resultados de estudos preliminares de Funções Quadráticas sob aspectos históricos, culturais e curriculares. Cabe ainda neste cenário, uma abordagem sobre saberes fundamentais para a humanidade, e um desses conhecimentos é a Função Quadrática.

Para tanto, aprofundou-se os fundamentos que auxiliaram os estudos e as atividades utilizadas no decorrer do experimento, além de utilizar tais conteúdos para elaborar a Sequência Didática.

Nos aspectos históricos, identificou-se fatos que serviram de base para contextualizar questões propostas sobre o tema abordado. Os aspectos matemáticos trataram de identificar as habilidades e competências exigidas em avaliações externas e também levadas em consideração nos objetivos das atividades propostas que deram suporte teórico e epistemológico ao objeto da pesquisa.

2.1.1 Estudo de Funções Quadráticas

Neste trabalho, a contextualização histórica e matemática é de suma importância no que diz respeito à compreensão de problemas ligados a fenômenos apresentados em questões propostas por professores nas atividades em sala, bem como na resolução de questões de avaliações externas. Desse modo, este estudo epistemológico-histórico considera os diferentes registros de representação vinculados às formas com que a noção de função foi sendo concebida ao longo da história.

2.1.2 Aspectos Históricos e Matemáticos

Os aspectos históricos contribuem para a compreensão do ensino de Funções Quadráticas. Ao passo disso, tem-se ainda que esta relação histórica entre matemática e sociedade, torna-se como um meio de contribuição, visto que a matemática é presente em todas as esferas do processo pelo qual passou a humanidade, seja no aspecto social, histórico ou econômico.

Noções primitivas do conceito de funções já eram percebidas nos registros de antigas civilizações bem como, o caso de contagem, nos registros sobre lunações em que representavam a representação entre as fases da Lua e o período do tempo solar, entre outros. Mas, para que o

conceito de funções alcançasse uma das formas que atualmente é apresentada nas instituições de ensino foi necessário que alguns séculos se passassem.

Esta evolução aconteceu especificamente através de noções vagas e sem exatidão. A Função Quadrática tem sua evolução associada ao desenvolvimento da resolução representação gráfica das equações de 2º grau. Para alguns pesquisadores esta evolução teve início por volta de 4000 anos, mas somente nos três últimos séculos é que houve um desenvolvimento significativo da noção de função, apresentado com uma estreita ligação com problemas de Análise e Cálculos.

Foram os Babilônios por volta de 2000 a.C que construíram tabelas sexagesimais de quadrado e de raízes quadradas, que ao construírem estas tabelas em argila onde para cada valor na primeira coluna existia um outro número na segunda e que na multiplicação desses números havia outro relacionado, percebemos a ideia de função que podem ser entendidas como tabelas de funções.

Ao longo da História vários matemáticos como o alemão Gottfried Wilhelm Von Leibniz (1646 – 1716) contribuíram para que se chegasse ao conceito de função dos dias atuais, que usou para descrever uma quantidade relacionada a uma curva, como o caso da inclinação ou um ponto qualquer situado nela. Outros registros de antigas civilizações como o caso dos Egípcios, contribuíram no campo da matemática. Porém, soluções de Funções Quadráticas para esses povos tornou-se difícil, mas, Neugebauer (1930) revelou que equação quadrática com três termos foram tratadas eficientemente pelos Babilônios.

Até os tempos modernos não havia ideia de resolver uma equação quadrática da forma $x^2 + px + q = 0$ onde p e q são positivos, pois a equação não tem raiz positiva. Por isso as equações quadráticas na antiguidade e na Idade Média, e mesmo no começo do período moderno, foram classificadas em três tipos: 1) $x^2 + px = q$; 2) $x^2 + px + q$; 3) $x^2 + q = px$ (BOYER, 1996, p.22).

Essas soluções são encontradas em textos do período babilônico. Assim como outros conceitos matemáticos de acordo com Caraça (1998) sobre função, surgiu a partir da necessidade de os homens lutarem contra a natureza e a dominarem, no campo matemático, pode configurar-se como um instrumento próprio para o estudo das leis, entendendo-se por lei toda a regularidade que integra um determinado recorte da realidade.

Nesse sentido, a Função Quadrática pode ser comparada com a lei $y = kx^2$, em que k representa à constante, no qual foi deduzida por Galileu para definir a relação da distância horizontal de x, e a distância vertical de y, percorrida por uma distância da bola que cai, de acordo com a lei de formação da Função Quadrática que são apresentados nos livros didáticos.

Observa-se que há semelhanças nas suas constituições, isto é, tanto a lei $y = kx^2$ quanto a lei de formação da Função Quadrática representada hoje como $f(x) = ax^2 + bx + c$, possuem características de funções polinomiais do 2º grau ou Função Quadrática. Tal observação nos leva a concluir que a lei $y = kx^2$ constitui-se em lei de formação de uma função pela característica de correspondência, traduzida na representação analítica.

Segundo Lima (1998, p. 21) “até o século XVI, não se usava uma fórmula para os valores das raízes, simplesmente porque não se usavam letras para representar os coeficientes de uma equação. Isso começou a ser feito a partir de Francois Viète, matemático francês que viveu de 1540 a 1603”.

A partir do século XVIII, que o conceito de função surgiu explicitamente na matemática, as definições de funções voltadas no sentido analítico, segundo o qual uma função não necessitava unicamente de uma expressão analítica, introduziu o símbolo $f(x)$, diferenciado as funções contínuas e descontínuas, levando em consideração a lei de formação de cada função. Mas, só foi somente no século XIX, com a disseminação da teoria dos conjuntos, tornou-se possível a definição formal do conceito de função por meio de conjuntos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais- PCN's o conceito de função desempenha um papel importante em seus estudos, através da leitura, construção de gráficos, interpretações em que estão relacionados com comportamentos de fenômenos do cotidiano como também de outras áreas, como Física, Economia e Geografia. Mas, portanto, cabe ao ensino de Matemática garantir que o aluno adquira tal flexibilidade para lidar com o conceito de função em situações diversas e, nesse sentido, através de uma variedade de situações.

Nesse sentido, será apresentado, um estudo sobre a Função Quadrática abordando suas principais características e apresentando-a a definição e conceitos básicos.

Segundo a definição de Soares (2013) uma função f de \mathbb{R} em \mathbb{R} denomina-se de Função Quadrática ou Função Polinomial do 2º Grau, associado a cada $x \in \mathbb{R}$ representado por $(ax^2 + bx + c) \in \mathbb{R}$, em que a, b e c são números reais, com $a \neq 0$. Neste sentido, temos que:

$$f(x) = ax^2 + bx + c ; a \neq 0$$

Exemplo: 1) $f(x) = x^2 - 3x + 2$

Exemplo: 2) $f(x) = x^2 - 4$

Exemplo: 3) $f(x) = -3x^2$

Os coeficientes de uma função quadrática são os números reais a, b e c citados acima. Dependendo do valor desses coeficientes o gráfico da função tem características diferentes.

Assim, temos que o gráfico da Função Quadrática é uma parábola, tendo dois comportamentos, primeiro sua concavidade pode ser voltada para cima e segundo sua concavidade pode ser voltada para baixo o que vai nos dizer essas duas situações são os parâmetros que compõe esta função.

Efeitos dos parâmetros a , b e c na parábola que são representados a partir da Função Quadrática:

1. Parâmetro a : $f(x) = ax^2 + bx + c$

- $a > 0 \rightarrow$ concavidade da parábola é voltada para cima;
- $a < 0 \rightarrow$ concavidade da parábola é voltada para baixo.

2. Parâmetro b : $f(x) = ax^2 + bx + c$

Indica se a parábola intersecta o eixo y “crescendo” ou “decrecendo”.

- $b > 0 \rightarrow$ intersecta o eixo y crescendo;
- $b < 0 \rightarrow$ intersecta o eixo y decrescendo;
- $b = 0 \rightarrow$ intersecta o eixo y reto, ou seja, na horizontal.

3. Parâmetro c : $f(x) = ax^2 + bx + c$

Indica o ponto onde a parábola intersecta o eixo y . Assumindo os seguintes valores.

- $c > 0 \rightarrow$ valores positivos;
- $c < 0 \rightarrow$ valores negativos;
- $c = 0 \rightarrow$ a origem.

Por outro lado, no que se refere a interseção do gráfico de f com o eixo das abscissas, observa-se a seguinte situação: se a função $f(x) = 0$, então pode-se apresentar duas raízes distintas, duas raízes iguais ou nenhuma raiz, dependendo de certas condições que serão descritas mais adiante, e, com isso, o gráfico da função pode intersectar o eixo- em dois pontos.

Zeros da Função Quadrática:

Raízes ou zeros da Função Quadrática são os valores obtidos para x em que torna a função $f(x) = 0$. Para determinar estes valores basta resolvermos a equação do 2º grau $ax^2 + bx + c = 0$. Podemos utilizar a fórmula de *Báskara*, soma e produto, além da fatoração de binômios.

- **Fórmula de *Báskara*:**

Neste caso utiliza-se a seguinte expressão, denominada fórmula de *Bhaskara*, a fim de encontrar as raízes da equação $f(x) = 0$.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Assim, podemos determinar o zero de uma Função Quadrática ou Função do Polinomial 2º grau a partir de um determinado ponto da intersecção da parábola com o eixo das abscissas no plano cartesiano, dependendo do valor de $\Delta = b^2 - 4ac$. Resumidamente, pode-se apresentar:

- Se $\Delta < 0$ então, a função do 2º grau não possui nenhuma raiz real. A parábola não intercepta o eixo x .
- Se $\Delta > 0$ então, a função do 2º grau possui duas raízes reais. A parábola intercepta o eixo x em dois pontos.
- Se $\Delta = 0$ então, a função do 2º grau possui uma única raiz real. A parábola intercepta o eixo x em um único ponto.

A partir dos valores obtidos no discriminante, podem-se fazer as seguintes análises sobre a equação do segundo grau:

O número $\Delta = b^2 - 4ac$ chama-se discriminante da função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$. [...] Quando $\Delta > 0$, a equação $f(x) = 0$ tem duas raízes reais e quando $\Delta = 0$, a mesma equação possui uma única raiz chamada raiz dupla (LIMA, 2010, p. 25).

Em resumo, a equação do segundo grau apresentará duas raízes, uma raiz ou nenhuma raiz, dependendo do sinal do discriminante e, conseqüentemente, o gráfico da Função Quadrática intersectará o eixo das abscissas em dois, um ou em nenhum ponto.

Exemplo: Vamos determinar os zeros da função $f(x) = x^2 - 4x + 3$ e os pontos em que a parábola intercepta o eixo x .

Para isso, precisamos resolver a seguinte equação do 2º grau:

$$x^2 - 4x + 3 = 0$$

$$\Delta = (-4)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 3 = 4$$

$$x = \frac{-(-4) \pm 2}{2} \Rightarrow x = 3 \text{ ou } x = 1$$

Assim, os zeros da função são: $x_1 = 3$ e $x_2 = 1$. Logo, o gráfico da função intercepta o eixo x em dois pontos: (1, 0) e (3, 0).

- **Soma e o produto:**

Soma e produto é um método prático para encontrar as raízes da equação do 2º grau. Baseia-se nas seguintes relações entre as raízes:

$$x_1 = \frac{-b+\Delta}{2a} \quad \text{e} \quad x_2 = \frac{-b-\Delta}{2a}$$

Soma das raízes $\rightarrow x_1 + x_2$

$$x_1 + x_2 = \frac{-b + \Delta}{2a} + \frac{-b - \Delta}{2a} = \frac{-2b}{2a} = -\frac{b}{a}$$

Produto das raízes $\rightarrow x_1 \cdot x_2$

$$x_1 \cdot x_2 = \left(\frac{-b + \Delta}{2a}\right) \cdot \left(\frac{-b - \Delta}{2a}\right) = \frac{b^2 - \Delta}{4a^2} = \frac{b^2 - (b^2 - 4ac)}{4a^2} = \frac{4ac}{4a^2} = \frac{c}{a}$$

Sendo,

x_1 e x_2 : as raízes da função.

a, b e c: os coeficientes da função.

Desta forma, podemos encontrar as raízes da função $f(x) = 0$, se encontrarmos dois números que satisfaçam simultaneamente as relações indicadas acima. Para encontrar a solução devemos começar buscando dois números cujo produto seja igual a $\frac{c}{a}$. Depois verificamos se esses números também satisfazem o valor da soma.

Exemplo: Encontre as raízes da função $f(x) = x^2 - 7x + 12$.

Assim temos:

$$P = \frac{c}{a} = \frac{12}{1} = 12$$

$$S = \frac{-b}{a} = \frac{7}{1} = 7$$

Desta forma, devemos encontrar dois números cujo o produto é igual a 12. Sabemos que:

$$1 \cdot 12 = 12$$

$$3 \cdot 4 = 12$$

$$2 \cdot 6 = 12$$

Agora, basta verificar dois números cujos somados é igual a 7. Assim, nota-se que as raízes são 3 e 4, pois $3 + 4 = 7$.

Portanto, é possível determinar os zeros de uma Função Quadrática em função das relações existentes entre seus coeficientes e suas raízes.

- **Fatoração de Funções Quadráticas:**

Toda Função Quadrática pode ser escrita na forma fatorada:

Seja $f(x) = ax^2 + bx + c$ vamos supor que α seja raiz da função. Assim:

$$f(\alpha) = a\alpha^2 + b\alpha + c = 0.$$

Logo pode-se escrever $f(x) = f(x) - f(\alpha)$, então temos que:

$$f(x) - f(\alpha) = a(x^2 - \alpha^2) + b(x - \alpha) + c - c$$

Colocando a e $x - \alpha$ em evidencia, temos:

$$f(x) = a(x - \alpha) \left(x + \alpha + \frac{b}{a} \right)$$

Denominando $-\beta = \alpha + \frac{b}{a}$, temos:

$$f(x) = a(x - \alpha)(x - \beta)$$

A expressão acima é conhecida como a forma fatorada da Função Quadrática. A maior vantagem de se escrever uma Função Quadrática na sua forma fatorada é determinar, visualmente, os zeros da função, onde, α e β são os zeros da Função Quadrática com $a \neq 0$.

Observa-se que a função só se anula quando pelo menos um de seus termos é igual a zero. Como supomos desde o início que $f(x)$ é quadrática, sabemos que necessariamente $a \neq 0$. Logo, algum dos outros dois termos devem ser iguais a zero, isto é:

$$x - \alpha = 0 \Leftrightarrow x = \alpha$$

$$x - \beta = 0 \Leftrightarrow x = \beta$$

Exemplo 1: Estude a forma fatorada da função $f(x) = 2x^2 - 10x + 12$.

Devemos, primeiramente, descobrir as raízes da função. Sejam α e β estas raízes, temos que:

$$\alpha + \beta = -\frac{-10}{2} \Rightarrow \alpha + \beta = 5$$

$$\alpha \cdot \beta = \frac{12}{2} \Rightarrow \alpha \cdot \beta = 6$$

Ou seja, devemos descobrir dois números que somados dão 5 e multiplicados dão 6. Como a soma e o produto são positivos, ambas as raízes (se existirem) também são positivas. Listando os pares de números naturais cujo produto vale 6, temos:

$$1 \cdot 6 = 6$$

$$2 \cdot 3 = 6$$

Logo, dos pares de números acima, o único cuja soma é 5 é o segundo: $\alpha = 2$ e $\beta = 3$.

De posse das raízes da função, podemos reescrevê-la na sua forma fatorada:

$$f(x) = 2(x - 2)(x - 3)$$

Fatorar uma Função Quadrática resulta em duas expressões menores que podem ser multiplicadas para chegar-se na forma geral da função.

Exemplo 2:

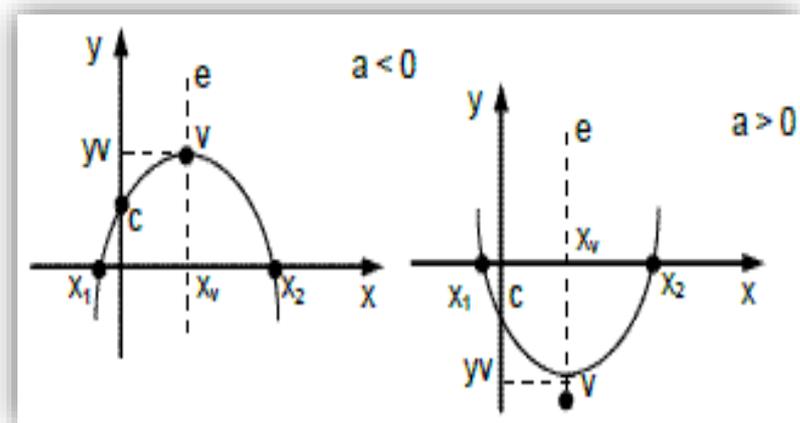
$$f(x) = 6x^2 + 13x + 6 = (2x + 3)(3x + 2)$$

Neste exemplo, temos que $(2x + 3)(3x + 2)$ são fatores da expressão.

Podemos definir o gráfico da Função Quadrática:

Uma curva aberta chamada parábola que possui os seguintes elementos.

Figura 1: Representação gráfica da Função Quadrática



Fonte: google imagens

Assim,

- Se $a > 0$ concavidade voltada para cima;
- Se $a < 0$ concavidade voltada para baixo;
- O ponto $(0, c)$ onde a parábola intercepta o eixo das ordenadas;
- Eixo de Simetria e : divide a parábola a partir do vértice em pontos equidistantes;
- Raízes x_1 e x_2 : onde a parábola intercepta as abscissas;
- Vértice (V): representa ponto máximo ou mínimo da função. Ou seja,

$$X_v = \frac{-b}{2a} \quad \text{e} \quad Y_v = \frac{-\Delta}{4a}$$

Em outros termos, dependendo do sinal do parâmetro a , o vértice da parábola descrita pelo gráfico da Função Quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$ é o ponto cujas coordenadas são formadas pelo ponto de máximo (respectivamente, de mínimo) e o valor de máximo (respectivamente, de mínimo) da função.

A seguir será apresentado o quadro teórico, a metodologia da pesquisa utilizada, bem como os procedimentos metodológicos escolhidos, em busca de uma análise concisa dos resultados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLOGICO

Nesta etapa será discutido os principais colaboradores que serviram de fundamentação teórica e base para o estudo deste trabalho, destacando a relação do objeto de pesquisa com as Tecnologias Digitais e a estruturação da Sequência Didática que tem em vista a experimentação. Neste sentido, serão apresentadas as concepções de Pierre de Rabardel (1995, 2002) sobre a Teoria Gênese Instrumental, baseada nos estudos de Lev Vygotsky, e a descrição dos pressupostos metodológicos aplicados por meio de uma Sequência Didática de Atividades Investigadas.

3.1 A teoria da Instrumentação

Frequentemente ouvimos discursos de que a utilização de ferramentas tecnológicas digitais, com finalidade pedagógica, ainda não é uma realidade nas escolas, no entanto, dados atualizados mostram uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras. É o que mostra a pesquisa realizada em 2018 pelo TIC Educação, por meio do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br) do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br) e divulgada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br). De acordo com o estudo feito, 76% dos docentes buscaram formas para desenvolver ou aprimorar seus conhecimentos sobre o uso destes recursos nos processos de ensino e de aprendizagem.

Segunda a pesquisa, os assuntos de interesse mais colocados entre 65% dos professores na busca por cursos e palestras, os mais citados são o uso de tecnologias em sua própria disciplina de atuação, o uso de tecnologias em novas práticas de ensino e formas de orientar os alunos sobre o uso seguro do computador, da Internet e do celular. Dados mostram ainda, que a busca por vídeos e tutoriais *on-line* sobre o uso das TIC nas práticas pedagógicas cresceu 16 pontos percentuais entre 2015 (59%) e 2018 (75%).

É muito comum encontrar professores que se utilizem de materiais concretos (ábacos, tangram e outros), *softwares*, sites, aplicativos e outras tecnologias, na maioria das vezes de maneira expositiva, no entanto, para o uso desses recursos com vistas à mediação do ensino necessita de uma sistematização, observação e aprofundamento.

As discussões sobre as competências para o século XXI estão cada vez mais atuais, a exemplo, a inserção do tema na Base Nacional Comum Curricular-BNCC, já prevê a utilização regular das Tecnologias Digitais bem como competências e habilidades para manuseá-las.

Segundo Borba et al (2014), as Tecnologias Digitais passaram por quatro fases principais frente à educação matemática. A primeira fase, a partir de 1985, baseada no construcionismo na perspectiva de PAPERT-1980, foi batizada de tecnologias informáticas e utilizava-se principalmente calculadoras simples e científicas, computadores e em destaque para o LOGO¹. Foi também nessa etapa que começou a ser pensado na possibilidade de implementar os laboratórios de informática nas escolas.

A segunda fase (início dos anos 1990), é definida pelo avanço dos *softwares* educacionais e a tecnologia educativa, baseada na experimentação, visualização e demonstração. Marcado pelo surgimento do Cabri-Geometre, Winplot e Maple. O período foi ainda explícito pela popularização das calculadoras gráficas.

A terceira fase (meados de 1999), nasce o termo Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC`s, a educação a distância *on-line*, comunidades de aprendizagem, *e-mail*, *chat*, fóruns, *laptop* e *internet*.

A quarta fase (2004) é marcada pela multimodalidade, tele presença, interatividade, internet na sala de aula, produção e compartilhamento *on-line* de vídeos e performance matemática digital, batizada assim de Tecnologias Digitais (TD) ou tecnologias móveis ou portáteis.

Nesse cenário de mudanças e de surgimento de novas habilidades no contexto tecnológico, brota o termo *Letramento Digital*, que para Dudeney et al (2016), exprime a necessidade de “utilizar eficientemente as tecnologias para localizar recursos, comunicar ideias e construir colaborações que ultrapassem os limites pessoais, sociais, econômicos, políticos e culturais”. Por outro lado, nada disso será possível se não houver o domínio adequado das ferramentas desses recursos.

Como ponto de partida, para a utilização de Tecnologias Digitais deve-se considerar que o sujeito não possua domínio sobre as ferramentas que para efeito deste trabalho chama-se de recursos digitais (plataformas *online*, *softwares*, etc.), assim, classifica-se qualquer recurso tecnológico como artefato. Segundo Rabardel (1995) o artefato é o ponto de partida para o desenvolvimento da Gênese Instrumental, pois quando o sujeito desenvolve qualquer ação procedimental sobre ele, e agrega esquemas de utilização, haverá a transformação do artefato

¹ Software que relaciona a linguagem de programação e pensamento matemático. O design do LOGO permite, através da digitação de caracteres, o *input* de comandos de execução.

em instrumento. Já o instrumento apresenta como um conceito inicial onde é formado a partir de um artefato e de um esquema produzido pelo sujeito.

A noção de esquema na Teoria da Instrumentação no contexto da Teoria dos Campos Conceituais, de acordo com

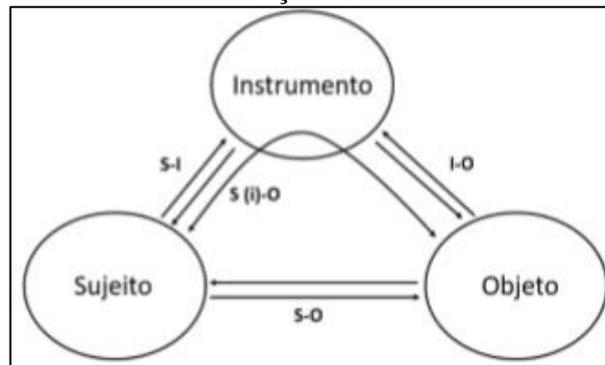
a Teoria dos Campos Conceituais considera o invariante operatório o que permite ao sujeito realizar uma conexão entre teoria e prática, pois nele repousa a operacionalidade dos esquemas. São dois os elementos constituintes dos invariantes operatórios. Os esquemas relacionados com a utilização de um artefato são chamados esquemas de utilização e fazem referência a duas dimensões da atividade (NETO E SILVA, 2017, p. 109)

Rabardel (1995) utiliza vários conceitos da psicologia em seus estudos, mas destaca-se o conceito de esquema que representa uma ampliação da abordagem apresentada pela Teoria dos Campos Conceituais. Diante disso, nota-se que as concepções da Gênese Instrumental descrevem um processo que envolve um sujeito ao artefato, a partir de um instrumento o usuário desenvolve sua atividade.

A Gênese Instrumental busca a integração entre as características do artefato a partir de suas limitações e potencialidades das atividades realizadas pelo sujeito. Esse processo ocorre em duas etapas, através da instrumentação e da instrumentalização. Nesse sentido,

os processos de instrumentalização estão relacionados ao surgimento e à evolução dos componentes artefato do instrumento: seleção, agrupamento, produção e instituição de funções, desvios e catacrese, a atribuição de propriedades, transformação do artefato (estrutura, funcionamento, etc.), e realizações prolongam as criações dos artefatos, cujos limites são, portanto, difíceis de determinar; - processos de instrumentação estão relacionados ao surgimento e evolução dos esquemas de uso e de ação instrumentada: constituição, funcionamento, evolução por acomodação, coordenação, combinação, inclusão e assimilação mútua, assimilação de novos artefatos aos esquemas já constituídos (RABARDEL, 1995, p.137).

Diante disso, Rabardel (1995) propõe o modelo SAI (Situações de Atividades Instrumentais), no qual apresenta relações entre o sujeito e o objeto, mediada pelo instrumento. Como representado na figura:

Figura 2: Modelo de Situações de Atividades Instrumentais

Fonte: Rabardel e Verillon (1985 apud RABARDEL, 2002, p. 43)

Para Rabardel (1995) este modelo S.A.I., além do Meio formado pelo conjunto de condições que são apresentadas ao sujeito para a realização da atividade, apresenta uma variedade de relações e interações entre os três aspectos representados por: Sujeito (S), usuário, operador, empregado, agente, etc.; Objeto (O), ao qual a ação de usar o instrumento é dirigida, portanto a matéria, objeto da atividade, de trabalho, etc.; Instrumento (I), ferramenta, máquina, sistema, utensílio, produto, entre outros.

Nas pesquisas experimentais sobre o ensino de matemática, a Engenharia Didática se destaca pelo caráter metodológico organizacional. De forma geral, invoca duas fases, uma voltada para a pesquisa e a outra para atuação em sala de aula, tem como principal propósito tentar imaginar sequências didáticas aplicadas em sala de aula e analisá-los para especificamente explicar fenômenos e desenvolver principalmente questões teóricas.

Nas próximas seções serão apresentados o tipo de atividades desenvolvida durante o período de aplicação do trabalho, cabe ainda, apresentar o *App Inventor 2* como o instrumento de construção de aplicativos para o ensino de Funções Quadráticas, assim, serão apresentados alguns aspectos do recurso.

3.2 Atividades Investigativas no ensino de matemática

O desenvolvimento de diversas maneiras de desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem de Matemática é uma consequência do crescente número de pesquisas em Educação. Uma delas é a investigação matemática. Sabe-se que o aluno aprende quando consegue pôr em prática seus recursos cognitivos e seu envolvimento ativo e sua participação na formulação das questões a serem estudadas.

Considera-se que um fato importante que a ser levado em consideração é a necessidade de que as atividades investigativas proporcionem aos estudantes o contato com as novas informações, assim, por exemplo, exige a necessidade da comunicação das novas informações obtidas pelos alunos.

Em uma abordagem de Perez e Castro (1996) relatam que as atividades de investigação devem compreender as seguintes características: emitir hipótese como atividade indispensável à investigação científica; elaborar um planejamento da atividade experimental; proporcionar momentos para a comunicação do debate das atividades desenvolvidas; potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico e apresentar aos alunos situações problemáticas abertas, em um nível de dificuldade adequado à zona de desenvolvimento potencial dos educandos em contato com novas descobertas.

Nesta perspectiva, o aluno é envolvido em um método de descoberta de determinados conceitos matemáticos e, conseqüentemente torna-se um dos principais agentes da sua aprendizagem, assumindo um papel ativo, capaz de reconhecer os seus próprios problemas e de revelar, testar e defender as suas ideias.

De acordo com Sá (1999, p. 77) “O método de descoberta tem como característica fundamental, a utilização das etapas do método científico no processo de ensino-aprendizagem”, assim permite compreender os processos que permitem ao aluno apropriar-se de certo conhecimento previamente planejado pelo seu professor.

O ambiente de aprendizagem por meio de um ensino por descoberta deve proporcionar uma percepção de alternativas ou resultados para o aprendiz, com similaridades e relações entre ideias que não foram previamente reconhecidas. Diante disto, o aluno tem oportunidade de assimilar novos conhecimentos em diferentes níveis de profundidade e em diferentes modos de representação, sem receber as “fórmulas prontas” antes de resolver o exercício.

Assim, Segundo Sá o método da descoberta possui três técnicas básicas: Técnica da Redescoberta; Técnica de Problemas e Técnica de Projetos. Dessa forma, apresenta-se apenas a Técnica da Redescobertas, técnica em que pode ocorrer de duas maneiras, por demonstração ou por trabalho experimental individual ou em grupo no qual optou-se como proposta deste trabalho.

No trabalho experimental, o experimento é todo realizado pelos alunos. Ao professor cabe relacionar o material e procedimento da atividade, podendo também auxiliar na construção do experimento, induzindo a uma observação adequada e a conclusões coerentes com os objetivos (SA, 1999, p.78).

Nessa abordagem, cabe ao professor um papel determinante nas atividades investigativas. Deve-se como mediador manter o equilíbrio entre a autonomia necessária dada ao aluno para não comprometer sua autoria na investigação garantindo que o trabalho do aluno seja satisfatório e flua naturalmente e de maneira significativa.

Neste sentido, o professor tem a função de desafiar os alunos, avaliar seu progresso, raciocinar matematicamente e apoiar o trabalho dos mesmos, por isso o cuidado especial na realização das atividades. Processo no qual propõe um desafio ainda maior, pois ao desenvolver tais atividades os estudantes são colocados em situações em que deverão encontrar naturalmente uma relação matemática (ou fórmula) e em seguida construir aplicativos para auxiliar nas resoluções das atividades similares ou novas atividades.

Dessa forma, acredita-se que, quando são colocadas situações para que o aluno possa descobrir a matemática que ali está envolvida, o processo de ensino se desenvolve de forma mais interessante e motivadora para o mesmo. Uma alternativa de o professor tornar suas aulas interessantes para o aluno é leva-lo a descobrir o conhecimento matemático, e isso é possível por meio do método de redescoberta. Segundo Sá (1999), ao se referir ao método da redescoberta, coloca que o mesmo se caracteriza pela diversidade do professor, pois este pode utilizar a redescoberta num primeiro momento, a partir da demonstração que permite que o aluno observe, questione, explique e elabore conclusões.

Na abordagem de Sá (1999) com o método da redescoberta o professor, a partir do trabalho experimental, em que cabe aos alunos todo o experimento e ao professor a seleção do material necessário para a atividade, pode auxiliar na construção do experimento, induzindo a uma observação adequada e a conclusões coerentes com os objetivos.

3.3 Processos metodológicos

A investigação se apresenta como uma pesquisa de natureza qualitativa de cunho exploratório. De acordo com Gil (2008, p. 27), “as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”. Desse modo, selecionou-se como amostra, uma turma de 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Maranhão- Campus São João dos Patos, que desenvolveram atividades relacionadas com o tema, com o uso do Laboratório de Informática, a ser detalhada em sessão específica posteriormente.

Mediante a necessidade de abordar questões ligadas à utilização de Tecnologias Digitais bem como sua utilização para a mediação da aprendizagem, destaca-se as contribuições da Teoria Gênese Instrumental ou Teoria da Instrumentação, por meio das concepções de Pierre de Rabardel (1995). Como metodologia de pesquisa, faz-se uso da Engenharia Didática baseada nas contribuições de Michele Artigue (1995,1996) e Saddo Almouloud (2008).

A proposta incide-se sobre a utilização do *App Inventor 2* para a construção de aplicativos para *smartphones* por alunos do 1º ano do Ensino Médio, e aplicada a Sequência Didática sobre Atividades Investigativas de resolução de Funções Quadráticas.

Quanto ao procedimento técnico, a pesquisa caracterizar-se-á como explicativa, pois para Gil (2008), esse tipo de pesquisa consiste essencialmente em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto, pois terá como importância identificar fatores que contribuem para a criação e utilização de aplicativos nas aulas de matemática pelos sujeitos da pesquisa na ocorrência da aprendizagem a partir da utilização da Teoria da Instrumentalização Didática, investigando a interação sujeito, instrumento e objeto, proposta por Rabardel.

3.3.1 Plataforma *App Inventor 2*

A plataforma *App Inventor 2* também conhecida como *App Inventor for Android*, é uma plataforma criada pelo *Google*, uma aplicação aberta que possibilita a partir da programação do computador a construção de aplicativos de *software* para o sistema operacional *Android*.

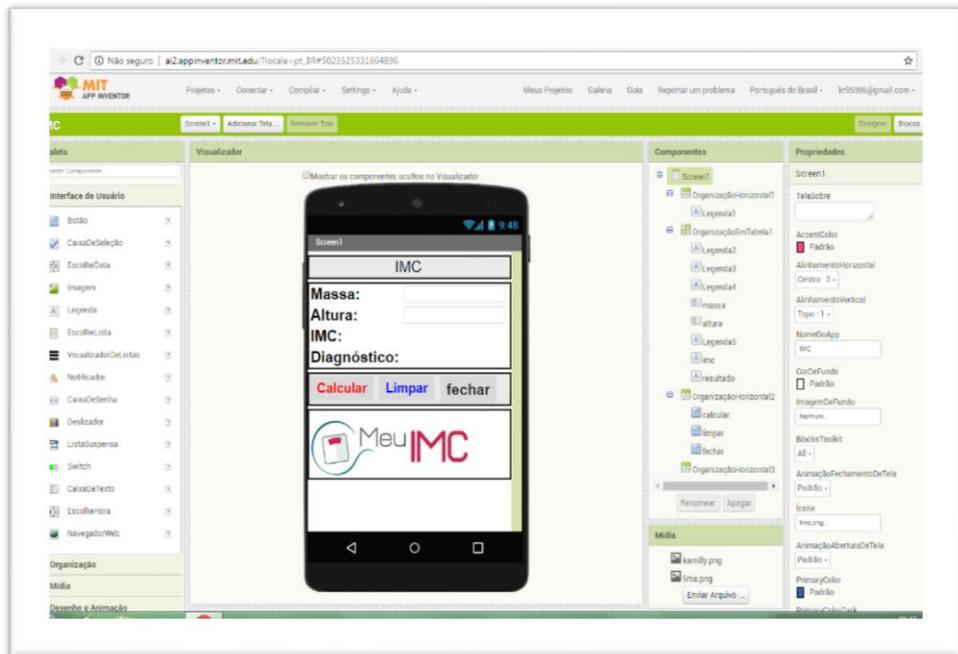
O *App Inventor II* é uma plataforma *on line*, de aplicação *open source* (código aberto), ou seja, um modelo de desenvolvimento que promove um licenciamento livre para a criação de design ou esquematização de um produto, o que permite a redistribuição universal e o torna de simples acesso, manuseio ou modificação, por qualquer indivíduo. O recurso permite a criação de aplicativos das mais diversas características na extensão *apk*, executável em *smartphones* e *tablets* com sistema operacional *Android* (SILVA, 2019, p.138).

Neste sentido, este meio de programação de interface visual bastante intuitiva, permite às pessoas que desconhecem as linhas de código de programação, que seus próprios projetos sejam construídos com relativa facilidade possibilitando-os o desenvolvimento de seus aplicativos.

A interface do ambiente de programação ocorre de duas maneiras: primeiro por meio de um ambiente de *Designer* e segundo por um ambiente *Blocks Editor*. No ambiente *Designer*

constrói-se o projeto no formato visual, ou seja, inserindo botões, textos, imagens, enquanto no ambiente *Blocks Editor* preparasse o algoritmo de programação em forma de blocos, imagens que se encaixam quando arrastadas e soltas próximas às outras, requisitando apenas algumas habilidades de raciocínio lógico, um bom planejamento do que se quer produzir, e o interesse em pesquisar.

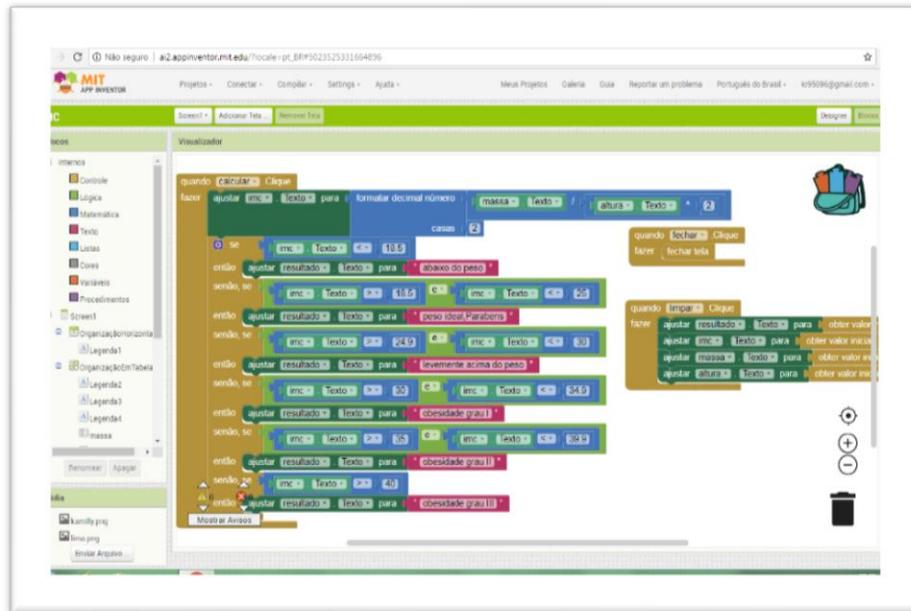
Figura 3: Ambiente *Designer* do *App Inventor 2*



Fonte: Curso de Instrumentalização (2019)

Como mostra na Figura 3, a construção de um aplicativo simples com a utilização do *App Inventor 2*. Para o acesso à plataforma, o aluno teve que realizar um cadastro com conta de *e-mail* da *Google* que proporciona livre acesso ao ambiente ao permitir a construção dos aplicativos em dois ambientes diferentes: (a) *designer* - exibe a aparência do aplicativo que se instalará na tela do *smartphone* ao ser aberto, das colunas: paleta, visualizador, componentes e propriedades, conforme ilustrado na imagem. E, (b) *Blocks* (Blocos), a qual deve ocorrer a estruturação da programação das ferramentas de comando organizadas no *layout*, como dispostos na Figura 4.

Figura 4: Ambiente *Blocks* do *App Inventor 2*



Fonte: Curso de Instrumentalização (2019)

O ambiente de blocos dispõe de comandos de controle, lógica, matemática, texto, listas, cores, variáveis e procedimentos que permitem personalizar a aplicação criada com a instrumentalização da plataforma para servir na construção de produto ao processo educativo.

Dessa maneira, nota-se que esta ferramenta apresenta potencial significativo no processo de ensino e aprendizagem, já que a mesma possibilita de ferramentas que pode inspirar o desenvolvimento intelectual e criativo do aluno. Diante disso, professores e alunos juntos podem estarem construindo ou até mesmo criando aplicativos diversos para um mesmo conteúdo ou para conteúdos diferentes, permitindo se tornar um recurso complementar no ensino.

3.3.2 Curso de Instrumentalização

Diante da ideia de que os alunos desconhecem a plataforma *App Inventor 2* (Gráfico 2), foi proposto um curso de instrumentalização em que os alunos tivessem o primeiro contato e manuseio com a plataforma sem o direcionamento para o objeto da pesquisa, de forma em que eles pudessem apenas identificar fatores que possibilitassem o manuseio da ferramenta e conhecimento da mesma.

A proposta do curso se deu a partir de um projeto de extensão em que teve como título principal: “Aplicativos matemáticos para *smartphones*: construindo e aprendendo”, submetido ao Edital Proext 002/2019. O estudo foi desenvolvido com 30 alunos do 1º ano do Ensino Médio

do Instituto Federal do Maranhão- campus São João dos Patos. As atividades de instrumentação ocorreram em 07 (sete) encontros de 3 horas cada, durante o período compreendido entre 30 de outubro de 2019 a 08 de novembro de 2019, para a execução das atividades foram utilizados o laboratório de informática, no período de contraturno dos estudantes, das 08:30 a 11:30 horas.

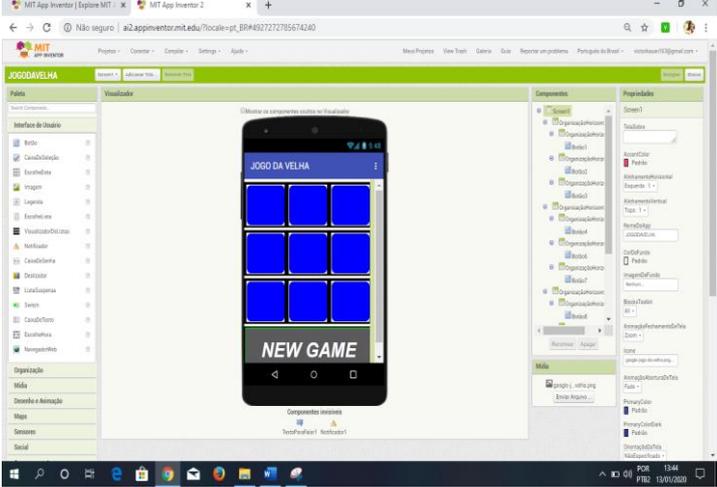
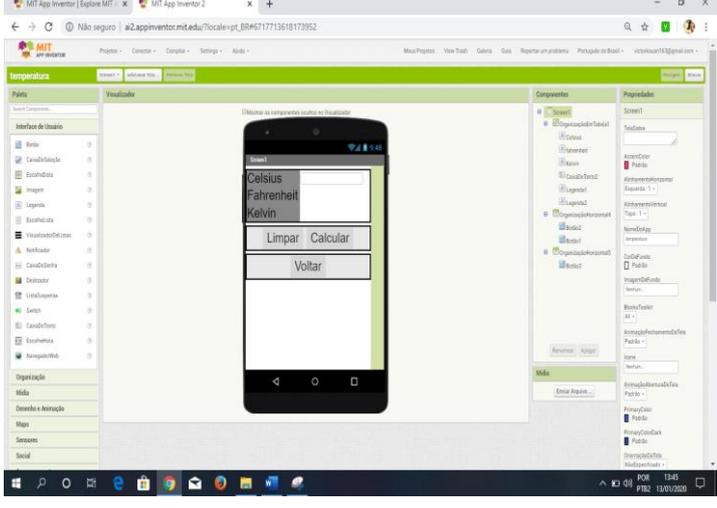
O curso propôs a construção de aplicativos para *smartphones* que possuam sistema operacional *Android*, oferecido a estudantes do ensino com o objetivo de instrumentalizar o *App Inventor 2* ao público alvo na perspectiva metodológica de incluir proposta de ensino por meio da popularização da ciência e da tecnologia. Foram utilizados conceitos básicos de programação em blocos para ensinar a manusear as ferramentas da plataforma, de maneira que a mesma deixe de ser artefato e seja instrumentalizada pelos alunos com a construção de aplicativos.

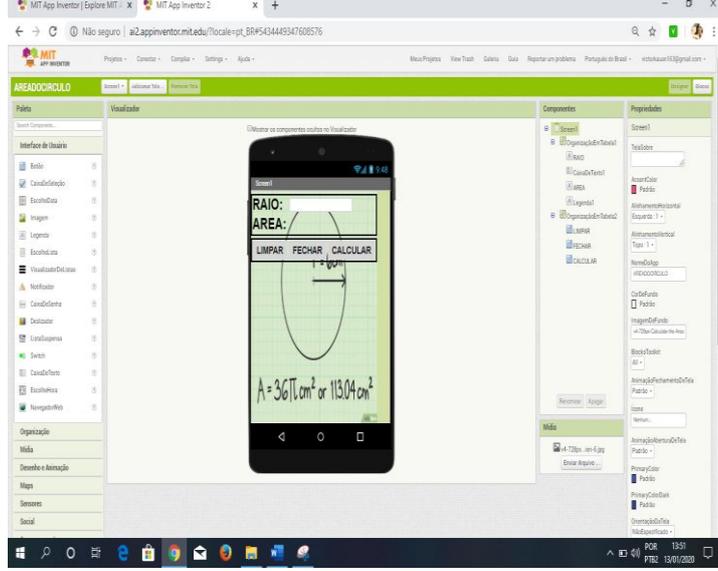
Após a etapa de instrumentação e instrumentalização Rabardel (1995), demonstradas as habilidades necessárias de construção de aplicativos, deu-se início à Sequência Didática com atividades de construção de aplicativos para o ensino de matemática, abordando o seguinte conteúdo: Funções polinomiais do 2º grau ou Função Quadrática.

Dessa maneira assim detalhados: Instrumentação e Instrumentalização (21h): As vinte e uma horas foram de atividades presenciais orientadas por graduandos voluntários do curso de Licenciatura em Matemática do IFMA sob a orientação do coordenador do curso. As Sequências de atividades matemáticas (10h), propostas por esse trabalho: Nesta etapa foi desenvolvida pela concluinte do curso Licenciatura em Matemática como experimento do TCC da mesma. Foram selecionados 10 alunos de uma turma de 30, em que cada aluno realizou um conjunto de atividades (sequência didática) que compõem este trabalho de conclusão de curso. E, as outras (11h) pra cada um dos alunos foram desenvolvidas atividades a distâncias e complementares.

Para o curso de instrumentalização foram propostas atividades das mais variadas que não possuem relação especificamente com o conteúdo matemático proposto por nossa Sequência Didática. Aplicativos das mais variadas naturezas foram construídos, dos quais destacamos alguns no quadro abaixo:

Quadro 1: Aplicativos construídos no curso de instrumentalização

ORD	TELA	DESCRIÇÃO
01		<p>O aplicativo desenvolvido foi o “jogo da velha”, sendo programado para se jogar com o “X” e o “0”. Quando o jogador “um” iniciar com “X” só basta clicar onde quer colocar a letra; e se desejar iniciar com “0” é só pressionar no local desejado.</p>
02		<p>A programação foi realizada para converter a medida de qualquer temperatura celsius em fahrenheit e kelvin. Quando inserimos o valor da temperatura Celsius e clicar no botão calcular a temperatura será transformada para as outras duas.</p>

03		<p>Na parte dos blocos o discente programou a formula matemática para quando inserir o raio do círculo e tocar no botão calcular, de imediato será dada a área exata do círculo.</p>
----	--	--

Fonte: Curso de construção de aplicativos (2019)

Como mostra no quadro acima, alguns aplicativos criados por um dos alunos durante a etapa de instrumentalização. Diante disso, nota-se a importância do campo da instrumentação tecnológica, envolvendo a Gênese Instrumental e a utilização de diversas. Permite compreender que o valor das ferramentas depende, sobremaneira, do contexto em que um determinado instrumento é utilizado. De acordo com Rabardel (1995) as diferentes etapas que são desenvolvidas do sujeito correspondem a diferentes relações do sujeito com o instrumento.

3.3.3 Sequência Didática (SD)

Ao considerar desenvolvidas no ensino de matemática, percebe-se que o uso de “fórmulas matemáticas” ocorre muitas vezes de maneira expositiva ou demonstrativas, o que propôs baseia-se no método da descoberta (SÁ, 1999). Na literatura atual, muito se menciona sobre alternativas teórico-metodológicas que proporcionem a utilização das novas tecnologias visando como forma de aprendizagem dos alunos de maneira crítica e reflexiva. Na Base Nacional Comum Curricular- BNCC propõe duas competências gerais que estão relacionadas ao uso da tecnologia:

Competência 4: Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e **digital** –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo. Competência 5: Compreender, utilizar e criar **tecnologias digitais** de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver

problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (grifos nossos) (BRASIL, 2017, p.09).

Além de constar nas competências gerais, a tecnologia também é citada entre os Direitos de aprendizagem e desenvolvimento da Educação Infantil bem como nas áreas específicas nos Ensinos Fundamental e Médio. Para esse fim, sob o ponto de vista tecnológico, foi elaborado uma SD sobre os tipos e maneiras de articular as atividades. Nesse contexto, será apresentado a adequação de uma estrutura de SD, conforme destacado no Quadro 2.

Quadro 2: Generalização do modelo de SD

Fase	Descrição	Encaminhamento
1	Apresentação das atividades por parte do docente.	O professor expõe aos alunos atividades investigativas que pode ser solucionada por meios matemáticos.
2	Conceituação e algoritmo.	O professor apresenta uma atividade que conduza o aluno à descoberta de novos conceitos com ou sem o uso do aplicativo a partir de roteiros de atividades, o aluno a responde.
3	Elaboração de conclusões	Os alunos, individualmente, mediados pelo professor, elaboram as conclusões que se referem às questões propostas em uma tabela, nas atividades da etapa anterior.
4	Instrumentação e construção do aplicativo	O professor solicita em uma das questões que cada aluno individualmente construa um aplicativo.
5	Aplicação	Os alunos utilizam o aplicativo para resolver as demais questões.
6	Avaliação	Os alunos registram os resultados obtidos nas atividades.

Fonte: Autora (2019)

Assim, de acordo com o quadro 2 foram proposta um total de três atividades obedecendo o grau de dificuldade de cada uma que propõem de maneira intuitiva a definição de Função Quadrática, a qual seria formalizada durante a resolução das questões de cada atividade proposta. É importante ressaltar que as ferramentas do *App Inventor 2* eram novas pra eles até a oferta do curso de nivelamento, onde 86,6% dos envolvidos não possuíam conhecimento algum sobre programação.

Para compreender melhor o quadro 2, será apresentado uma visão detalhada das atividades aplicadas na segunda etapa, na próxima seção. No qual foram elaboradas atividades em que os estudantes pudessem estar explorando e manipulando ferramentas e recursos da plataforma *App Inventor 2*.

4. EXPERIMENTO E ANÁLISE

Nesta etapa, serão caracterizados o lócus, os sujeitos e o desenvolvimento do experimento a partir das Sequencia Didática, seguidos da análise das atividades segundo o quadro teórico e a metodologia da pesquisa.

4.1 Caracterização da escola e dos sujeitos

4.1.1 A escola

As atividades experimentais foram realizadas no Instituto Federal do Maranhão-Campus São João dos Patos. O IFMA – Campus São João dos Patos foi instalado na cidade de São João dos Patos no ano de 2010, contando hoje com 33 técnicos e 54 professores atuando em prol do desenvolvimento do Ensino, Pesquisa e Extensão.

O Campus possui finalidade de atender a região do sertão maranhense, que é composto por 16 municípios maranhenses: Barão de Grajaú, Benedito Leite, Buriti Bravo, Colinas, Jatobá, Lagoa do Mato, Mirador, Nova Iorque, Paraibano, Passagem Franca, Pastos Bons, São Domingos do Maranhão, São Francisco do Maranhão, São João dos Patos, Sucupira do Norte e Sucupira do Riachão.

O IFMA tem como visão ser uma instituição de excelência em ensino, pesquisa e extensão, de referência nacional e internacional, indutora do desenvolvimento do Estado do Maranhão e sua missão é promover educação profissional científica e tecnológica comprometida com a formação cidadã para o desenvolvimento sustentável.

O Campus São João dos Patos funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno oferecendo educação profissional integrada ao Ensino Médio, Educação Profissional para Jovens e Adultos (PROEJA), Graduações (Bacharelado e Licenciatura), Especialização Lato Sensu, Cursos Técnicos, Licenciaturas Educação a Distância.

Além disso, o campus hoje tem em plena atividade 07 (sete) grupos de pesquisas cadastrados junto ao IFMA e CNPQ, e que tem desenvolvido atividades de pesquisas no Ensino Médio e Superior atendendo a todos os eixos de atuação do campus: Informação e Comunicação, Gestão de Negócios, Produção Industrial e Produção Alimentícia. A esse respeito, destacamos o Grupo de Pesquisa em Tecnologias Digitais no Ensino-GPTEDE, ao qual nos proporcionou orientações para a realização deste trabalho.

4.1.2 Os sujeitos da pesquisa

No curso de Instrumentalização participaram um total de 30 (trinta) estudantes do 1º ano do curso técnico em nível médio de Redes de Computadores, dos quais foram selecionados de maneira aleatória, 10 alunos para a aplicação da Sequência Didática experimental sobre Função Quadrática. Para preservação da identidade destes, optou-se por codificar a identificação de cada indivíduo (Quadro 3) e selecionado aleatoriamente por meio de sorteio os nomes reais dos alunos associados a cada código (mantidos em anonimato).

Quadro 3: Codificação da identificação dos estudantes

Ordem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aluno	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}

Fonte: Autora (2019)

No experimento, as atividades foram propostas individualmente, em que cada aluno tinha acesso a uma atividade e um computador com acesso à internet, no entanto, não se vetou a troca de informações entre os aprendizes.

A sequência didática fora organizada em três encontros de três horas cada e um encontro de apresentação de resultados de uma hora. Cada encontro, o estudante recebia uma ficha de atividades, onde procurava desenvolver a tarefa proposta finalizando com um aplicativo que resolvesse a questão proposta além de outras questões pesquisadas. O conteúdo abordado foi: (a) Soma e Produto das raízes da Função Quadrática com $a = 1$; (b) soma e Produto das raízes com $a \neq 1$; e; (c) raízes de uma Função Quadrática na forma fatorada.

Sobre o conteúdo abordado, ressalta-se que os envolvidos já haviam estudado o conteúdo de Funções Quadráticas, exceto os tópicos propostos pelas atividades descritas em a, b e c.

A concepção dos sujeitos sobre o artefato

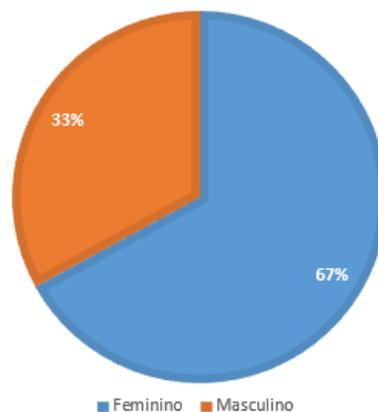
Nesta seção, será apresentado os resultados da pesquisa feita com os sujeitos envolvidos, cujo objetivo fora identificar o perfil dos alunos (as) acerca dos aspectos prévios sobre tecnologias. Para tanto, elaborou-se um instrumento para a produção de dados a serem analisados. O instrumento de pesquisa escolhido foi um questionário sócio educacional de

perguntas fechadas de múltipla escolha contendo questões sobre o perfil deste frente a utilização da ferramenta tecnológica utilizada. Segundo Gil (2008), o questionário possibilita atingir grande número de pessoas tendo por objetivo conhecer opiniões e crenças sobre situações vivenciadas bem como, sentimentos, interesses e expectativas, garantindo o anonimato das respostas e permitindo um aprofundamento posterior através de processos de caráter qualitativo, no entanto, optamos por coletar as impressões apenas dos participantes da proposta, o mesmo está disponível nos apêndices B.

Com a necessidade de validação do instrumento de pesquisa, foi realizada uma aplicação do mesmo aos 30 alunos (as) participantes. A produção das informações se deu após a etapa de instrumentalização e anterior à aplicação de nossa Sequência Didática. A aplicação dos questionários foi realizada no dia 22 de novembro de 2019 e os alunos (as) levaram, em média 15 minutos para responde-lo. A sistematização das informações ocorreu por meio da organização em quadros, tabelas e gráficos, de modo a facilitar as análises dos resultados obtidos.

A pesquisa revelou que dos 30 alunos (as) consultados (as), aproximadamente 67% dos participantes são do sexo masculino, e 33% do sexo feminino, e estão da faixa etária de 15 a 16 anos.

Gráfico 1: Gênero dos alunos (as) participantes

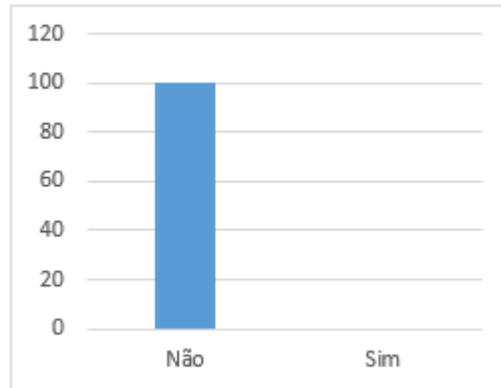


Fonte: Curso de Instrumentalização (2019)

Como a inscrição no curso foi de iniciativa dos estudantes, os dados revelam ligeiramente que a utilização de tecnologias é preferência entre os jovens estudantes do gênero masculino. No entanto, como observado em dados posteriores, tal percentual não influenciou no resultado das atividades desenvolvidas, que apresentaram qualidade satisfatória no decorrer do processo.

Quando perguntados se estes já conheciam o *App Inventor 2*, foi unanimidade que nenhum deles já tinham, pelo menos ouvido falar, por tanto, 100% responderam que não conheciam, como descrito no gráfico 2, abaixo.

Gráfico 2: Percentual de alunos que conhecem o *App Inventor 2* antes do experimento

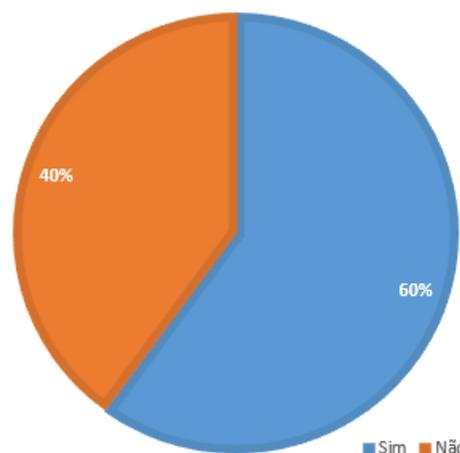


Fonte: Curso de Instrumentalização (2019)

Tais informações representaram a *priori* um obstáculo à qualidade das atividades, no entanto, o processo de instrumentação ocorreu gradativamente, de acordo com as orientações do professor. Ressalta-se que nessa etapa o papel deste profissional foi mais de instrutor. Os estudantes além do docente puderam interagir entre si e buscar outras informações como vídeos, *podcasts*, dentre outros recursos *on-line*, que incentivem sua autonomia.

Quando questionados se já possuíam conhecimentos básicos de programação, destes, 40% responderam que não, e 60% responderam que sim, especificamente os conhecimentos de lógica básica, algoritmos básicos e um apenas afirmou programar em *Python*. O gráfico 3, abaixo descreve o perfil de programadores.

Gráfico 3: Alunos que conhecem conhecimentos básicos de programação

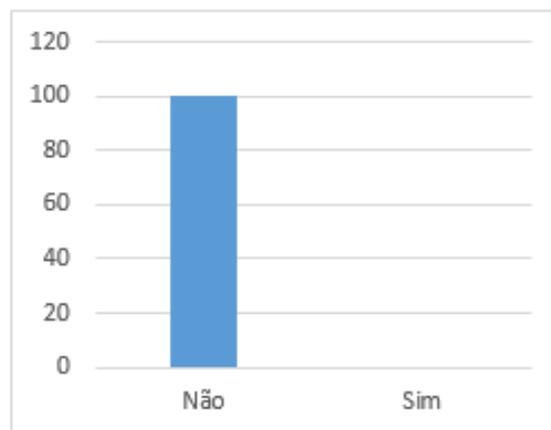


Fonte: Curso de Instrumentalização (2019)

Os dados acima revelam que os estudantes que responderam sim à pergunta, são alunos do 1º ano do curso de redes de computadores, e que já participaram de disciplinas básicas de programação, o que também não incidiu sobre melhores resultados em detrimento dos demais. Os resultados demonstram que a linguagem de blocos facilita a compreensão de algoritmo e permite facilmente entender o processo de programação e com ele, conceitos matemáticos e de lógica básica.

Quando questionados se já haviam participado de algum curso de construção de aplicativos, tivemos novamente uma unanimidade, com 100% dos participantes responderam que não (Gráfico 3). O dado demonstra que no ensino fundamental, os estudantes não tiveram a oportunidade de conhecer nenhuma proposta na linha da nossa pesquisa.

Gráfico 4: Percentual de estudantes que participaram de curso de construção de aplicativos



Fonte: Curso de Instrumentalização (2019)

Os resultados acima revelam que o fato novo, pode ter despertado curiosidade e motivado os estudantes pela participação, o que também demonstra a preferência pela tecnologia, mesmo sem conhecer sobre a plataforma, sem construir aplicativos e compreendendo pouco sobre programação.

Veja alguns aspectos apontados como positivos ou negativos pelos alunos. O Quadro 4, questionou os estudantes sobre suas opiniões acerca das contribuições ou dificuldades proporcionadas pelo curso.

Quadro 4: Opinião sobre os aspectos qualitativos do curso em percentual

Aspectos Qualitativos	Opinião em %				
	a- discorda completamente ^e	b- discorda	c- sem opinião	d- concorda	e- concorda completamente ^e
Você considera interessante o uso de recursos computacionais para sua aprendizagem em matemática?	-	-	-	56,6	43,3
O uso do App inventor 2 trouxe benefícios ou contribuições para a aprendizagem dos conteúdos abordados?	-	3,00	10,0	50,0	37,0
Você considera que após as atividades realizadas, suas habilidades tecnológicas melhoraram?	-	-	10,0	40,0	50,0
Conseguiu se apropriar de elementos fundamentais da matemática com a programação em blocos?	-	3,33	30,0	60,0	6,67
Você considera que aumentou sua capacidade de resolver questões com a criação de aplicativos?	-	-	26,6	46,6	26,6
Foi mais fácil compreender os conteúdos com a programação em blocos?	10,0	6,67	10,0	63,3	10,0
Foi mais fácil perceber erros com a utilização dos aplicativos construídos?	3,33	16,6	16,6	56,6	6,67
Houve algum problema que dificultou o entendimento dos conteúdos estudados com a programação do aplicativo?	20,0	53,33	3,33	16,6	6,67
Sugere a utilização do App Inventor 2 nas aulas de matemática?	6,67	-	-	26,6	66,7
Você considera que a sua motivação para estudar a disciplina de matemática aumentou com as atividades com o App inventor e a criação de aplicativos?	6,67	-	20,0	36,6	36,6

Fonte: Curso de Instrumentalização (2019)

Como pode-se observar no quadro acima, todos os alunos concordaram ou concordaram completamente que o uso de recursos computacionais é interessante para sua aprendizagem matemática. Isso mostra que a introdução de computadores no contexto educacional, acredita-se que o recurso se torna importante por possibilitar, despertar e desenvolver nos alunos uma nova visão de acesso à informação para a construção do seu conhecimento.

A análise desta questão possibilitou entender que a utilização do computador como ferramenta auxiliar para o desenvolvimento de atividades desenvolvidas com a plataforma *App Inventor 2* trouxe benefícios e contribuições para aprendizagem dos alunos. Embora uma pequena parcela dos estudantes tenha discordado desta afirmação, um dos pontos positivos apresentados em relação ao desenvolvimento das atividades realizadas com esse recurso, é que a maioria dos alunos melhoraram suas habilidades tecnológicas, além disso 60% dos alunos conseguiram se aprimorar de elementos fundamentais da matemática com a programação em blocos.

Os resultados apontam ainda, que 46,6% dos alunos concordam e 26,6% concorda completamente que com o uso da plataforma *App Inventor 2* foi possível um aumento na sua capacidade de resolver questões com a criação de aplicativos. E, 26,6% não deram sua opinião. Destaca ainda algumas particularidades que esse recurso pôde proporcionar para os alunos, tais como: a facilidade em compreender os conteúdos com a programação em bloco, conforme o quadro 4 em que 63,3% dos mesmos estão de acordo com essa afirmação. E, 56,6% estão de acordo que se torna mais fácil perceber erros com a utilização dos aplicativos construídos. Além disso, a maioria dos estudantes sugerem a utilização do *App Inventor 2* nas aulas de matemática.

Os resultados indicaram que o uso da plataforma *App Inventor 2* favorece a aprendizagem e torna as aulas mais participativas. A utilização do recurso permitiu aos alunos a investigação, criação e raciocínio para desenvolver as atividades propostas. Diante disso, nota-se que o uso de recursos computacionais como a utilização dessa plataforma nas aulas de matemática teve uma boa aceitação pelos alunos, pois o conhecimento matemático se transforma quando mudamos o ambiente e as estratégias em sala de aula.

Dessa forma, acredita-se que os *softwares* permitem realçar o componente visual na matemática atribuindo um papel importante na aprendizagem como: a visualização de acesso ao conhecimento matemático e uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos. A perspectiva de poder criar aplicativos que educam e informem, nos faz acreditar que o *App Inventor 2* pode ser trazido para dentro do contexto escolar, juntamente com as Tecnologias Móveis, que já fazem parte do cotidiano dos estudantes fora da escola. A programação produzida pelo docente pode ser de grande relevância tanto para seu desenvolvimento profissional, instigando sua criatividade, o estimulando a se capacitar, quanto pode aproximá-lo de seus alunos.

4.2 Análise dos resultados

Nesta etapa, será apresentado as análises *a priori* e *a posteriori* das atividades realizadas durante a Sequência Didática, além de descrever como as ferramenta e/ou recurso *App Inventor 2* podem favorecer a aprendizagem dos recortes de conteúdos de Função Quadrática, observando como acontece a Gênese Instrumental dos alunos quando interagem com a plataforma, ou seja, observar a construção dos aplicativos com o *App Inventor 2*.

Segundo Rabardel (1995) a concepção de instrumento é composta por artefato e esquemas, faz-se necessário estudar os *esquemas* desenvolvidos pelos alunos. Para isso, foram elaboradas três atividades, seguida de três encontros com 3 horas cada. Para observar as ações

dos alunos durante a utilização e exploração da plataforma *App Inventor 2* como auxiliar no processo de ensino.

Primeiro encontro

De posse da ficha de atividades e um computador, lápis e borracha, cada estudante realizou, e registrou suas percepções na ficha disponibilizada pelo docente, em seguida construiu o aplicativo solicitado, como apresentado a seguir:

Análise a priori

Essa atividade teve como objetivo relacionar as raízes da equação com os coeficientes da mesma, a partir da soma e do produto. Com a utilização dos seguintes recursos: ficha de atividades, aplicativo para calcular as raízes, lápis e borracha, os alunos eram desafiados a resolverem as questões e criar um aplicativo no *App Inventor 2* que encontrasse as raízes de uma Função Quadrática a partir dos coeficientes, a atividade continha um total de cinco questões.

Para a realização da atividade os alunos seguiam os seguintes procedimentos:

- Observe o quadro e preencha-o de acordo com as informações;
- Com o auxílio do aplicativo encontre as raízes das equações;
- Em seguida registre os valores de " x_1 " e " x_2 ", "b" e "c" de acordo com cada função;
- Registre duas percepções;
- Responda as questões propostas.

Nas questões posteriores, foram registrados os resultados do quadro associados à utilização da relação expressa pela fórmula encontrada, a partir da percepção de cada aluno.

Figura 5: Atividade 1: Soma e produto das raízes de uma função

ATIVIDADE 1.

Funções	x_1	x_2	$x_1 + x_2$	b	$x_1 \cdot x_2$	c
$y = x^2 - 5x + 6$						
$y = x^2 - 4x + 4$						
$y = x^2 - 3x + 2$						
$y = x^2 - 16$						
$y = x^2 - x - 30$						
$y = ax^2 + bx + c$						

1 - Ao comparar as raízes da função e a soma e o produto dessas raízes, você consegue perceber alguma relação como os coeficientes? Qual?

Fonte: Autora (2019)

Análise a posteriori

Na realização inicial da atividade os estudantes responderam um quadro de questões em que continha diversas Funções Quadráticas. Como todos os alunos receberam o instalador via *bluetooth* e instalaram o aplicativo em seus *smartphones*, todos preencheram corretamente o quadro de valores.

Figura 6: Quadro da Soma e do produto (Aluno A₃)

Funções	x_1	x_2	$x_1 + x_2$	b	$x_1 \cdot x_2$	c
$y = x^2 - 5x + 6$	3	2	-5	-5	6	6
$y = x^2 - 4x + 4$	2	2	-4	-4	4	4
$y = x^2 - 3x + 2$	2	1	-3	-3	2	2
$y = x^2 - 16$	+4	-4	0	0	-16	-16
$y = x^2 - x - 30$	6	-5	-1	-1	-30	-30
$y = ax^2 + bx + c$	x_1	x_2	b	$-b$	c	c

1 - Ao comparar as raízes da função e a soma e o produto dessas raízes, você consegue perceber alguma relação como os coeficientes? Qual?

Sim. Ao somar as duas raízes o resultado obtido é o valor de b como sinal recado. Ao multiplicar encontra o valor de c .

Fonte: Atividade escrita- ficha de atividades (2019)

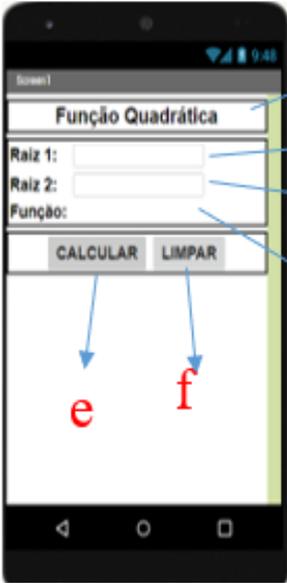
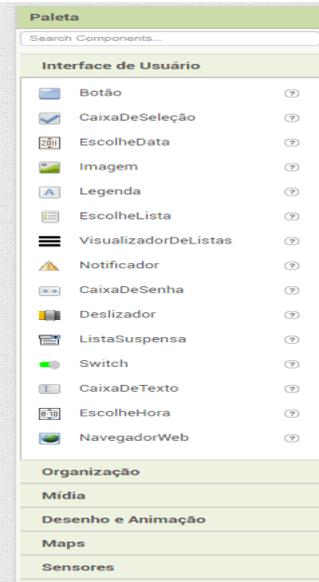
Após preencher o quadro colocaram suas percepções. Seguindo as orientações respondiam cada questão. Nesta atividade, todos os dez estudantes identificaram corretamente a relação entre as raízes da função e a soma e o produto com seus coeficientes.

Para a criação do aplicativo, foi seguido a mesma sequência de ações pressuposto na análise *a priori*, apenas três alunos apresentaram dificuldade no uso da ferramenta, na parte de programação da plataforma. Abaixo será analisado o trabalho do aluno A_3 , selecionado aleatoriamente via sorteio. Analogamente a atividade anterior, será tratado algumas questões.

O estudante preencheu corretamente o quadro com o auxílio do aplicativo disponibilizado pelo professor, em seguida deduziu que ao comparar as raízes da função e a soma e o produto dessas raízes com seus coeficientes, percebeu que quando somados $x_1 + x_2 = b$ (com o sinal invertido) e quando multiplicado $x_1 \cdot x_2 = c$. Como mostra a figura 6.

Na questão seguinte, foi sugerido que o aluno construísse seu próprio aplicativo no *App inventor 2* com a relação encontrada por ele na questão anterior. A partir da construção do aplicativo o aluno teria a autonomia de utiliza-lo para resolver as demais questões. O quadro 5 destaca a tela (do aplicativo), a paleta (ferramenta da plataforma) e os instrumentos utilizados para a programação em blocos, para o cálculo das raízes do aplicativo construído pelo aluno analisado.

Quadro 5: Sequência de ações para a construção do aplicativo calculadora soma e produto de uma função

Tela	Ferramentas	Construção
		

Componentes (elementos)

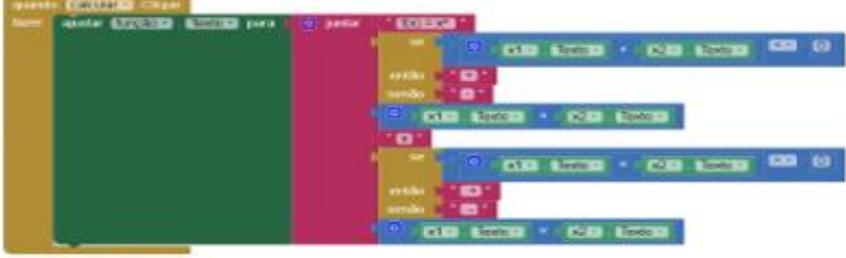
- (a) Legenda de identificação da tela;
- (b) Legenda indicativa e caixa de texto: entrada da raiz 1 da função (ao ser tocada, abre o teclado na tela do *smartphone* e permite entrada de valores);
- (c) Legenda indicativa e caixa de texto: entrada da raiz 2 da função (ao ser tocada, abre o teclado na tela do *smartphone* e permite entrada de valores);
- (d) Legenda resultado;
- (e) Botão calcular;
- (f) Botão limpar.

Fonte: Experimento- prática de construção de aplicativo (2019)

Durante a construção do aplicativo o aluno A_3 não apresentou dificuldades em utilizar a plataforma. O estudante apresentou apenas uma dificuldade com relação em instalar o aplicativo em seu *smartphones*, mais logo em seguida fez uma outra tentativa. Durante a construção dos aplicativos notou-se uma troca de ideias entre estudantes em computadores diferentes, em que alguns optaram por construir juntos um mesmo aplicativo.

Em seguida, será apresentado a troca de blocos a partir da relação das raízes da Função Quadrática.

Quadro 6: Resposta do aluno A_3 à programação dos blocos

Estrutura de programação em blocos	
1	
2	
(1) Programação do botão calcular; (2) Programação do botão limpar;	

Fonte: Experimento- prática de construção de aplicativo (2019)

Como pode-se observar na imagem acima, para a conclusão do aplicativo, foi necessária a estruturação dos blocos de acordo com a relação entre as raízes da Função Quadrática com seus coeficientes. Nesta atividade, a maioria dos estudantes seguiram a mesma sequência de ações da análise *a priori*, realizaram satisfatoriamente cada questão, o que permitiu considerar que os alunos estão instrumentados em fazerem usar das ferramentas, pois não apresentaram dificuldades em sua realização. Com a construção do aplicativo os alunos puderam está resolvendo as demais questões sem dificuldades.

Segundo a BNCC, o estudante deverá: Converter representações algébricas de funções polinomiais de 2º grau para representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais uma variável for diretamente proporcional ao quadrado da outra, recorrendo ou não a *softwares* ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica (BRASIL, 2017, p.531). Nessa perspectiva, colocando em foco a utilização da plataforma para a criação do aplicativo criado pelo aluno, percebe-se que o mesmo pôde desenvolver as seguintes habilidades:

- Diversificar a linguagem matemática, representando digitalmente a linguagem algébrica, programação e lógica;
- Valorizar o seu conhecimento e do colega, exigindo para isso um senso mínimo de criticidade para filtrar e analisar os resultados encontrados;
- Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade e determinação, tomando decisões com base os conhecimentos adquiridos no curso de instrumentalização para a aprendizagem no ensino de matemática;
- Organizar o raciocínio e a percepção algébrica.

Tais habilidades puderam contribuir para seu aprendizado, momento em que o aluno ao está fazendo uso do programa utiliza-o processando informações e transformando-as em conhecimento, ao passo que faz uso do conhecimento matemático através da programação simples em blocos.

Por outro lado, as matrizes de elaboração do Exame Nacional do Ensino Médio, preveem que o estudante deverá: Modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas (Competência de área 5); e; resolver situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos (Habilidade 21), a única capacidade exigida por essa habilidade é que o candidato saiba chegar ao resultado esperado por meio da aplicação dos dados do problema em uma fórmula. Simplificando, só é necessário saber calcular com uso delas. Diante disso, acredita-se que no ensino da matemática, o uso das mídias pode vir a suprir algumas dificuldades apresentadas pelo educando e ir além de resolver questões ou utilizar fórmulas, a descoberta permite a subjetividade no caminho para encontrar soluções. Nesse aspecto, fazer uso de recursos didáticos tecnológicos se torna uma nova forma de exploração e construção do ensino.

Ainda nessa seara, podemos citar as matrizes de avaliação do Sistema de Avaliação da Educação Básica-SAEB, especificamente sobre a Função Quadrática: Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo no gráfico de uma função polinomial do 2º grau -Descritor 25- (BRASIL, 2011, p.111). Embora não tenha tratado de questões de representação gráfica ou de máximos e mínimos reconhece-se a importância de ambas tais quais dos conteúdos que foram abordados no trabalho, e estende-se a proposta de construção de aplicativos aos demais conteúdo.

Considera-se que fazer uso de *softwares* no ensino da matemática é um desafio, tanto para o professor como para o aluno. Diante das etapas realizadas pelo aluno, é possível perceber a evolução tecnológica e a participação ativa do mesmo na construção de seu conhecimento matemático. Além disso, com a construção do aplicativo a relação matemática para a programação com os blocos só foi possível porque o aluno teve domínio do conteúdo estudado na construção. Assim, nota-se que o aluno foi capaz de compreender seu funcionamento, e dele pode atingir seus objetivos diante da atividade proposta, de acordo com Rabardel (1995) processo de transformação do artefato em instrumento que ocorre pela atribuição de um ou mais esquemas de utilização ao artefato com a descoberta das relações existentes entre os coeficientes a e b a partir da ficha de atividades.

Segundo encontro

Análise a priori

Seguindo a mesma estrutura da atividade 1, nesta segunda atividade os alunos deveriam criar um outro aplicativo que resolvessem a situação proposta relacionando as raízes das equações com os coeficientes da mesma, a partir da soma e do produto em que $a \neq 1$. Para a relação procurada podia ser expressa pela fórmula $x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}$ e $x_1 \cdot x_2 = \frac{c}{a}$. A atividade era composta por quatro questões.

Para a realização da atividade os alunos seguiam os seguintes procedimentos:

- Observe o quadro e preencha-o de acordo com as informações;
- Com o auxílio do aplicativo encontre as raízes das equações;
- Em seguida coloque os valores de “a” e “b” de acordo com cada função;
- Registre suas percepções.

Com o aplicativo construído os alunos o utilizou para resolver as demais questões. De forma a permitir que os mesmos resolvessem a atividade proposta, identificando possíveis erros, e agilizando o processo de resolução em tempo reduzido. A descoberta da relação matemática é imprescindível para a estruturação dos blocos de programação e conseqüentemente encontrar os valores procurados para a resolução das questões. Como será mostrado na análise *a posteriori* uma das questões resolvida por um dos alunos com a ajuda do aplicativo.

Para a tarefa, o estudante poderá criar outro aplicativo, ou outra tela, ao ainda adaptar o aplicativo construído no primeiro encontro.

Figura 7: Atividade 2: Soma e produto das raízes de uma função com $a \neq 1$

ATIVIDADE 2

Funções	x_1	x_2	$x_1 + x_2$	b	$x_1 \cdot x_2$	c
$y = 3x^2 - 4x + 1$						
$y = 9x^2 + 6x - 48$						
$y = 9x^2 - 6x - 24$						
$y = 4x^2 - 16$						
$y = 4x^2 - 7x + 3$						
$y = ax^2 + bx + c$						

1 - Ao comparar as raízes da função e a soma e o produto dessas raízes, você consegue perceber alguma relação como os coeficientes? Qual?

Fonte: Autora (2019)

Análise a posteriori

No decorrer desta atividade, quatro alunos apresentaram dificuldades em encontrar a relação matemática existente no quadro proposto. Os alunos responderam que ao relacionar as raízes da função e a soma e o produto com os seus coeficientes em que o coeficiente “a” é diferente de um, a soma e o produto dessas raízes são valores decimais. Como pode-se perceber ao selecionar uma das atividades.

Figura 8: Resposta de uma das atividades da Soma e do produto com $a \neq 1$

Funções	x_1	x_2	$x_1 + x_2$	b	$x_1 \cdot x_2$	c
$y = 3x^2 - 4x + 1$	1	0,3	1,3	-4	0,3	1
$y = 9x^2 + 6x - 48$	2	-2	-0,6	6	-5,3	-48
$y = 9x^2 - 6x - 24$	2	-1,3	0,6	-6	-2,6	-24
$y = 4x^2 - 16$	2	-2	0	-16	-4	-16
$y = 4x^2 - 7x + 3$	1	0,75	1,75	-7	0,75	3
$y = ax^2 + bx + c$				b		c

1 - Ao comparar as raízes da função e a soma e o produto dessas raízes, você consegue perceber alguma relação como os coeficientes? Qual?

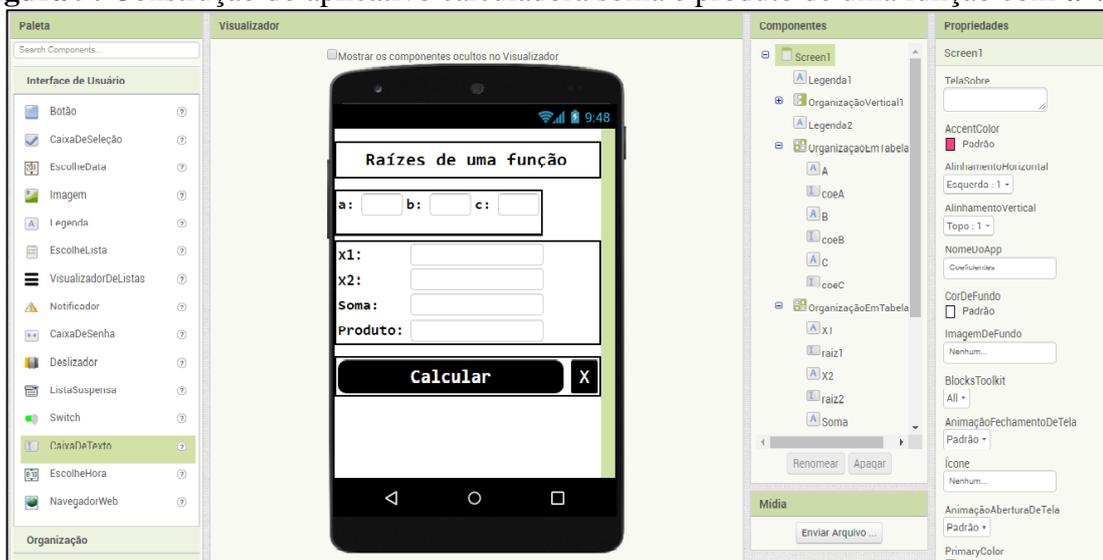
Quando o a é diferente de um, a soma e o produto são resultados decimais

Fonte: Atividade escrita-ficha de atividades (2019)

Como mostra na figura 8, percebe-se um erro na visão do aluno pois, uma das funções após ser feito a soma e o produto com suas raízes não é obtido um valor decimal, além de não preencher um dos valores de “b” corretamente. Diante disso, durante a construção dos aplicativos alguns sentiram dificuldades, já que os mesmos não conseguiram perceber a relação matemática existente, somente com uma orientação maior do professor com o conteúdo matemático os estudantes puderam realizar a atividade.

Veja a estrutura do aplicativo criado pelo aluno A_1 :

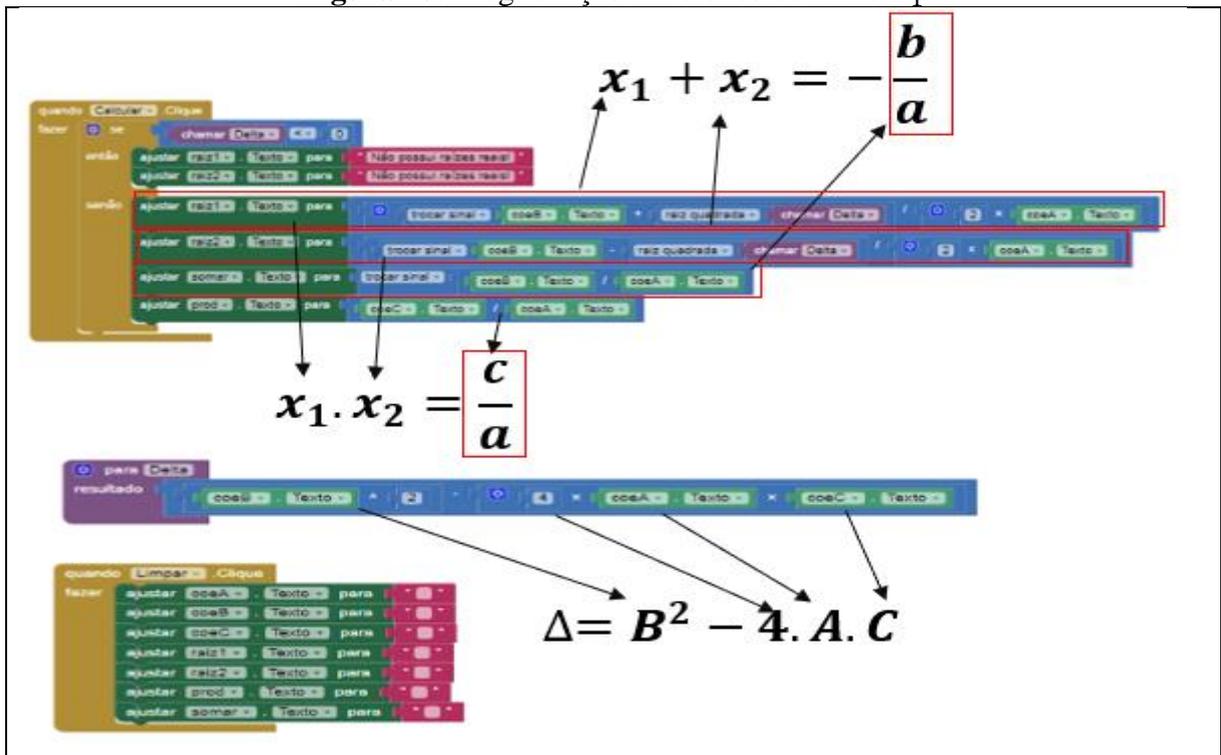
Figura 9: Construção do aplicativo calculadora soma e produto de uma função com $a \neq 1$



Fonte: Experimento- prática de construção de aplicativo (2019)

Pela produção do aluno A_1 , se o usuário digitar os coeficientes da Função Quadrática, o valor das raízes será calculado e logo em seguida será realizado a soma e o produto das mesmas. O que resulta que o aluno conseguiu perceber a relação existente com as raízes da função e seus coeficientes. Veja a estrutura da programação dos blocos pelo discente.

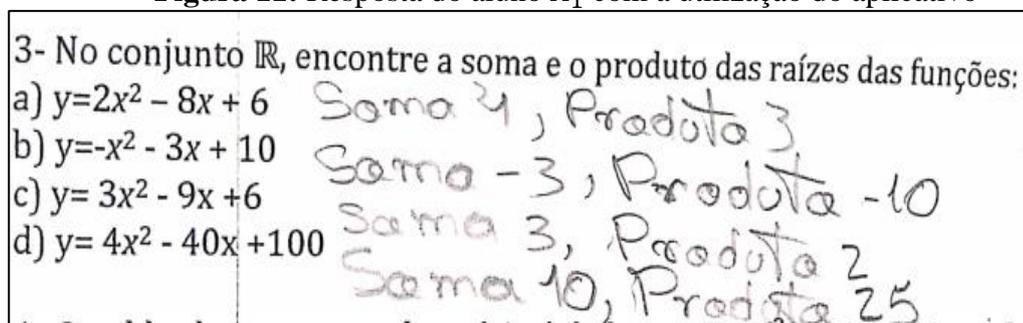
Figura 10: Programação em blocos do aluno A_1



Fonte: Experimento- prática de construção de aplicativo (2019)

No contexto da utilização do aplicativo, construído pelo próprio aluno A_1 nota-se que facilmente o discente conseguiu resolver as alternativas da questão 3 proposta na atividade. Considera-se que o estudante utilizou corretamente as ferramentas necessárias para construir o aplicativo e resolver a questão, pois conseguiu relacionar os elementos existentes dos coeficientes a partir da soma e do produto em que “a” fosse diferente de um. Como mostra a figura.

Figura 11: Resposta do aluno A_1 com a utilização do aplicativo



Fonte: Atividade escrita- ficha de atividades (2019)

Como podemos observar na figura para que o aluno pudesse resolver a questão, foi necessário para a conclusão do aplicativo, a estruturação dos blocos de acordo com a relação

entre as raízes e os coeficientes da Função Quadrática. A atividade que foi realizada pelo estudante representa que o mesmo **personalizou** seu aplicativo, ao fazer uso adequado das ferramentas, o que mostra que o processo da Gênese Instrumental ocorreu.

Observa-se ainda, que o estudante utilizou os recursos da plataforma sem muita dificuldade, permitindo inferir que eles já deixaram de ser **artefato** e transformaram-se em **instrumento**. Segundo Rabardel (1995) um instrumento não existe “por si só”; o artefato se transforma em um instrumento para um determinado sujeito quando este o incorpora às suas atividades.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio defendem que o ensino se adequa a esta realidade das TIC, mas que também saiba trabalhar com elas de forma a realizar uma aprendizagem crítica e significativa nos discentes, para que os mesmos saibam fazer distinções dentre o leque de informações a que são bombardeados diariamente, selecionando o que realmente é relevante para a vida e para sua aprendizagem.

Para apoiar a construção de currículos escolares e de propostas pedagógicas que contemplam tal uso “ativo” das TIC nas escolas, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira-CIEB elaborou e disponibilizou de forma aberta e gratuita o Currículo de Referência em Tecnologia e Computação (2018) em que diz: as redes de ensino podem aplicar este currículo de duas forma desenvolver as temáticas de tecnologia e computação de modo transversal aos demais temas abordados na BNCC, sem criar um novo componente curricular; desenvolver uma área de conhecimento específica.

Diante disso, a realização da tarefa foi desenvolvida com êxito pelo estudante, a atividade ainda contemplou as habilidades de documentos curriculares prescritos, permitiu a socialização das ideias, interação entre os alunos e generalização de alguns casos. Matematicamente, o aplicativo se mostrou útil para a resolução das questões e para o processo de ensino.

Terceiro encontro

Análise a priori

A atividade tem como objetivo encontrar as raízes da equação conhecendo seus coeficientes, contando com um total de cinco questões. Em que os alunos tinham como proposta

criar um aplicativo a partir da relação encontrada com as raízes da função polinomial do 2º grau com a sua representação por meio da fatoração.

Para a realização da atividade os alunos seguiam os seguintes procedimentos:

- Observe o quadro e preencha-o de acordo com as informações;
- Encontre as raízes das funções;
- Registre suas percepções;
- Responda as questões propostas.

Dessa forma, uma possível solução que os alunos poderiam chegar é que ao observarem a fórmula $y = a(x + x_1)(x + x_2)$, x_1 e x_2 representam as raízes da Função Quadrática.

Figura 12: Atividade 3: Raízes de uma função a partir do produto de binômios

ATIVIDADE 3			
Produto de binômios	Forma geral da Função quadrática	Valor 1 que tornaria $y=0$	Valor 2 que tornaria $y=0$
$y = (x-6)^2$			
$y = (x+1)(x+4)$			
$y = (x-1)(x+2)$			
$y = (x-1)(x-2)$			
$y = 2(x-3)(x+1)$			
$y = a(x+x_1)(x+x_2)$			

1- Qual a relação que as raízes da função polinomial do 2º grau possuem com a representação por meio da fatoração?

2- Construa um aplicativo no App Inventor II que encontre as raízes de cada uma das funções quadráticas do quadro a cima.

Fonte: Autora (2019)

Análise a posteriori

No desenvolvimento desta tarefa, não houveram muitas dificuldades com relação à construção do aplicativo para o cálculo desejado, para isso, os estudantes seguiram a mesma

sequência de ações realizado nas atividades anteriores, de forma a alcançar o objetivo esperado. Como percebe-se em uma das atividades:

Figura 13: Resposta de uma das atividades com as raízes da função do produto de binômios

Produto de binômios	Forma geral da Função quadrática	Valor 1 que tornaria $y=0$	Valor 2 que tornaria $y=0$
$y = (x-6)^2$	$y = x^2 - 12x + 36$	6	6
$y = (x+1)(x+4)$	$y = x^2 + 5x + 4$	-1	-4
$y = (x-1)(x+2)$	$y = x^2 + x - 2$	1	-2
$y = (x-1)(x-2)$	$y = x^2 - 3x + 2$	1	2
$y = 2 \cdot (x-3)(x+1)$	$y = 2x^2 - 2x - 6$	4	-2
$y = a(x+x_1)(x+x_2)$		$-x_1$	$-x_2$

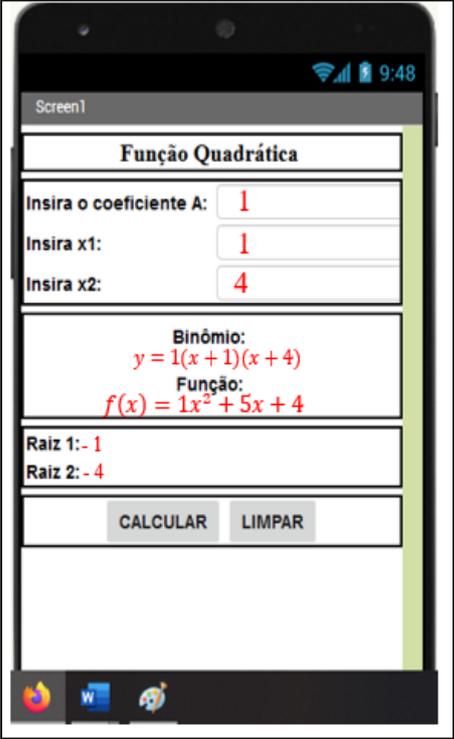
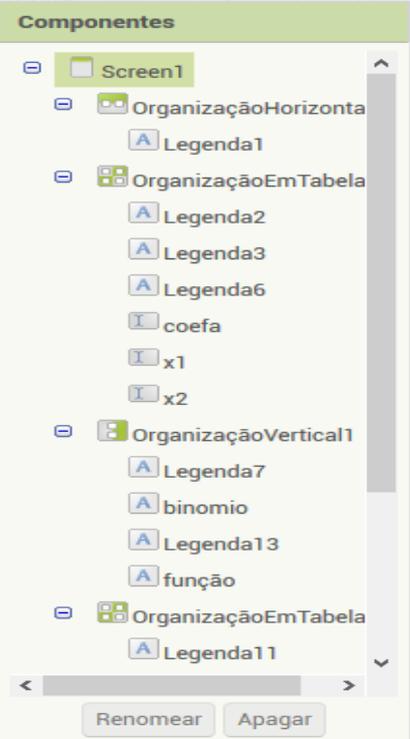
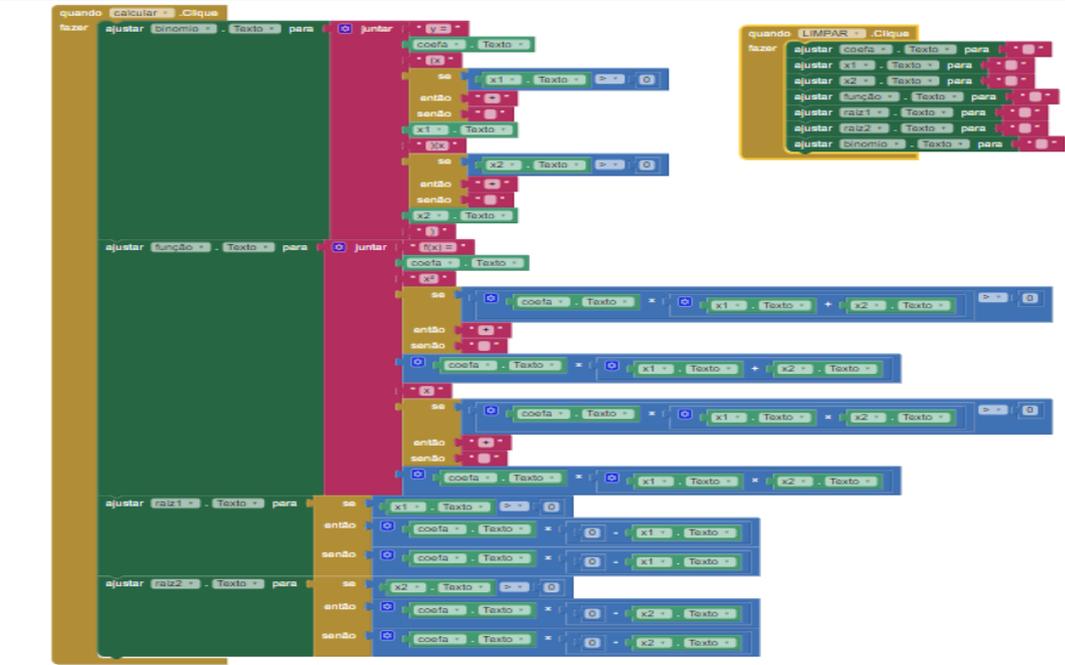
1- Qual a relação que as raízes da função polinomial do 2º grau possuem com a representação por meio da fatoração?
As raízes da função são iguais à constante dentro dos parênteses só que negativo

Fonte: Atividade escrita- ficha de atividades (2019)

Percebe-se que o estudante A_7 , verificou a relação existente da Função Quadrática. O aluno preencheu o quadro corretamente, utilizando seu próprio aplicativo construído nas atividades anteriores para encontrar as raízes da função. A resposta discutida na Figura 13 foi relatada na questão 1, pelo aluno ao demonstrar o efeito provocado pela regularidade entre as colunas. Tal percepção aponta para a construção de esquemas. Dessa maneira, acredita-se que houve a compreensão do quadro de valores e das relações existentes.

Abaixo segue a construção do aplicativo desenvolvida pelo estudante A_7 .

Quadro 7: Sequência de ações para a construção do aplicativo calculadora a partir do produto de binômios

Tela	Construção
	
Estrutura de programação em blocos	
	

Fonte: Experimento- prática de construção de aplicativo (2019)

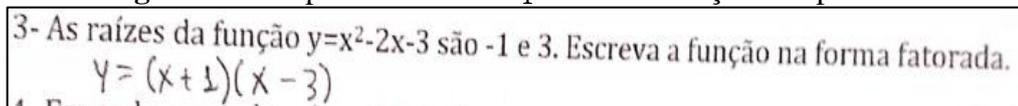
Na estruturação do aplicativo, percebe-se que o estudante cuidadosamente escolhe cada detalhe. Nessa perspectiva o aluno A_7 , assim como os demais, utilizaram as ferramentas

necessárias para construir o aplicativo, relacionando com as ideias da atividade. A intervenção do professor foi mínima tanto no entendimento matemático, quanto na construção do aplicativo, mas a estruturação passou por uma série de tentativas em que o próprio aluno concluiu fazendo simples ajustes.

Entende-se que tanto o recurso quanto a metodologia utilizada foram guiados por propósitos de aprendizagem, que são justamente os pontos trazidos pela BNCC. Afinal a capacidade crítica e reflexiva por parte dos alunos é o que fundamenta o uso das tecnologias com coerência.

Com o aplicativo construído foi utilizado para a resolução da questão abaixo dispostas:

Figura 14: Resposta do aluno A_1 com a utilização do aplicativo



Fonte: Atividade escrita- ficha de atividades (2019)

As demais questões também foram resolvidas no aplicativo construído. A realização da tarefa foi desenvolvida com êxito pela maioria dos estudantes, o que demonstrou que o processo de Gênese Instrumental aconteceu ao longo do processo de realização da atividade proposta, permitindo perceber que, a instrumentação com as ferramentas, foram usadas pelos alunos, porque eles foram descobrindo as possibilidades do uso desse artefato, onde exploraram e se apropriaram da ferramenta e recursos da plataforma *App Inventor 2*.

Considerações das três atividades segundo a Gênese Instrumental

Como as atividades visam a exploração e manipulação da plataforma *App Inventor 2*, ou seja, a interação com o *software*, para a análise das atividades, observou nas ações dos estudantes seus prováveis esquemas para a realização das atividades e construção dos aplicativos, isto é, as ideias da dimensão da Gênese Instrumental, orientada ao sujeito.

De acordo com as ações realizadas pelos alunos durante processo da Sequência Didática, foi possível perceber uma noção central na teoria da instrumentação realizada pelos alunos. Os esquemas desenvolvidos pelos sujeitos visam tarefas ligadas diretamente ao artefato, tais como ligar o computador, construir aplicativo, e colocar atalhos na tela, como também tarefas diretamente ligadas ao objeto da ação.

Nessa perspectiva, acredita-se que a parte do artefato *App Inventor 2* (ferramentas e recursos utilizados na realização das atividades) possibilitou que os estudantes durante a interação se fizeram uso de um esquema de ação instrumentada, esquemas no qual progressivamente, constituindo-se em técnicas que permitem resolver eficientemente certas tarefas.

Como afirma Rabardel (1995) o processo da Gênese Instrumental tem duas dimensões: orientada para o sujeito, onde ocorre a instrumentação, tem relação ao surgimento e evolução de esquemas de utilização e da ação instrumental. E a orientada para o artefato, a instrumentalização, tem relação com o enriquecimento das propriedades do artefato.

Nesse sentido, após o desenvolvimento das atividades, foi possível perceber que os alunos se apropriaram no uso do artefato, isto é, das ferramentas e recursos utilizados nas atividades, o que tornou possível observar que o processo de transforma-lo em instrumento foi satisfatório.

Contribuições e dificuldades desenvolvidas pelos alunos durante o curso

No quadro abaixo serão relatadas falas de alguns alunos durante o curso desenvolvido, quais foram os benefícios e as dificuldades encontradas por ele.

Quadro 8: Contribuições dos alunos sobre o Curso

Contribuições e dificuldades desenvolvidas pelos alunos durante o curso		
Sujeito	Contribuições	Dificuldades
A ₅	“O curso tem uma proposta bem interessante e legal, me possibilitou aprender a matemática de outra forma, tornando as aulas mais praticas”.	“De início senti um pouco de dificuldade em criar os apps, mas depois ficou bem fácil”.
A ₈	“Eu gostei muito do curso porque gosto muito de matemática e aprender a fazer aplicativos sobre é bem interessante.	“A plataforma é bem simples e eu não senti muita dificuldade”.
A ₂	“Bom, o curso me abriu muitas possibilidades para aprender a matemática junto com a informática. Na minha opinião isso deveria ser aplicado mais vezes, pois podemos enxergar a internet como algo bom e que ajuda	“Senti um pouco de dificuldade em construir os aplicativos para o utilizar na matemática”.

	na aprendizagem do aluno, e gostei muito de aprender a matemática de outra forma”.	
A_4	“O curso de construção de aplicativos foi satisfatório a minhas necessidades ao aprendizado de matemática”.	“Minhas maiores dificuldades foi em entender a matemáticas para construir os aplicativos”.

Fonte: Autora (2019)

As falas dos alunos mostram a importância da utilização de técnicas diferenciadas para inovar em sala de aula, enfatizando como o uso da ferramenta deu significado ao estudo dos conteúdos de Matemática, além de se identificarem com a utilização plataforma.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o contexto social e o entusiasmo movido pela novidade de utilizar a temática tecnológica para o ensino da Matemática no Ensino Médio, apresenta-se aos professores um novo perfil docente em que as tecnologias da informação e comunicação têm a essencial possibilidade de conduzir, de forma mais dinâmica e inovadora, o processo ensino/aprendizagem. Nesse sentido, buscamos a importância da integração desses recursos no ensino de matemática.

Como primeiras percepções a partir da busca por informações, ideias, metodologias, ferramentas, teoria e prática, observamos lacunas na forma de trabalhar a matemática, em especial os conteúdos de Função Quadrática, explorando novas metodologias que envolve a investigação de atividades, experimentação e a integração de recursos tecnológicos. Assim, a pesquisa teve por pressupostos observar como os alunos do 1º ano do Ensino Médio apropriam-se dos conhecimentos ligados a Funções Quadráticas, quando utilizam e constroem aplicativos para *smartphone*.

A realização dessa experiência com os alunos proporcionou aos mesmos uma oportunidade de trabalhar com atividades investigativas e, também, uma maneira diferenciada para o professor desenvolver os conteúdos matemáticos em sala de aula, o que potencializou a participação dos estudantes, afinal esse tipo de atividade tira o professor dos “holofotes” e assim gera uma maior possibilidade dos alunos não serem guiados somente pelo “o que o professor deseja”, mas sim por sua própria curiosidade e usando ferramentas próprias para isso.

Considera-se que a abordagem Instrumental de Rabardel (1995) foi relevante para o estudo por acreditar que por meio dela pode-se observar e analisar as ações dos estudantes interagiram com o ambiente da plataforma *App Inventor 2*, isto é, observar como acontece o processo de Gênese Instrumental do aluno. Desse modo, notou-se, que essa proposta de atividade instrumentada vivenciada pelos alunos favoreceu a interação com o objeto matemático e com o instrumento.

Ressalta-se que o processo de Gênese Instrumental para o ensino requer do professor um trabalho em duas vertentes complementares seja, na interação dele com o artefato, como relativa ao objeto trabalhado na ação. Diante disso, as primeiras experiências obtidas com a proposta desse trabalho ocorreram no curso de instrumentalização. Na oportunidade, conforme Rabardel (1995) a plataforma *App Inventor 2* constituía-se num artefato para os estudantes, já que todos os participantes a desconheciam.

Mas, conforme propõe Rabardel (1995), o estudante poderá sem muitas dificuldades transformar o artefato em instrumento, desde que as condições necessárias sejam dadas para a proposta apresentada. As contribuições da plataforma para a aprendizagem de Matemática iniciam-se a partir da possibilidade de construção da sua própria calculadora. De acordo com a estruturação dos blocos de programação e conseguir resolver os cálculos desejados trouxe motivação ao processo de aprendizagem, pois um comportamento demonstrado pelos estudantes em quase todas as situações foi a motivação na busca por concluir a construção do aplicativo proposto, pois em alguns momentos em que apresentou erro ao estalarem o aplicativo em seus *smartphones*, o esforço para corrigir a programação foi perceptivelmente potencializado.

A base dos conhecimentos que foram adquiridos pelos alunos permitiu olhar para as interações entre o estudante e a tecnologia, observou-se que a habilidade dos mesmos com aplicativos para *smartphones* contribuiu para a compreensão do conteúdo proposto na criação das telas. Embora, alguns estudantes não possuíam habilidades com ferramentas computacionais, o ambiente virtual da plataforma utilizado para as atividades contribuiu para a superação dos obstáculos, com aparência e organização de linguagem simples e objetiva. Isso se deve ao fato de a plataforma oferecer um ambiente fértil para sustentar a criatividade dos alunos, tão quanto as dos professores, através de uma ferramenta compatível com as mudanças tecnológicas e sociais ocorridas nos últimos anos, que é o acesso à rede de informações e de aparelhos eletrônicos de alta performance.

Acredita-se que a ideia de utilizar a plataforma *App Inventor 2* nas aulas de matemática teve uma boa receptividade por parte dos alunos, muitos estudantes ficaram motivados com a ideia de colocar no seu *smartphone* uma construção própria, o coloca na posição de autor, e não de mero usuário de um aplicativo. Com relação ao desenvolvimento das atividades, considera satisfatório, uma vez que, os alunos se colocaram em um caminho para desenvolver sua autonomia, se tornando o aprendiz sujeito ativo e responsável pela construção do seu conhecimento.

Diante disso, o uso das ferramentas tecnológicas, se utilizadas de maneira adequada, tornam a aprendizagem um processo dinâmico, podendo levar o aluno a construir um modo de pensar matemática que lhe seja significativo. Dentro dessa perspectiva, os três encontros realizados durante o desenvolvimento das atividades atingiram o objetivo quanto a promover a construção de aplicativos, pois o artefato assim compreendido para cada uma das três atividades, foram cedendo espaço para os esquemas de uso criados pelos estudantes durante a realização dessas atividades tornam-se similares aos esquemas previstos na análise *a priori*. Neste contexto, a partir da análise *a posteriori* foi possível perceber a instrumentalização do

App Inventor 2 e de cada aplicativo construído e as noções de Funções Quadráticas que puderam ser compreendidas pelos alunos.

Desse modo, com relação ao conteúdo de Funções Quadráticas que foi adquirido com o experimento, acreditava-se que à medida que os aplicativos propostos foram programados, considera que a escolha de cada bloco de programação na sequência de ações para a estruturação dos aplicativos dependeram da decisão tomada de cada estudante, mas o funcionamento correto para o cálculo de valores só foi corretamente executado, por causa da relação matemática utilizada, que foi descoberta pelos próprios alunos.

Diante disso, acredita-se que as atividades propostas no trabalho favoreceram a aprendizagem do conteúdo, concluindo que não seria possível o preenchimento dos quadros proposto nas atividades sem o aplicativo, nem a construção de aplicativos sem o conhecimento das relações matemáticas, a não ser que houvesse uma nova fonte de informação sobre estes dois recursos. Dessa forma acredita-se que o quadro de valores e aplicativos utilizados foram importantes para atingir o objetivo do trabalho.

Portanto, pode-se perceber que o ensino se torna de sucesso, uma vez que o professor em vez só de repassar conteúdos, demonstra a aplicabilidade da matemática neste mundo virtual com o qual o aluno interage em outras tantas situações.

Com isso, espera-se contribuir significativamente para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem, estimulando a incorporação de recursos computacionais nas atividades de sala de aula e compartilhando meios de diversificação das estratégias docentes para promoção da aprendizagem em matemática, além disso, desenvolver modelos de atividades apropriadas para a construção de aplicativos de maneira que proporcione ao estudante a possibilidade de aprender construindo. Outra perspectiva gira em torno da formação do professor para estar apto a propor tais atividades aos estudantes, e assim realizar estudos voltados para o aperfeiçoamento da prática docente.

6. REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, S. A.; SILVA, M. J. F. da. **Engenharia didática: evolução e diversidade**. Revista Eletr. de Edu. Matem. v. 07, n. 2, p. 22-52, Florianópolis: Revmat, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/viewFile/1981-1322.2012v7n2p22/23452>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

ALMOULOUD, S; Ag; DE QUEIROZ, C; COUTINHO, S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 3, n. 1, p. 62-77, 2008.

ARTIGUE, M. Engenharia Didática. In: BRUN, J. **Didáctica das Matemáticas**. Coleção Horizontes Pedagógicos. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

_____, M.; DOUADY, R.; MORENO, L.; GÓMEZ, P. (Edit). Ingeniería Didáctica en Educación Matemática: un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Bogotá: Iberoamérica, 1995. Disponível em: <<http://funes.uniandes.edu.co/676/>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

BORBA, M. de C.; SILVA, R. S. R. da; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BOYER, C.B. **História da Matemática**, revista por Uta C. Merzbach; tradução Elza f. Gomide, ed. 2. São Paulo: Edgard Blucher, 1996.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf>. Acesso em: 22 de mar. de 2019.

_____. Ministério da Educação Secretaria de Educação Média. **Plano de Desenvolvimento da Educação.SAEB. Esino Médio. Matrizes de referência, tópicos e descritores**. Brasília : MEC; SEB; Inep, 2011.

_____. Ministério da Educação Secretaria de Educação Média. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

CARAÇA, B. de J. **Conceitos Fundamentais da matemática**. 4.ed. Lisboa: Gradiva, 1998.

DUDENEY, G.; HOCKLY, N.; PEGRUM, M. **Letramentos Digitais**. Trad. Marcos Marcionilo, ed. 1. São Paulo: Parábola Editorial, 2016.

GIL, A. C. **Métodos técnicas de pesquisas sociais**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, R. S.; BARLETTE, V. E.; & GUADAGNINI, P. **A engenharia didática da construção e validação de sequências de ensino: um panorama com foco no ensino de ciências**. Revista Polyphonia, v. 26, n. 1, p. 211-226, 2015.

LIMA, E. L., **A Equação do 2º Grau**. Revista do Professor de Matemática, Rio de Janeiro, nº 13, p. 21-33, 1998.

LIMA, E. L., CARVALHO, P. C. P., WAGNER, E., MORGADO, A. C. **Temas e Problemas**. SBM. Rio de Janeiro-RJ. 2010.

MODELO de situações de atividades instrumentais. Disponível em : <
https://www.google.com/search?q=MODELO+de+situa%C3%A7%C3%B5es+de+atividades+instrumentais&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj5h8jFr7niAhX7HbkGHeCqDIUQ_AUIDygC&biw=1242&bih=597>. Acesso em: 20 jan. 2019.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação tecnológica**. Campinas: Papyrus, 2013.

NETO, A. L. X., & DA SILVA, M. J. F. **Gênese Instrumental do artefato simbólico função de uma variável real definida por várias sentenças matemáticas em um ambiente não digital**. Revista iberoamericana de educación matemática, 2017.

PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

PEREZ, G.; CASTRO, D. V. P. **La orientación de las practicas de laboratorio como invetigación: un ejemplo ilustrativo**. Enseñanza de las ciencias, 14 (2), 1996.

RABARDEL, P. **People and technology: a cognitive approach to contemporary instruments**. Trad. Heidi Wood. Paris: HAL, 2002. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/1020705/filename/people_and_technology.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2019.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris: Armand Colin, 1995. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462/document>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

SÁ, P.F. de. **Ensinando matemática através da redescoberta**. Revista Traços, v. 2, n. 3, 1999.

SILVA, R. D. N. **Ensino de Pirâmides na construção de aplicativos para *smartphones***. 2019. 296f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade do Estado do Pará, Belém, 2019.

SOARES, J. H. de S. **Função quadrática**. 2013. Dissertação de Mestrado. BR.

APÊNDICE A- Termo de consentimento do estudante



**CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DO ENSINO
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada **CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS PARA SMARTPHONES E ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ESTUDO DE FUNÇÕES QUADRÁTICAS**, sob a responsabilidade dos (as) pesquisadores **Fernanda de Sousa Lima e Renato Darcio Noletto Silva**, vinculados ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão- Campus São João dos Patos.

Nesta pesquisa objetivamos produzir reflexões sobre a potencialidade da aprendizagem matemática através do uso de recursos tecnológicos, mais especificamente com o auxílio da construção de aplicativos para *Smartphones* para o estudo de Funções Polinomiais do 1º grau a partir de uma Sequência Didática proposta. A sua colaboração na pesquisa será preencher o questionário com as perguntas norteadoras para a realização da mesma.

Ressaltamos que em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá gasto ou ganho financeiro por sua participação. Não há riscos. Os benefícios serão de natureza acadêmica.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Renato Darcio Noletto Silva (orientador) ou com Fernanda de Sousa Lima (orientando)** por meio da Coordenação de Licenciatura de Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão- Campus São João dos Patos: Av. Padre Santiago, bairro expossertão. São João dos Patos -MA. CEP: 65.665-000; fone: (99) 3551-2821/(99)99647-4391/(85)99198-0829.

_____, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do pesquisador

Eu, _____

autorizo que meu/minha filho(a) _____ a participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do responsável

APÊNDICE B- Avaliação qualitativa

Avaliação qualitativa

Curso: Instrumentação do App Inventor 2 para a construção de aplicativos matemáticos

Dê sua opinião de acordo com o que se segue:

1- Já conhecia o App Inventor 2?

() Sim () Não

2- Possui conhecimentos básicos de programação?

() Sim () Não Quais? _____

3- Já havia participado de algum curso de construção de aplicativos?

() Sim () Não Quais? _____

Aspectos Qualitativos	Opinião				
	a- discorda completamente	b- discorda	c- sem opinião	d- concorda	e- concorda completamente
4- Você considera interessante o uso de recursos computacionais para sua aprendizagem em matemática?	()	()	()	()	()
5- O uso do App inventor 2 trouxe benefícios ou contribuições para a aprendizagem dos conteúdos abordados?	()	()	()	()	()
6 – Você considera que após as atividades realizadas, suas habilidades tecnológicas melhoraram?	()	()	()	()	()
7- Conseguiu se apropriar de elementos fundamentais da matemática com a programação em blocos?	()	()	()	()	()
8- Você considera que aumentou sua capacidade de resolver questões com a criação de aplicativos?	()	()	()	()	()
9- Foi mais fácil compreender os conteúdos com a programação em blocos?	()	()	()	()	()
10- Foi mais fácil perceber erros com a utilização dos aplicativos construídos?	()	()	()	()	()
11- Houve algum problema que dificultou o entendimento dos conteúdos estudados com a programação do aplicativo?	()	()	()	()	()
12- Sugere a utilização do App Inventor 2 nas aulas de matemática?	()	()	()	()	()
13- Você considera que a sua motivação para estudar a disciplina de matemática aumentou com as atividades com o App inventor e a criação de aplicativos?	()	()	()	()	()

14- Entre as áreas abaixo, qual você escolheria para cursar um curso superior?

() Humanas () Exatas () Linguagens () Tecnológicas

15- Entre as duas áreas, matemática ou tecnologias, qual das duas escolheria para um curso superior?

() Matemática () Tecnologia () Qualquer uma () Nenhuma.

16- Faça uma crítica ao curso:

17- Faça um elogio ao curso:

18 – Avalie os orientadores:

APÊNDICE C- Atividade 1: Soma e produto das raízes de uma função

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA Maranhão</p>	<p>CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS PROFESSORA: FERNANDA DE SOUSA LIMA ORIENTADOR: PROF. Me. RENATO DARCIO NOLETO SILVA ALUNO:</p>
--	--

FICHA DE ATIVIDADE DE TCC

TÍTULO	Raízes reais da Função Quadrática.		
OBJETIVO	Relacionar as raízes da equação com os coeficientes da mesma, a partir da soma e do produto.		
RECURSOS	Ficha de atividades, aplicativo para calcular as raízes, lápis e borracha.		
CONTEÚDO	Soma e produto das raízes de uma função.	SÉRIE/ANO	1º ano
PROCEDIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Observe o quadro e preencha-o de acordo com as informações; • Com o auxílio do aplicativo encontre as raízes das equações; • Em seguida registre os valores de “x₁”, “x₂”, “b” e “c” de acordo com cada função; • Registre suas percepções; • Responda as questões propostas. 		

ATIVIDADE 1.

Funções	x_1	x_2	$x_1 + x_2$	b	$x_1 \cdot x_2$	c
$y = x^2 - 5x + 6$						
$y = x^2 - 4x + 4$						
$y = x^2 - 3x + 2$						
$y = x^2 - 16$						
$y = x^2 - x - 30$						
$y = ax^2 + bx + c$						

1 - Ao comparar as raízes da função e a soma e o produto dessas raízes, você consegue perceber alguma relação como os coeficientes? Qual?

2- Construa um aplicativo no App Inventor II que encontre as raízes de uma função quadrática a partir dos coeficientes.

3- No conjunto \mathbb{R} , encontre a soma e o produto das raízes das funções:

a) $y=x^2 - 10x + 21$

b) $y=x^2 + 3x - 10$

c) $y= x^2 - 3x + 2$

d) $y= x^2 - 10x + 25$

4- Encontre as funções e suas raízes a partir da soma e do produto.

a) $S= 5$ e $P=6$

b) $S= -1$ e $P= -6$

5- José perguntou ao seu avô Pedro, que é professor de matemática, com que idade ele se formou na faculdade. Pedro disse ao neto que sua idade era o produto entre as raízes da equação $x^2 - 10x + 21 = 0$. Nessas condições, assinale a alternativa que apresenta a idade que Pedro se formou na faculdade:

a) 18

b) 21

c) 24

d) 27

e) 30

Observação (caso haja):

APÊNDICE D- Atividade 2: Soma e produto das raízes de uma função com $a \neq 0$.

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA Maranhão</p>	<p>CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS PROFESSORA: FERNANDA DE SOUSA LIMA ORIENTADOR: PROF. Me. RENATO DARCIO NOLETO SILVA ALUNO:</p>
---	---

FICHA DE ATIVIDADE DE TCC

TÍTULO	Raízes reais da Função Quadrática.		
OBJETIVO	Relacionar as raízes da equação com os coeficientes da mesma, a partir da soma e do produto em que $a \neq 1$.		
RECURSOS	Ficha de atividades, aplicativo para calcular as raízes, lápis e borracha.		
CONTEÚDO	Soma e produto das raízes de uma função com $a \neq 0$.	SÉRIE/ANO	1º ano
PROCEDIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Observe o quadro e preencha-o de acordo com as informações; • Com o auxílio do aplicativo encontre as raízes das equações; • Em seguida coloque os valores de “a” e “b” de acordo com cada função; • Registre suas percepções. 		

Funções	x_1	x_2	$x_1 + x_2$	b	$x_1 \cdot x_2$	c
$y = 3x^2 - 4x + 1$						
$y = 9x^2 + 6x - 48$						
$y = 9x^2 - 6x - 24$						
$y = 4x^2 - 16$						
$y = 4x^2 - 7x + 3$						

$y = ax^2 + bx + c$							
---------------------	--	--	--	--	--	--	--

1 - Ao comparar as raízes da função e a soma e o produto dessas raízes, você consegue perceber alguma relação como os coeficientes? Qual?

2- Construa um aplicativo no App Inventor II que encontre as raízes de uma função quadrática a partir dos coeficientes.

3- No conjunto \mathbb{R} , encontre a soma e o produto das raízes das funções:

a) $y=2x^2 - 8x + 6$

b) $y=-x^2 - 3x + 10$

c) $y= 3x^2 - 9x + 6$

d) $y= 4x^2 - 40x + 100$

4- O saldo de uma conta bancária é dado por $S = t^2 - 11t + 24$, onde S é o saldo em reais e t é o tempo em dias. Determine

a) em que dias o saldo é zero;

b) em que período o saldo é negativo;

c) em que período o saldo é positivo.

Observação (caso haja):

APÊNDICE E- Atividade 3: Raízes de uma função a partir do produto de binômios

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA Maranhão</p>	<p>CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS PROFESSORA: FERNANDA DE SOUSA LIMA ORIENTADOR: PROF. Me. RENATO DARCIO NOLETO SILVA ALUNO:</p>
--	--

FICHA DE ATIVIDADE DE TCC

TÍTULO	Raízes reais da Função Quadrática.		
OBJETIVO	Encontrar as raízes da equação conhecendo seus coeficientes.		
RECURSOS	Ficha de atividades, aplicativo para calcular as raízes, lápis e borracha.		
CONTEÚDO	Raízes de uma função a partir do produto de binômios.	SÉRIE/ANO	1º ano
PROCEDIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Observe o quadro e preencha-o de acordo com as informações; • Encontre as raízes das funções; • Registre suas percepções; • Responda as questões propostas. 		

ATIVIDADE 3.			
Produto de binômios	Forma geral da Função quadrática	Valor 1 que tornaria y=0	Valor 2 que tornaria y=0
$y = (x-6)^2$			
$y = (x+1)(x+4)$			
$y = (x-1)(x+2)$			
$y = (x-1)(x-2)$			
$y = 2 \cdot (x-3)(x+1)$			
$y = a(x+x_1)(x+x_2)$			

1- Qual a relação que as raízes da função polinomial do 2º grau possuem com a representação por meio da fatoração?

2- Construa um aplicativo no App Inventor II que encontre as raízes de cada uma das funções quadráticas do quadro a cima.

3- As raízes da função $y=x^2-2x-3$ são -1 e 3. Escreva a função na forma fatorada.

4- Em cada caso, obtenha a forma fatorada de f , sendo:

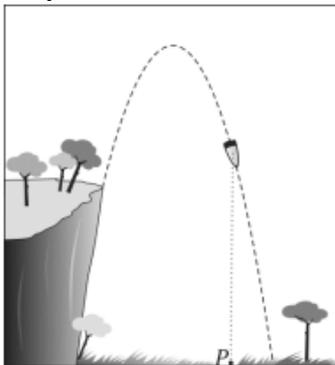
a) $f(x)=x^2-8x$

b) $f(x)=x^2-7x+10$

c) $f(x)=-2x^2+10x$

d) $f(x)=-x^2+10x-25$

5- A trajetória de um projétil, lançado da beira de um penhasco sobre um terreno plano e horizontal, é parte de uma parábola com eixo de simetria vertical, como ilustrado na figura. O ponto P sobre o terreno, pé da perpendicular traçada a partir do ponto ocupado pelo projétil, percorre 30 m desde o instante do lançamento até o instante em que o projétil atinge o solo. A altura máxima do projétil, de 200 m acima do terreno, é atingida no instante em que a distância percorrida por P, a partir do instante do lançamento, é de 10 m. Quantos metros acima do terreno estava o projétil quando foi lançado?



a) 60 m

b) 90m

c) 120 m

d) 150m

e) 180m

Observação (caso haja):